



Avec la participation de Fanny Provent et Anne Barbillon

RENATURATION DE SOLS DESCELLÉS EN AGRICULTURE URBAINE

Contexte

Résumé

Initié par la Chaire partenariale Agricultures Urbaines de la Fondation AgroParisTech, ce rapport cherchait avant tout à documenter l'écosystème d'acteurs scientifiques et techniques ainsi que les initiatives locales traitant de la renaturation de sols descellés dans un contexte d'agriculture urbaine, et par la suite à compiler un corpus bibliographique des travaux publiés. Néanmoins au vu de l'absence de publications sur ce sujet, le prisme d'étude de ce rapport a été élargi afin d'intégrer les travaux traitant de la qualité agronomique des sols descellés et renaturés n'accueillant pas forcément d'agriculture urbaine.

Méthode

Ce travail s'est articulé en plusieurs étapes. Dans un premier temps, nous avons observé les **tendances d'utilisation des mots-clés** liés à la renaturation des sols descellés dans la presse française (via l'outil Gallicagram) et dans les ouvrages "grands publics" (via l'outil NgramViewer). Dans un deuxième temps, nous avons identifié les publications en lien avec notre sujet d'étude en consultant les principales bases de recherche scientifiques et techniques. Ce sont un peu plus de **500 publications qui ont été passées** en revue pour aboutir à un **corpus d'étude très restreint de 8 publications**. L'analyse du corpus scientifique et technique compilé est restitué dans la quatrième section de ce rapport. Par la suite, nous avons réalisé une **cartographie des initiatives locales françaises** en lien avec notre sujet, qui est présentée en cinquième section de ce rapport. Enfin, les **principales pistes de recherche** identifiées pour la poursuite des travaux de la Chaire sont présentées en conclusion.

Conclusions

La revue de la littérature réalisée pour cette étude a permis de mettre en avant l'**absence de publications scientifiques traitant de la vocation alimentaire des sols descellés et renaturés**. Néanmoins de nombreuses initiatives locales ont pu être identifiées : des parcelles descellées et renaturées ont été mises en culture (ou le seront dans un futur proche). De fait, l'actuel engouement des acteurs publics soutenant ce type d'initiative fait écho aux incitations de politiques publiques récentes telles que celles concernant l'objectif de « zéro artificialisation nette ».

Il sera intéressant dans un premier temps de **suivre ces structures locales** qui mettent en place ce type d'expérimentation et d'**évaluer la qualité à la fois agronomique et sanitaire des sols** ainsi que de leurs **capacités à être support de productions alimentaires**.

D'autre part, il a été mis en évidence que le descelllement et la renaturation des sols induisent des **évolutions rapides de leurs caractéristiques physico-chimiques et biologiques**. Face au manque d'évaluation scientifique actuel, il sera intéressant de mettre en place des expérimentations visant à **caractériser et comparer l'impact des différentes pratiques de descelllement et renaturation** sur la qualité physico-chimique des sols et de leurs productions, sur le fonctionnement hydrique et thermique du site, sur la biodiversité tellurique et végétale ainsi que sur la compatibilité sanitaire des nouveaux usages envisagés (production alimentaire, ouverture au public, etc).

Sommaire

Introduction	4
I. Définition de la renaturation de sols descellés et application au cas de l'agriculture urbaine	6
a. Désartificialisation et renaturation	8
b. Désimperméabilisation	9
c. Le maintien et recréation de zones de « pleine-terre »	9
d. Gradient d'artificialisation–naturalité	11
e. L'agriculture urbaine comme projet de désartificialisation	13
II. Méthodologie	15
a. Analyse des tendances de publications	16
b. Identification des publications scientifiques et techniques	17
c. Cartographie des initiatives locales françaises	19
III. Analyse des tendances de publications	21
IV. Analyse du corpus scientifique et technique	24
a. Publications scientifiques	25
b. Projets de recherche	29
c. Guides techniques	30
V. Initiatives locales de renaturation de sols descellés à vocation agricole ou d'agriculture urbaine	33
VI. Conclusions et pistes de recherche	37



Introduction

Le réchauffement climatique est un défi majeur pour nos villes dont les impacts deviennent de plus en plus nocifs pour la santé humaine et environnementale. Avec des températures en constante hausse et une intensification des précipitations, il devient essentiel de repenser la façon dont nous concevons nos espaces urbains. Les recommandations du GIEC sont claires : la désimperméabilisation et la renaturation des sols sont des mesures efficaces pour lutter contre les îlots de chaleur urbains et le risque d'inondation ainsi que pour améliorer la qualité de vie en ville. Or, l'aménagement actuel du territoire français n'est pour l'instant pas en phase avec ces injonctions :¹ la France est le pays qui possède le taux d'artificialisation le plus élevé de l'Union Européenne, cette artificialisation augmentant même à un rythme quatre fois plus rapide que la croissance de sa population (sur la période 1981-2018) (Fosse, 2019).

Dans ce contexte, la mise en place d'objectifs nationaux et européens de « zéro artificialisation nette » (ZAN) manifeste l'ambition de limiter fortement l'étalement urbain en favorisant le renouvellement et la densification des zones urbaines. De fait, les pratiques émergentes de désartificialisation en ville, qui visent à refunctionaliser les sols dégradés et à redonner une place au végétal en milieu urbain, sont de plus en plus encouragées et font l'objet d'un nombre croissant de textes législatifs à l'échelle nationale ainsi qu'à l'échelle européenne.

Entre autres, on citera la dernière initiative européenne Horizon Sol 2030 qui vient renforcer la stratégie thématique de l'Union Européenne pour la protection des sols. En effet, la lutte contre l'artificialisation grandissante et la restauration des sols dégradés font parties de ses objectifs principaux. L'European Joint Research Centre finance également des programmes de recherche afin d'épauler les décideurs publics dans le réaménagement de leurs territoires, à l'instar du programme SOS4Life qui sera détaillé plus en avant dans ce rapport.

En France, la législation évolue aussi pour inciter les collectivités à limiter le taux d'artificialisation de leurs territoires, en s'appuyant notamment sur deux leviers : d'une part la densification des villes pour freiner l'étalement urbain, et d'autre part la désimperméabilisation et la renaturation des sols pour compenser les processus d'artificialisation existants.

A titre d'exemple, on pourrait notamment citer la loi SRU, la loi Grenelle II, la loi ALUR, le plan Biodiversité et la loi Climat Résilience. En effet, l'un des objectifs majeurs du plan Biodiversité est de parvenir à une « zéro artificialisation nette » (ZAN). Par ailleurs, la loi Climat Résilience d'août 2021 vient renforcer cette volonté en fixant 2050 comme date-limite pour l'atteinte de l'objectif ZAN.

Ces objectifs se déclinent aussi progressivement à l'échelle régionale, à l'instar du SDRIF-E d'Ile-de-France, en cours de réécriture, qui intègre pleinement ces objectifs.

¹ En surface artificialisée moyenne en km²/100 000 habitants.

Ces textes législatifs auront également un impact significatif sur la réglementation des Plans Locaux d'Urbanisme (PLU), qui seront à l'avenir soumis à des contraintes plus strictes en matière d'urbanisation. En effet, les PLU devront désormais tenir compte des objectifs de désimperméabilisation et de renaturation des surfaces avant d'autoriser de nouvelles constructions. Cette nouvelle réglementation suscite donc un intérêt croissant pour les projets de descelllement des sols et de renaturation de la part des acteurs de l'aménagement de la ville, notamment les élus locaux, les agences d'urbanisme et de paysagisme, les promoteurs immobiliers ainsi que les associations et les collectifs d'habitants. Elle implique par conséquent la prise en compte de nouveaux enjeux environnementaux, sociaux et économiques dans la fabrique de la Ville.

Ainsi, face aux impacts déjà visibles du changement climatique, il est impératif de prendre des mesures pour adapter les zones urbaines aux conditions climatiques futures et renforcer leur résilience. Dans ce contexte, l'agriculture urbaine (AU) peut jouer un rôle crucial. En effet, en (r)établissant des zones fertiles, l'AU contribue à l'amélioration de l'infiltration des eaux pluviales, à la diminution des effets d'îlots de chaleur urbaine, à la création d'habitats pour la biodiversité urbaine et à la résilience alimentaire des territoires. Par conséquent, les projets d'agriculture urbaine (notamment lorsqu'ils sont à ciel ouvert, en pleine terre ou sur substrat²) sont considérés comme l'un des leviers mobilisables pour adapter les villes aux changements climatiques.

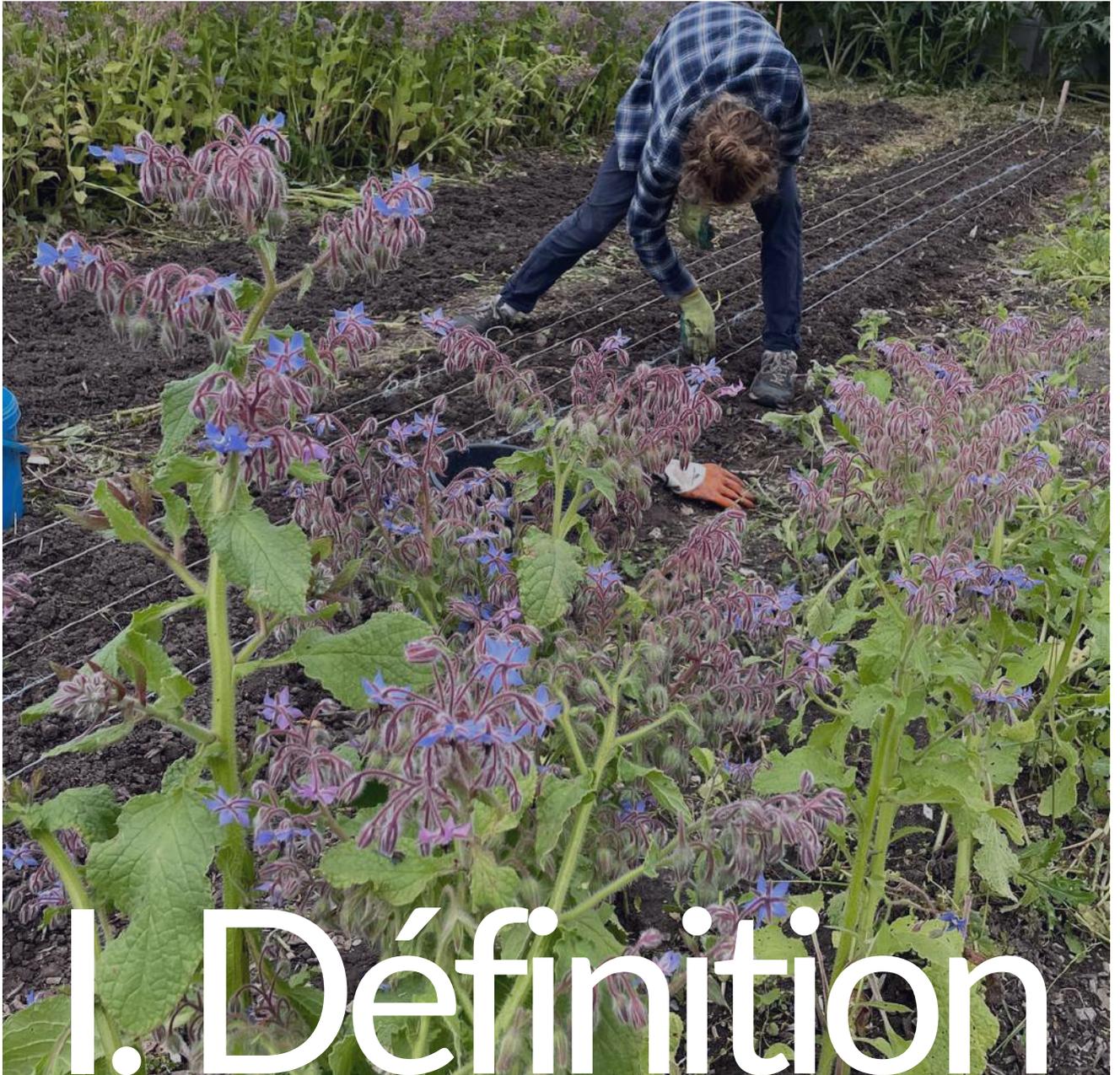
L'intégration de projets d'agriculture urbaine au sein de programmes de désimperméabilisation et renaturation des villes est donc tout à fait envisageable sous condition de garantir une certaine qualité agronomique et sanitaire des sols descellés.

Initié par la Chaire partenariale Agricultures Urbaines de la Fondation AgroParisTech, ce rapport cherchait avant tout à documenter l'écosystème d'acteurs scientifiques et techniques ainsi que les initiatives locales traitant de la renaturation de sols descellés dans un contexte d'agriculture urbaine et, par la suite, à compiler un corpus bibliographique des travaux publiés. Néanmoins au vu de l'absence de publications sur ce sujet, le prisme d'étude de ce rapport a été élargi afin d'intégrer les travaux traitant de la qualité agronomique des sols descellés et renaturés n'accueillant pas forcément d'agriculture urbaine.

Dans un premier temps, une définition des principaux termes utilisés dans ce rapport est proposée. Puis, la méthodologie employée pour réaliser cette étude est explicitée dans la seconde section de ce rapport. Une analyse des tendances d'utilisation des termes liés à la renaturation des sols descellés et à l'agriculture urbaine est proposée en troisième section. La quatrième section restitue l'analyse du corpus scientifique et technique étudié dans ce rapport. En cinquième partie, une cartographie des initiatives locales française de renaturation des sols descellés à vocation agricole est présentée. Enfin, les principales pistes de recherche identifiées pour la poursuite des travaux de la Chaire sont présentées en conclusion de ce rapport.

² Pour plus d'informations sur les performances environnementales des différentes formes d'agriculture urbaine, il est possible de consulter le mémoire de thèse d'Erica Dorr (Dorr, 2022).





I. Définition

de la renaturation de sols descellés et application au cas de l'agriculture urbaine

I. Définition de la renaturation de sols descellés et application au cas de l'agriculture urbaine

Afin d'éclaircir les termes-clés utilisés dans ce rapport, il est important de faire un point sur les nombreuses terminologies mobilisées par les acteurs à propos de notre sujet d'étude.

Désimperméabilisation, descellement, désartificialisation, renaturation... sont autant de termes utilisés par les acteurs techniques, politiques et scientifiques pour décrire des pratiques de refonctionnalisation de sols dégradés mises en œuvre au sein des territoires. Ces pratiques ont néanmoins comme objectif commun de passer d'un sol dégradé par les humains à un milieu naturel ou semi-naturel ayant retrouvé une partie de ses fonctions écologiques originelles (cf. Figure 1).

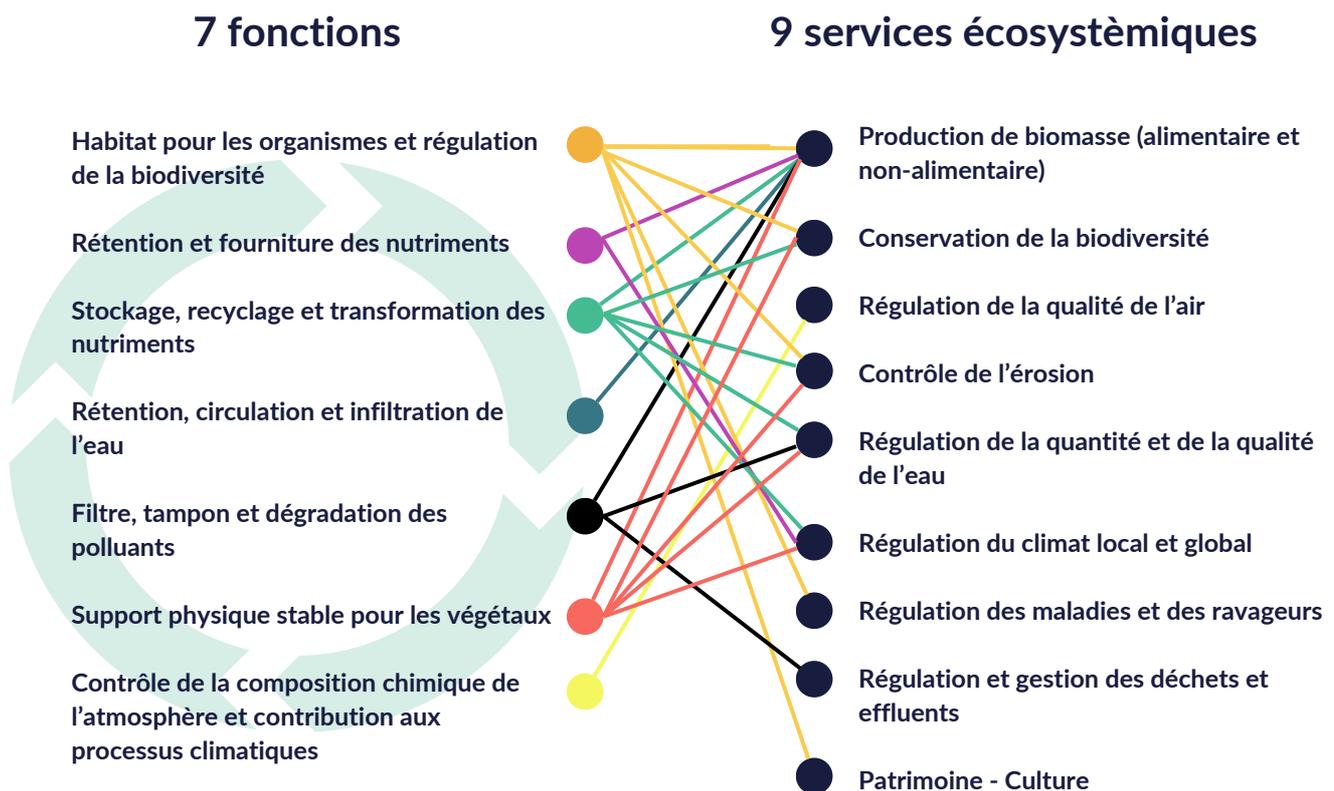


Figure 1. Identification des fonctions du sol et leur rôle dans les services rendus par les écosystèmes (adapté de Calvaruso et al., 2021)

Bien que ces pratiques de refonctionnalisation mettent principalement l'accent sur la composante physique ou organo-minérale du sol, il est impossible de dissocier ces processus de la biodiversité des sols et de la couverture végétale.

a. Désartificialisation et renaturation

Les notions d'artificialisation et de désartificialisation sont désormais mentionnées dans des textes législatifs promouvant l'objectif de « zéro artificialisation nette » (ZAN).

Notamment, la loi Climat et Résilience, approuvée en 2021, propose une **définition officielle de l'artificialisation** au sein du code de l'urbanisme : « *l'altération durable de tout ou partie des fonctions écologiques d'un sol, en particulier de ses fonctions biologiques, hydriques et climatiques, ainsi que de son potentiel agronomique par son occupation ou son usage* ». Elle fournit également une **définition de la renaturation ou de la désartificialisation**, termes utilisés de manière interchangeable par le législateur. Cette définition indique que « *la renaturation d'un sol, ou désartificialisation, consiste en des actions ou des opérations de restauration ou d'amélioration de la fonctionnalité d'un sol, ayant pour effet de transformer un sol artificialisé en un sol non artificialisé* », ce sol non-artificialisé pouvant être une « *surface soit naturelle, nue ou couverte d'eau, soit végétalisée, constituant un habitat naturel ou utilisée à usage de cultures* ». Bien que cette nomenclature de sols non-artificialisés puisse être discutable³, elle fournit néanmoins un premier cadre juridique, essentiel à la mise en place de l'objectif ZAN dans les territoires français.

Néanmoins le concept de renaturation peut recouvrir des types de pratiques très différentes selon les acteurs interrogés allant du simple « verdissement » en zone urbaine au « réensauvagement » complet de certains sites. L'Agence Régionale de la Biodiversité d'Ile-de-France propose de classer ces différentes pratiques selon un gradient d'artificialisation-naturalité qui sera détaillé plus en avant dans cette section.

³ Bien que la nomenclature des sols non-artificialisés ne soit à ce stade pas encore pleinement stabilisée au niveau réglementaire, elle suscite déjà des débats. L'un des points saillants de ces discussions concerne notamment l'inclusion de zones de carrières dans la catégorie des sols non-artificialisés. Les défenseurs de cette proposition s'appuient notamment sur l'obligation du code de l'environnement obligeant les exploitants à renaturer les sites lors de la cessation d'activité. Les détracteurs mettent eux en avant l'absence de prise en compte des différences intrinsèques des espaces actuellement considérés comme non-artificialisés (espaces naturels, espaces agricoles, carrières, ...).

b. Désimperméabilisation

D'autre part, il ne faut pas confondre désimperméabilisation et renaturation. En effet, la **désimperméabilisation (ou descellement)** consiste uniquement à enlever la couche scellée superficielle d'un sol (telle que l'asphalte des voiries) et à lui redonner une certaine perméabilité, notamment vis-à-vis de l'infiltration des eaux pluviales.

La désimperméabilisation n'est pas nécessairement synonyme de restauration écologique des sols. En effet, la désimperméabilisation d'un parking via la mise en place d'un revêtement drainant ne peut pas être considérée comme une action de renaturation. Par ailleurs, les actions de végétalisation qui ne rétablissent pas la fonction d'infiltration des eaux pluviales dans les sols (tels que les toitures végétalisées, les potagers en bacs ou bien les espaces végétalisés sur dalle) ne peuvent pas non plus être qualifiés de projet de renaturation ou désartificialisation.

A l'inverse, la **renaturation** n'est pas obligatoirement associée à une étape de désimperméabilisation. En effet, pour certains acteurs, des projets de refonctionnalisation de sols dégradés et compactés mais non-imperméabilisés, comme le sol de certaines friches urbaine, peuvent être considérés comme des projets de renaturation à part entière.

c. Le maintien et la récréation de zones de « pleine-terre »

En parallèle de la notion de désimperméabilisation, est souvent mentionnée la **notion de « pleine-terre »**. Bien que ne faisant pas l'objet d'une définition officielle ou d'un consensus partagé⁴, cette notion apparaît de plus en plus dans les documents d'urbanisme et cherche principalement à encourager le maintien des sols fonctionnels existants en ville, et à limiter la dégradation de ceux-ci dans les nouveaux projets d'aménagement. Dans une moindre proportion on y note aussi des incitations à la récréation de sols fonctionnels.

⁴ A ce sujet, l'Institut Paris-Région a réalisé une étude de 25 PLU pour saisir les enjeux mis derrière cette notion de « pleine-terre » par les collectivités ainsi que les définitions proposées. Elle est librement consultable dans la collection « Note Rapide de l'institut Paris-Région », n°884 (Cocquièrre & Cornet, 2021)

En sus de la désimperméabilisation de sa surface, la pleine-terre fait également intervenir une notion de continuité verticale et/ou horizontale des sols. En effet, les ouvrages souterrains, tels que les réseaux ou parkings souterrains peuvent perturber l'infiltration des eaux et les échanges gazeux entre le sol et l'atmosphère. D'autres acteurs mettent en avant l'utilité de la continuité horizontale des sols, à l'instar des projets de trames brunes urbaines qui visent à maintenir des corridors écologiques pour le déplacement des organismes du sol ainsi qu'à faciliter l'ancrage et la connectivité des réseaux racinaires.

D'autre part, certains acteurs soulignent également la nécessaire qualité physico-chimique mais aussi biologique des sols de pleine-terre afin qu'ils puissent assurer leur fonction d'habitats pour la biodiversité tellurique, une capacité d'épuration et de filtre ainsi qu'une capacité de rétention et de fourniture de nutriments pour les végétaux. D'autres mettent plutôt en avant la nécessité d'un certain degré de perméabilité afin d'assurer un service de rétention et d'infiltration des eaux.

En ce sens, la volonté de préservation ou de restauration de zones de « pleine-terre » dans les projets d'aménagement fait écho aux pratiques de renaturation des sols évoqués précédemment. Le fait que les collectivités mentionnent cet enjeu au sein de leurs documents d'urbanisme dénote une volonté croissante de s'assurer la qualité des projets de désartificialisation mis en œuvre au sein de leurs territoires.

d. Gradient d'artificialisation-naturalité

Comme mentionné plus haut, le terme de désartificialisation (ou renaturation) peut englober des types de projets faisant passer un site d'un état artificiel à un état « naturel » avec divers degrés d'intensité. Le guide de l'ARB d'Ile-de-France « Renaturer les Villes » (Deboeuf De Los Rios et al., 2022) propose de classer ces projets selon un gradient de naturalité⁵ croissante (cf. Figure 2) :

- Les actions de verdissement des villes, bien que permettant un embellissement du milieu urbain et ponctuellement l'apport d'un service d'ombrage, ne permettent pas forcément de restaurer les fonctionnalités écologiques des sols ou de créer des habitats favorables pour le vivant. Elles incluent par exemple la réalisation de noues paysagères, de massifs horticoles ou d'arbres d'alignement.
- Les projets de renaturation active cherchent notamment à rétablir un nombre plus ou moins grand de fonctions écologiques des sols (cf. Figure 1), via un certain nombre d'interventions humaines visant à initier ou accélérer des processus d'auto-réparation des écosystèmes. Cela inclut par exemple la restauration de zones humides, de prairies ou la réouverture du lit des rivières urbaines.
- Les projets de réensauvagement de certaines zones (s'apparentant à des projets de renaturation passive) cherchent de leur côté à supprimer les dégradations et gênes causées par les activités humaines afin de laisser les processus naturels restaurer les écosystèmes en question. Il n'y a donc *a priori* pas d'intervention de gestion sur le site. Ces projets nécessitent néanmoins des surfaces d'habitats suffisamment grandes afin que le fonctionnement écologique de processus naturels puisse s'y auto-entretenir. C'est par exemple ce qui est mis en place dans la Réserve de Vie Sauvage dans le Parc naturel du Vercors.

⁵ Le concept de naturalité mobilisé dans ce paragraphe fait référence au gradient de naturalité évoqué dans le guide de l'ARB IDF « Renaturer les Villes » (Deboeuf De Los Rios et al., 2022). Il s'appuie notamment sur la définition du terme de naturalité proposé par Guetté et al., 2018, envisagé comme « l'intégrité biophysique, la spontanéité et les continuités spatio-temporelles au sein d'un espace naturel ».

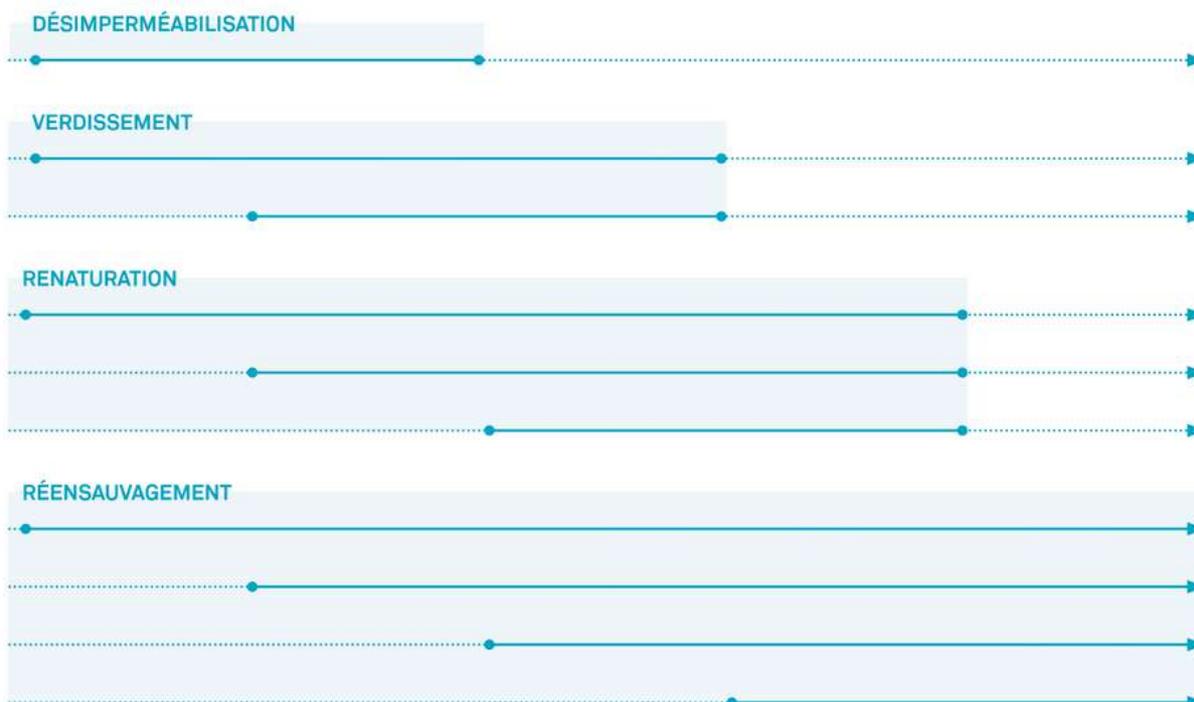


Figure 2. Classification des espaces en fonction d'un gradient d'artificialisation – naturalité et de leurs trajectoires en fonction des opérations de désimperméabilisation, verdissement, renaturation et réensauvagement (Deboeuf De Los Rios et al., 2022)

e. L'agriculture urbaine comme projet de désartificialisation

La définition fournie par Moustier et Mbaye de l'agriculture urbaine est la suivante : « L'agriculture localisée en ville ou à sa périphérie, dont les produits sont majoritairement destinés à la ville et pour laquelle il existe une alternative entre usage agricole et non agricole des ressources (foncier, eau, main d'œuvre etc.). L'alternative ouvre des concurrences et des complémentarités d'usage » (Moustier et al., 1999).

Aujourd'hui le rétablissement de zones fertiles en villes est encouragé pour ses bénéfices sociaux et environnementaux (Aubry et al., 2022). On peut donc facilement imaginer leurs imbrications à des projets de renaturation de sols descellés en zone urbaine. Néanmoins seules certaines formes d'agriculture urbaine répondent aux critères de désimpermeabilisation et renaturation des sols urbains.

Comme mentionné précédemment, sont exclus des actions de renaturation, les projets de toitures végétalisées, de potagers en bacs ou de murs végétaux qui ne garantissent pas la désimpermeabilisation car ils ne rétablissent pas de contact direct avec le sol. D'un autre côté, les projets d'agriculture urbaine en pleine-terre, visant l'établissement de projets à vocation professionnelle ou bien de jardins collectifs, peuvent permettre une renaturation de zones antérieurement artificialisées.

Parmi les projets visant à désartificialiser les sols, l'agriculture urbaine (bien que ne favorisant pas les plus hauts degrés de naturalité des milieux) peut permettre de restaurer des écosystèmes fonctionnels en zone urbaine en permettant par exemple une meilleure infiltration et épuration des eaux pluviales, en rétablissant la capacité des sols à produire de la biomasse (à vocation alimentaire ou non) ou encore en améliorant leur fonction d'habitat pour la biodiversité tellurique ou leur capacité de stockage de carbone. On notera cependant que, grâce à leurs degrés de naturalité plus élevés, d'autres projets de désartificialisation comme l'établissement de zones naturelles tels que des boisements ou des zones humides permettent en général un meilleur rétablissement des fonctionnalités écologiques des sols, par rapport aux projets d'agriculture urbaine.

Dans ce rapport, nous nous sommes concentrés spécifiquement sur les expérimentations et réalisations qui croisent désimpermeabilisation (aussi appelée descelllement) avec une action de renaturation passant par la mise en place de projet d'agriculture urbaine. Néanmoins au vu du manque de publications incluant le prisme de l'agriculture urbaine, ce rapport s'est étendu à **l'étude de la qualité agronomique des sols descellés au sens large**.

Dans cette section, nous venons d'aborder :

- **Les terminologies liées à la renaturation de sols** en commençant par les termes utilisés pour décrire les pratiques de refunctionalisation de sols dégradés. On note les termes de **désimperméabilisation, descellement, désartificialisation et renaturation.**

Renaturation et désartificialisation selon la Loi Climat et Résilience

La loi Climat et Résilience **propose une définition officielle de l'artificialisation et de la renaturation (ou désartificialisation)** qui, bien que sa nomenclature soit discutable, fournit un premier cadre juridique. En résumé, elle y mentionne que :

La renaturation ou désartificialisation consiste en des actions d'amélioration des sols ayant pour effet de transformer un sol artificialisé en un sol non-artificialisé ce dernier pouvant être une « surface soit naturelle, nue ou couverte d'eau, soit végétalisée, constituant un habitat naturel ou utilisée à usage de cultures ».

Désimperméabilisation et renaturation ne sont pas synonymes

La désimperméabilisation (ou descellement) consiste uniquement à enlever la couche scellée superficielle d'un sol pour lui redonner une certaine perméabilité. Elle n'est pas nécessairement synonyme de restauration écologique des sols. **La renaturation**, quant à elle, implique des projets de restauration écologique des sols. Elle n'est pas obligatoirement associée à une étape de désimperméabilisation. En effet, des projets de refunctionalisation de sols dégradés et compactés mais non-imperméabilisés, comme le sol de certaines friches urbaine, peuvent être considérés comme des projets de renaturation à part entière.

- **La recréation de zones de pleine-terre et continuité des sols** : La notion de "pleine-terre" est évoquée pour encourager le maintien des sols fonctionnels en ville et limiter leur dégradation dans de nouveaux projets d'aménagement. Elle implique une continuité verticale et/ou horizontale des sols pour assurer leurs fonctions écologiques.
- **Gradient d'artificialisation-naturalité** : Le concept de désartificialisation (ou renaturation) peut inclure différents types de projets allant du simple verdissement au réensauvagement en laissant les processus naturels agir. Le guide de l'ARB IDF « Renaturer les Villes » (Deboeuf De Los Rios et al., 2022) propose une classification de ces projets selon un gradient de naturalité croissante.
- **Le rôle de l'agriculture urbaine dans un projet de désartificialisation et de renaturation** : L'agriculture urbaine peut être considérée comme un projet de désartificialisation et renaturation à condition de mettre en place un projet en pleine-terre. Cela peut en effet permettre d'améliorer certaines fonctionnalités écologiques des sols urbains. Cependant, d'autres projets de désartificialisation, telles que certaines zones naturelles, permettent un meilleur rétablissement des fonctions écologiques des sols.
- **Précision sur l'objectif du rapport** : Le rapport se concentre sur les expérimentations et réalisations croisant la désimperméabilisation avec la renaturation par le biais de projets d'agriculture urbaine. Cependant, en raison du manque de publications incluant l'agriculture urbaine, l'étude s'est élargie à la qualité agronomique des sols descellés au sens large. au sens large.



II. Méthodologie

II. Méthodologie

Le présent rapport a pour objectif de réaliser un recensement des acteurs travaillant sur de la qualité agronomique des sols descellés et renaturés en France (voire à l'international) ainsi qu'un état des lieux des expérimentations et des démonstrateurs de renaturation sur sols descellés en lien avec des projets d'agriculture urbaine.

Pour ce faire, notre travail s'est articulé en plusieurs étapes.

Tout d'abord, pour contextualiser nos recherches, nous avons observé les tendances d'utilisation des principaux mots-clés (dans la presse ou ouvrages "grand public") relatifs à la renaturation de sols descellés et à l'agriculture urbaine. Par la suite, nous avons identifié les publications en lien avec notre sujet en consultant les principales bases de données de recherche scientifiques et techniques, et les avons compilées au sein d'un corpus d'étude. Puis, nous avons analysé les principales thématiques d'étude de notre corpus. Enfin, nous avons produit une cartographie des principales initiatives locales françaises en lien avec notre sujet.

a. Analyse des tendances de publications

Des outils lexicographiques ont été mobilisés pour contextualiser cette étude. Ils permettent d'analyser les tendances d'utilisation de mots ou de phrases au fil du temps dans un corpus de textes numériques et permet notamment de les afficher sous forme de graphiques.

L'outil Gallicagram⁶ a été utilisé pour observer les tendances d'utilisation du champ lexical des sols descellés renaturés dans la presse française (notamment le corpus du journal Le Monde) entre 1990 et 2022.

Puis, l'outil NgramViewer⁷ a été mobilisé pour observer les tendances de publication dans les ouvrages « grand public ». Le corpus analysé par NgramViewer est le corpus anglophone de la base de données Google Books sur la période 1800-2019. Il est principalement composé d'ouvrages numérisés à partir de fonds de bibliothèques de plusieurs pays, et exclut donc une grande partie des revues scientifiques.

Différents mots-clés relatifs au sujet de cette étude y ont été testés afin d'identifier leurs fréquences d'utilisation depuis 1970.

⁶ shiny.ens-paris-saclay.fr/app/gallicagram

⁷ books.google.com/ngrams

b. Identification des publications scientifiques et techniques

La recherche de publications scientifiques anglophones s'est réalisée en premier lieu sur les bases de données Scopus⁸, Web of Science⁹ et par la suite sur Springerlink¹⁰ avec un nombre de mots-clés plus restreint. La recherche de publications francophones (et en partie anglophones) a été réalisée sur la base de données HAL¹¹.

Le nombre d'article pertinents obtenus sur Scopus et Web of Science était très limité lors des premières recherches, qui incluaient des mots-clés relatifs à l'agriculture urbaine (cf. Annexe). En effet, après triage, seuls 1 et 2 articles ont respectivement été retenus pour ces 2 bases de données. Il a par la suite été décidé d'élargir le spectre de recherche afin d'inclure les études testant la croissance ou l'innocuité de tout produit agricole sur sols descellés renaturés, puis par la suite à toute recherche cherchant à évaluer la qualité agronomique de sols descellés.

Les recherches de mots-clés au sein des publications se sont limitées aux titres, résumés et mots-clés lorsque le moteur de recherche le permettait (Scopus et Web of Science), sinon la recherche s'est effectuée sur les textes intégraux des publications (Springerlink et HAL).

Les titres et/ou les résumés des articles repérés par les moteurs de recherches ont ensuite été passés en revue pour éliminer ceux qui sortaient de la thématique d'étude.

⁸ scopus.com

⁹ webofscience.com

¹⁰ link.springer.com

¹¹ hal.science

Le Tableau 1 récapitule le nombre de résultats rapportés par chaque outil de recherche et le nombre d'articles conservés après l'étape de triage (effectuée en mars 2023).

Tableau 1. Synthèse des mots-clés recherchés dans les bases de données et du nombre de publications retenues

Outil de recherche	Champs recherchés	Mots-clés recherchés	% d'articles retenu
Web of Science	Titres Résumés Mots-clés	(soil*) AND (deseal* OR de-seal* OR unseal* OR un-seal*) AND ("urban agriculture*" OR "urban garden*" OR "urban farm*" OR "allotment* garden*" OR "community garden*" OR "kitchen garden*" OR "agriculture garden*" OR "food pro*" OR fruit* OR legume* OR vegetable* OR fertile OR fertility)	21% (4/19)
	Titres Résumés Mots-clés	(soil*) AND (deseal* OR de-seal* OR unseal* OR un-seal*)	4% (5/120)
Scopus	Titres Résumés Mots-clés	(soil*) AND (deseal* OR de-seal* OR unseal* OR un-seal*) AND ("urban agriculture*" OR "urban garden*" OR "urban farm*" OR "allotment* garden*" OR "community garden*" OR "kitchen garden*" OR "agriculture garden*" OR "food pro*" OR fruit* OR legume* OR vegetable* OR fertile OR fertility)	8% (2/26)
	Titres Résumés Mots-clés	(soil*) AND (deseal* OR de-seal* OR unseal* OR un-seal*)	3% (4/157)
Springerlink	Titres Résumés Mots-clés Texte intégral	(soil*) AND (deseal* OR de-seal* OR unseal* OR un-seal*) AND ("urban agriculture*" OR "urban garden*" OR "urban farm*" OR "allotment* garden*" OR "community garden*" OR "kitchen garden*" OR "agriculture garden*" OR "food pro*" OR fruit* OR legume* OR vegetable* OR fertile OR fertility)	0% (0/19)
	Titres Résumés Mots-clés Texte intégral	(soil*) AND (deseal* OR de-seal* OR unseal* OR un-seal*)	0% (0/212)
HAL	Titres Résumés Mots-clés Texte intégral	Désimperméabilis* OR désartificialis* OR desartificiali* OR unseal* OR un-seal* OR deseal* OR de-seal*	6% (2/36)
	Titres Résumés Mots-clés Texte intégral	Renatur* OR descell* (+filtre « science de l'environnement »)	0% (0/63)

Dans un deuxième temps, la recherche s'est concentrée sur les travaux de thèses françaises sur les bases Theses.fr¹² et HAL Thèses¹³ via les mots-clés suivants : désimperméabili(...), descell(...), renatur(...) et désartificiali(...).

De la même manière, les titres et les résumés des travaux de thèses repérés ont été passés en revue pour éliminer ceux qui s'écartaient de la thématique d'étude.

La liste des publications (articles, communication de congrès etc.) trouvées via l'interrogation des bases de données a également été complétée par des articles supplémentaires, identifiés dans les sections bibliographiques des articles antérieurs ou par la connaissance de travaux pertinents connus des contributeurs de ce rapport.

Ce sont au final 8 publications qui ont été retenues pour ce travail de recherche bibliographique.

La liste complète des publications identifiées est disponible dans la section Bibliographie. Elle est également résumée dans la section IV de ce rapport.

c. Cartographie des initiatives locales françaises

Pour terminer, ce sont les initiatives locales françaises (d'acteurs privés, associatifs ou de l'enseignement) qui ont été mises en lumière.

Pour réaliser la compilation de ces expérimentations, pilotes ou démonstrateurs, des recherches ont été effectuées sur le moteur de recherche du média en ligne Agri-city¹⁴, sur le site web de Plante & Cité¹⁵ ainsi que sur le moteur de recherche Google¹⁶. Les mots-clés suivants ont été testés : désimperméabili(...), descell(...), renatur(...) et désartificiali(...).

La liste des lauréats du projet ANRU Quartier Fertiles¹⁷ a aussi été passée en revue afin d'identifier des projets en lien avec le sujet de cette étude.

Ils ont par la suite été cartographiés selon leurs localisations géographiques.

¹² *theses.fr*

¹³ *theses.hal.science*

¹⁴ *agri-city.info/fr/*

¹⁵ *plante-et-cite.fr*

¹⁶ *google.com*

¹⁷ *anru.fr/reseauqf*

Dans ce chapitre, la méthodologie utilisée pour mener cette étude a été détaillée. On retiendra qu'elle a été menée en 3 étapes :

1. Analyse des tendances de publications

Pour contextualiser cette étude, l'outil Gallicagram a été utilisé pour observer les tendances d'utilisation du champ lexical des sols descellés renaturés dans la presse française (notamment le corpus du journal Le Monde) entre 1990 et 2022. Puis, l'outil NgramViewer (basé sur le corpus de Google Books) a été mobilisé pour observer les tendances de publication dans les ouvrages « grand public ». Différents mots-clés relatifs au sujet de cette étude y ont été testés afin d'identifier leurs fréquences d'utilisation depuis 1970.

2. Compilation d'un corpus de publications scientifiques et techniques

La recherche de publications scientifiques anglophones s'est réalisée en premier lieu sur les bases de données Scopus, Web of Science et par la suite sur Springerlink avec un nombre de mots-clés plus restreint. La recherche de publications francophones (et en partie anglophones) a été réalisée sur la base de données HAL. Les travaux de thèses françaises ont également été consultés via l'interrogation des bases Theses.fr et HAL Thèses. Au final ce sont plus de 500 publications qui ont été passées en revue pour aboutir à une liste restreinte de 8 publications identifiés comme traitant de notre sujet.

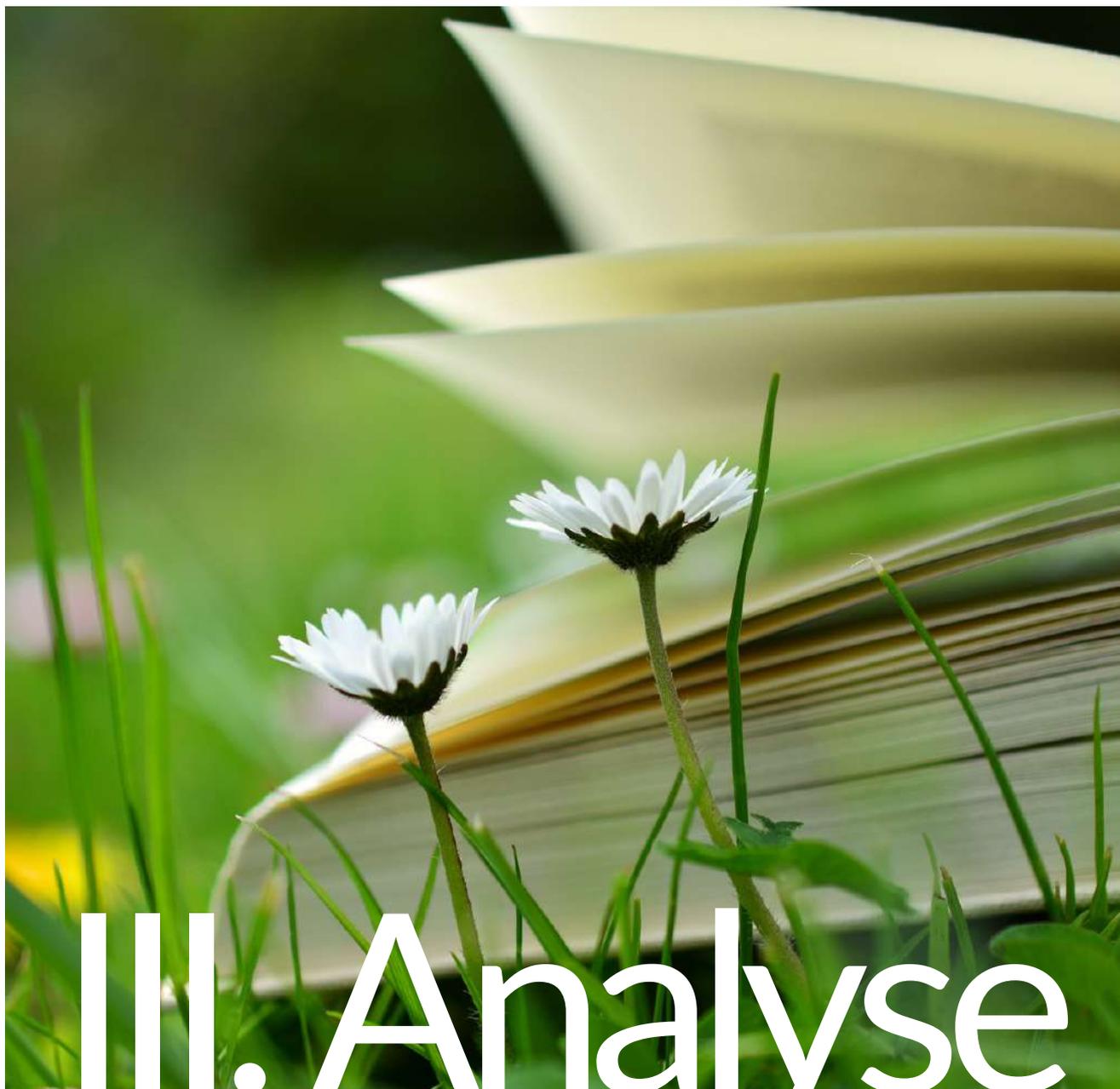
3. Cartographie des initiatives locales françaises

Une cartographie des initiatives locales françaises (d'acteurs privés, associatifs ou de l'enseignement) a été réalisée via la consultation de la presse généraliste et de média en ligne spécialisés tels qu'Agri-city ou Plante & Cité, et complétée par des recherches sur le moteur de recherche Google. La liste des lauréats du projet ANRU Quartier Fertiles a aussi été passée en revue afin d'identifier des projets en lien avec le sujet de cette étude.

Références :

shiny.ens-paris-saclay.fr/app/gallicagram
books.google.com/ngrams
scopus.com/
webofscience.com
link.springer.com

hal.science
theses.fr
theses.hal.science
agri-city.info/fr/
plante-et-cite.fr
anru.fr/reseauqf



III. Analyse

des tendances de publications

III. Analyse des tendances de publications

L'outil lexicographique Gallicagram nous a permis d'observer l'utilisation des termes du champ lexical de la désimperméabilisation et de la renaturation au sein du corpus de presse Le Monde. On note un emballement de la presse écrite à ce sujet à partir des années 2015 (Figure 3).

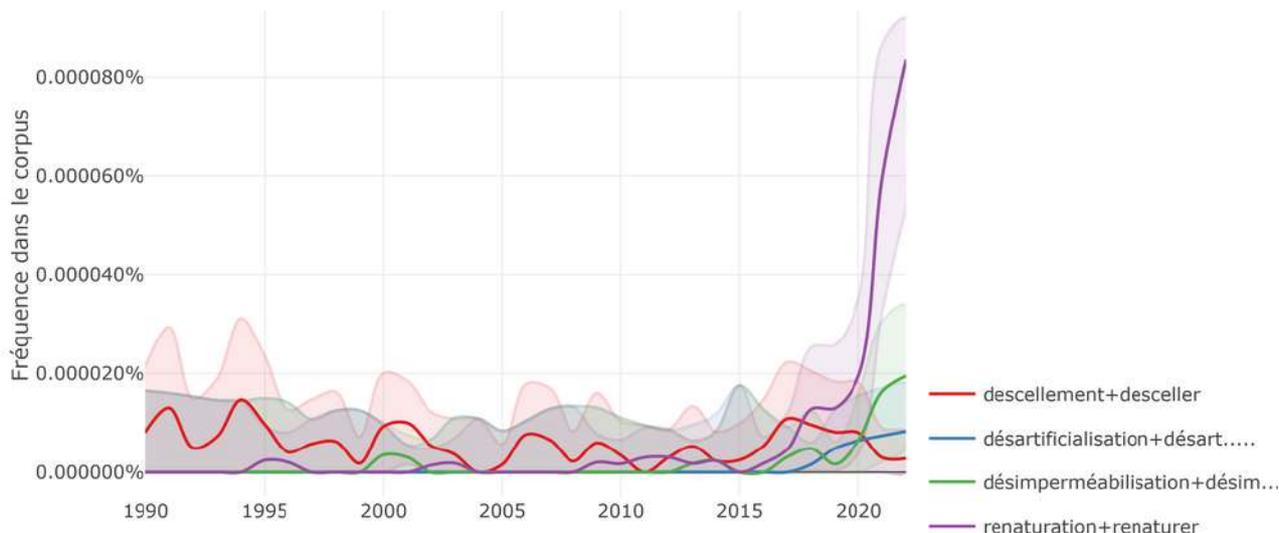


Figure 3. Evolution de la tendance d'utilisation des termes les plus fréquents du champ lexical des sols descellés renaturés utilisés dans la presse française (source : Gallicagram)

D'autre part, bien que l'utilisation des termes du champ lexical de la désimperméabilisation et de la renaturation reste limitée dans la base de données Google Books, l'analyse de leurs fréquences d'utilisation met en lumière une augmentation progressive de celle concernant la désimperméabilisation (« unsealing ») durant la fin du XXème siècle et le début du XXIème. En parallèle, on observe également une augmentation de la fréquence d'utilisation du lexique relatif à l'agriculture urbaine (Figure 4).

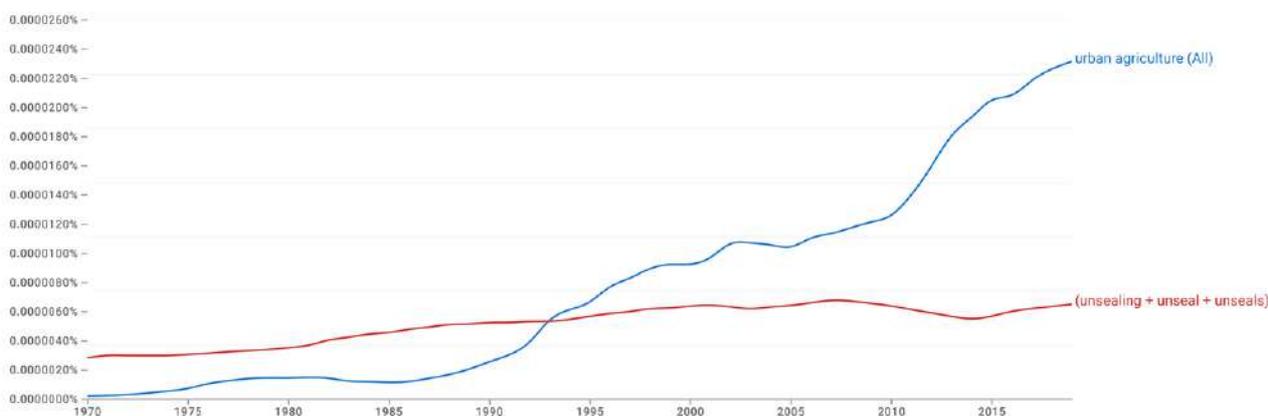


Figure 4. Evolution de la tendance d'utilisation des termes les plus fréquents du champ lexical des sols descellés renaturés et du champ de l'agriculture urbaine au sein des ouvrages de Google Books (source : NgramViewer)

De surcroît, concernant le corpus de 8 publications scientifiques compilés pour cette étude, on notera que les dates de parution s'échelonnent sur une période très récente : entre 2018 et 2022.

En Résumé

On retiendra que dans la presse généraliste et les ouvrages « grand public », l'intérêt pour les sujets de désimperméabilisation et de renaturation croît progressivement durant la fin du XXème siècle et le début du XXIème.

En parallèle, les travaux concernant la qualité agronomique des sols descellés n'ont commencé à être publiés que très récemment (le premier article de notre corpus datant de 2018).



IV. Analyse

du corpus scientifique et technique

IV. Analyse du corpus scientifique et technique

En premier lieu, on notera qu'actuellement les opérations de recyclage urbain (impliquant le renouvellement de la ville sur la ville) induisent rarement des opérations de désimperméabilisation combinée à des opérations de renaturation. En effet ce sont souvent de nouvelles infrastructures urbaines qui remplacent les anciennes (ex : une ancienne zone industrielle faisant place à de nouveaux complexes immobiliers, de nouveaux centres commerciaux, etc). C'est en tout cas le constat du rapport de l'EEA (European Environment Agency, 2016) qui souligne que la désimperméabilisation est rarement mise en place dans les projets de renaturation, à l'instar des chiffres écossais qui indiquent qu'en 2019 à peine 10 % de la surface urbaine recyclée concernait des retours à des espaces naturels, agricoles ou forestiers.

Notre objet d'étude étant relativement rare, il est donc logique de ne trouver qu'un nombre très limité de publications scientifiques concernant des sols à la fois descellés et renaturés.

a. Publications scientifiques

La recherche bibliographique au sein des principales bases de données de publications scientifiques a en effet mis en évidence le faible nombre de publications relatives à la renaturation de sols descellés.

Lors de cette recherche sur les bases de données pour la compilation de ce corpus, il est apparu qu'aujourd'hui, ces sols, lorsqu'ils faisaient l'objet d'expérimentations, étaient majoritairement étudiés dans une optique d'infiltration des eaux pluviales afin de remédier notamment aux risques d'inondation. D'autre part, les sols descellés et renaturés sont encore très peu étudiés sous le prisme du rétablissement de leur qualité agronomique, et encore moins sous le prisme de leur potentielle vocation de production alimentaire.

Cependant, un certain nombre de publications traitent de sujets connexes. Par exemple, des articles tels que ceux de Cambou et al., 2018 et Piotrowska-Długosz & Charzyński, 2015 traitent de l'impact de l'imperméabilisation sur la qualité des sols sous-jacents. D'autres publications étudient des projets de renaturation sans désimperméabilisation (anciennes carrières, remblaiements divers, etc.) qui visent à rétablir la fonction de support de végétation des sols pour des usages agricoles ou récréatifs (Kaufmann et al., 2009; Krümmelbein & Raab, 2012).

A l'échelle internationale, parmi les publications passées en revue, seuls 6 articles scientifiques et 2 communications dans des congrès concernant des projets de recherche en cours ont été identifiés à ce jour sur le sujet de la qualité agronomique, voire sanitaire, de sols descellés renaturés. Parmi ces 6 articles, trois articles scientifiques parlent de suivis d'expérimentations et les trois autres sont des review-articles encourageant le descelllement des sols pour l'implantation de projets de renaturation via différentes formes d'agriculture urbaine.

On notera qu'à ce jour aucune publication de ce type n'a été publiée par des universités françaises dans des revues scientifiques. Néanmoins deux projets de recherche français en cours aboutiront sans doute à des publications dans les prochaines années. Pour l'instant, les publications scientifiques sont principalement rédigées par des universités italiennes et ponctuellement des universités espagnoles et suisses.

Les 6 articles scientifiques sont présentés dans l'ordre chronologique dans les paragraphes suivants. Les deux communications dans les congrès sont relatives à un projet de recherche français, présenté dans la sous-section suivante.



Swiss Federal Research Institute WSL - University of Basel - University of Zurich (Suisse)

L'article de Tobias et al., 2018, *Soil sealing and unsealing: State of the art and examples*, passe en revue la littérature disponible, lors de la rédaction de l'article, sur l'impact des pratiques d'imperméabilisation sur la qualité des sols sous-jacents. L'article passe aussi en revue la littérature relative à la désimperméabilisation des sols (peu fournie aux dires des auteurs), et notamment les facteurs influençant les projets urbains en faveur de la résorption des « brownfields », ou des exemples de projets de désimperméabilisation - bien qu'ils traitent du retour à des zones naturelles (souvent forestières) et non à des zones agricoles.

En particulier, sur les trois cas d'étude présentés dans l'article, le cas d'étude n°2 traite d'un exemple réussi de rétablissement d'habitats naturels suite à la désimperméabilisation d'une route (nonobstant une fragmentation rémanente de l'écosystème qui n'est par contre pas due au chantier de renaturation). Le cas d'étude n° 3 traite de la faisabilité de la renaturation de sols agricoles suite à leur stockage en tas durant un chantier de construction. Néanmoins il n'y a pas de désimperméabilisation en jeu dans ce cas d'étude. Bien que les résultats valident la capacité des sols restaurés à être support de végétation, on notera que leurs paramètres de compaction restent néanmoins différents des sols agricoles-témoins de référence.



University of Padua (Italie)

L'article de Renella, 2020, *Evolution of physico-chemical properties, microbial biomass and microbial activity of an urban soil after de-sealing*, étudie l'évolution d'un sol de chantier désimperméabilisé à différents intervalles de temps. Ainsi, sont comparés différents indicateurs physiques, chimiques et biologiques des sols, 2 mois, 20 mois et 34 mois après leur désimperméabilisation et leur colonisation spontanée par certains végétaux. Ces indicateurs sont également comparés à ceux d'un sol de vergers d'une parcelle adjacente. Les résultats indiquent que les sols descellés peuvent progressivement recouvrer une certaine fertilité, même sans intervention de l'homme. Ce mécanisme s'accélère d'autant plus lors de l'installation d'un couvert végétal spontané.



Institute of Bioeconomy of Florence (Italie)

L'article d'Ugolini et al., 2020, *Assessing the influence of topsoil and technosol characteristics on plant growth for the green regeneration of urban built sites*, relate une expérimentation de 3 ans qui a pris place dans le cadre du projet européen *Save Our Soils for LIFE (SOS4LIFE 2017-2019)* au sein de 2 villes italiennes, San Lazzaro di Savena et Capri. Des bacs de cultures (mésocosmes) ont été mis en place pour évaluer les performances de sols descellés non-amendés et de sols descellés recouverts de terres végétales. Les auteurs ont évalué les caractéristiques physico-chimiques et hydriques de chaque parcelle, et les ont mises en regard avec la croissance de 2 espèces d'arbustes ornementaux. Les résultats des sols descellés non-amendés ont été comparables, voire supérieurs, aux parcelles expérimentales aménagées avec de la terre végétale, en effet la texture plus fine des sols amendés avec de la terre végétale aurait diminué leur capacité de drainage lors d'épisodes d'excès d'eau.



Institute of Bioeconomy – University of Florence – University of Brescia – University of Padua (Italie)

L'article de Maienza et al., 2021, *Biological Restoration of Urban Soils after De-Sealing Interventions*, s'intègre également dans le projet européen SOS4LIFE (2017-2019) et suit les parcelles expérimentales décrites par Ugolini et al., 2020 à San Lazzaro di Savena et Capri ainsi que des parcelles mises en place dans la ville de Forli (Italie).

Bien que les caractéristiques chimiques des sols aient été mesurées annuellement sur les 3 ans du projet, c'est aussi la qualité biologique des sols qui a été évaluée ainsi que la présence d'éléments-trace métalliques dans les sols et arbustes plantés. Les résultats de l'étude ont montré une restauration progressive de l'activité microbienne des sols au sein des 2 modalités et leurs aptitudes à être supports de végétation. Ils ont également mis en évidence une augmentation des taux en ETM dans les sols des expérimentaux, probablement dû à une exposition à des sources anthropogéniques (trafic routier, installations de chauffage des riverains, etc.).



University of Turin (Italie)

L'article de Fabbri et al., 2021, ***Constructed Technosols: A Strategy toward a Circular Economy***, passe en revue la littérature disponible lors de la rédaction de l'article sur les procédés de construction de sols. Les auteurs insistent (dans l'introduction) sur le besoin de multiplier les infrastructures vertes des villes et de desceller des espaces inutilisés ou abandonnés. La construction de sols sur sols descellés est selon les auteurs un moyen de remédier à des sols peu fertiles, compactés et potentiellement pollués.



University Miguel Hernández of Elche of Alicante (Espagne)

L'article de Rodriguez-Espinosa et al., 2021, ***Land Recycling, Food Security and Technosols***, passe en revue la littérature disponible lors de la rédaction de l'article pour mettre en lumière le bénéfice qu'auraient les sols descellés à être travaillés via des techniques de construction de sols dans l'optique de maintenir un service d'approvisionnement alimentaire à proximité des villes. En effet, en plus de rétablir un certain nombre de fonctionnalités écologiques des sols (comme le stockage de carbone ou l'infiltration des eaux de pluies), l'agriculture urbaine peut participer d'après les auteurs à la sécurité alimentaire des zones urbaines. La construction de sols peut également minimiser l'impact environnemental de la production de déchets des zones urbaines via leur valorisation au sein de parcelles d'AU. Néanmoins les auteurs soulignent risques dus à la compaction et la potentielle contamination des sols lors d'opérations de renouvellement urbain, notamment lorsque ces opérations concernent les sols d'anciennes friches.

b. Projets de recherche

En termes de projets de recherche, trois projets identifiés prennent en compte la fertilité ou qualité agronomique de sols descellés au sein de projets de renaturation. Les deux communications identifiées dans le corpus d'étude sont liées au deuxième projet français présenté ci-dessous.

Comme mentionné précédemment dans les articles de Maienza et al., 2021 ainsi que l'article d'Ugolini et al., 2020, l'un de ces projets de recherche est le projet italien **SOS4LIFE** (2017-2019)¹⁸, soutenu par les financements LIFE+ européens et coordonné par la ville de Forli en partenariat avec les municipalités de Capri et San Lazzaro, la région de l'Emilia-Romania ainsi que l'association d'entreprises du BTP ANCE, l'association environnementale régionale Legambiente et l'institut de Bioéconomie de Florence. L'une des réalisations de ce projet a été la mise en place de trois démonstrateurs urbains de renaturation de sols descellés ainsi que leurs suivis scientifiques dans le temps. Parmi les autres objectifs du projet, on trouve également l'élaboration d'un guide de bonnes pratiques relatif à la renaturation au sein de projets urbains ainsi qu'au renforcement de la résilience face au changement climatique.

Deux projets de recherche français souhaitent également centraliser les retours d'expérience et les données acquises par les acteurs de l'aménagement de la ville sur les pratiques de désimperméabilisation et de renaturation.

Le projet **DESSERT** (2021-2024) « Désimperméabilisation des sols urbains et effets sur leur état, leur fonctionnement et leur aptitude à rendre des services écosystémiques » est financé par l'ADEME. Il vise notamment à évaluer d'une part l'effet du descelllement sur la qualité et le fonctionnement des sols, d'autre part à évaluer les méthodes de génie pédologique utilisées lors de leur renaturation, et finalement à évaluer l'ensemble des services écosystémiques rendus par ces sols désimperméabilisés et les systèmes sols-plantes rétablis. Il vise également la mise au point d'un outil d'aide à la conception de travaux de désimperméabilisation des sols.

Les partenaires de ce projet sont l'Université de Lorraine (LSE), Agrocampus Ouest (EPHor, UMR BAGAP) Université d'Aix-Marseille (UMR Telemme), les entreprises du BTP (SCE et D&L Enromat -Groupe Durand), le bureau d'étude Wagon landscaping ainsi que le centre technique Plante et Cité.

¹⁸ sos4life.it/en/

Une thèse¹⁹ Cifre Plante et Cité a également lieu dans le cadre de ce projet et est menée par Claire Vieillard depuis 2021 sous l'encadrement de L. Vidal-Beaudet et S. Ouvrard.

D'autre part, on peut aussi mentionner le projet **DésiVille** (2019-2022) « Outils d'aide à la Désimperméabilisation des sols artificialisés : développements méthodologiques pour l'évaluation du potentiel de désimperméabilisation et catalogue de solutions applicables en Ville », également financé par l'ADEME. Il vise à élaborer un outil d'aide à la désimperméabilisation des sols artificialisés via le développement d'outils méthodologiques pour évaluer le potentiel de désimperméabilisation et via la mise à disposition d'un catalogue de solutions applicables pour les collectivités et aménageurs.

Les partenaires de ce projet sont notamment les instituts de recherche du BRGM et de l'IRSTV (CEREMA, IFSTTAR, CRENAU, ESO), l'agence d'urbanisme DIXIT et Nantes Métropole Aménagement. Ce projet a récemment fait l'objet de communications dans 2 congrès en 2022 : la 11ème conférence des SUITMA (Guern et al., 2022a) et le colloque d'Intersol 2022 (Guern, 2022b). Les résultats de ce projet devraient *a priori* faire l'objet de publications scientifiques dans un futur proche.

c. Guides techniques

La recherche bibliographique n'a pas permis de mettre en évidence à ce jour un guide technique couplant désimperméabilisation, renaturation et agriculture urbaine. Au contraire, dans les guides trouvés traitant de la renaturation de sols descellés, l'agriculture urbaine n'est pas recommandée à ce jour. En effet, les auteurs des guides adoptent en général une position précautionneuse vis-à-vis du risque potentiel de contamination des sols descellés. Les projets d'AU sont donc *a priori* écartés sauf dans l'éventualité où des analyses complémentaires de la qualité des sols auraient été réalisées par les porteurs de projet.

A titre d'exemple, le guide « Renaturer les villes » de l'ARB d'Ile-de-France (Deboeuf De Los Rios et al., 2022) conseille de réaliser un diagnostic des parcelles renaturées avant d'y installer un projet d'agriculture urbaine. Un encart présente notamment la méthode de diagnostic de sol REFUGE (Risques en Fermes Urbaines Gestion et Evaluation).

¹⁹ THESE Vieillard C. 2021-24. Désimperméabilisation des sols urbains et effets sur leur état, leur fonctionnement et leur aptitude à rendre des services écosystémiques, Financement Cifre Plante et Cité, Directrice de thèse : L. Vidal-Beaudet et S. Ouvrard. (www.plante-et-cite.fr/ressource/fiche/701/desimpermeabiliser_les_sols_synthese_de_l_enquete_nationale_sur_les_pratiques_de_desimpermeabilisation)

C'est également le cas dans le guide Sous les pavés « **De l'asphalte vers un milieu de vie** » du Centre d'écologie urbaine de Montréal et la ville de Québec (CEUM, 2019), qui préconise des analyses préliminaires de la qualité des sols en cas de volonté de production alimentaire sur le sol descellés. Le guide « How to depave – the guide to freeing your soil » de l'organisation états-unienne Depave (Iserhott et al., 2015) aux Etats-Unis préconise également le même type de pratiques.

Les préconisations du programme « **Strasbourg, ça pousse** »²⁰ écartent, elles, la possibilité d'installer des cultures alimentaires sur les espaces désimperméabilisés et végétalisés par les habitants. En effet, il n'y *a priori* pas de diagnostic de sols effectués lors des opérations de désimperméabilisation des petites surfaces mises à disposition des habitants.

D'un autre côté, on notera que le « **Guide pratique pour limiter l'artificialisation des sols** » (Ministère de la Transition écologique, 2021) indique que les projets de requalification urbaine sont souvent une opportunité pour déployer des stratégies de désimperméabilisation, qui peuvent avoir différents objectifs, comme la limitation du ruissellement ou bien l'introduction de projets d'agriculture urbaine.

²⁰ Ce programme a fait l'objet d'une fiche synthétique dans la série **Expériences et pratiques** « Désimperméabilisation et Renaturation des sols » (CEREMA, 2020)

Dans le cadre de l'analyse du corpus scientifique, nous venons de passer en revue trois types de travaux :

Des publications scientifiques

On retiendra des 3 articles relatant des expérimentations sur sols descellés que les résultats obtenus indiquent le rétablissement de leur aptitude à être support de végétation et une amélioration progressive de leurs qualités agronomiques, laissant donc supposer qu'une installation de cultures alimentaires sur ces sols serait envisageable dans le futur à condition que la qualité sanitaire de ces derniers le permette.

Néanmoins certains auteurs mettent en garde contre les risques de compaction et la potentielle contamination de ces sols, notamment lorsqu'il s'agit des sols d'anciennes friches.

Certains auteurs soulignent cependant qu'au-delà de leur potentiel pour la production alimentaire, l'installation de projets d'agriculture urbaine sur sols descellés peut également participer à la restauration de certaines fonctionnalités écologiques (comme le stockage de carbone ou l'infiltration des eaux de pluies).

Des projets de recherche

Trois projets identifiés prennent en compte la fertilité ou qualité agronomique de sols descellés au sein de projets de renaturation.

L'un d'entre eux est déjà achevé : il s'agit du projet italien SOS4LIFE (2017-2019)²¹, soutenu par les financements LIFE+ européen. Les rapports finaux de ce projet sont librement consultables en ligne.

Deux projets de recherche français souhaitent également centraliser les retours d'expérience et les données acquises par les acteurs de l'aménagement de la ville sur les pratiques de désimperméabilisation et de renaturation : il s'agit des projets DésiVille (2019-2022) et DESSERT (2021-2024).

Des guides techniques

La recherche bibliographique n'a pas permis de mettre en évidence à ce jour un guide technique couplant désimperméabilisation, renaturation et agriculture urbaine. Au contraire, dans les guides trouvés traitant de la renaturation de sols descellés, l'agriculture urbaine n'est pas recommandée à ce jour. En effet, les auteurs des guides adoptent en général une position précautionneuse vis-à-vis du risque potentiel de contamination des sols descellés. Les projets d'AU sont donc *a priori* écartés sauf dans l'éventualité où des analyses complémentaires de la qualité des sols auraient été réalisées par les porteurs de projet.

²¹ sos4life.it/en/



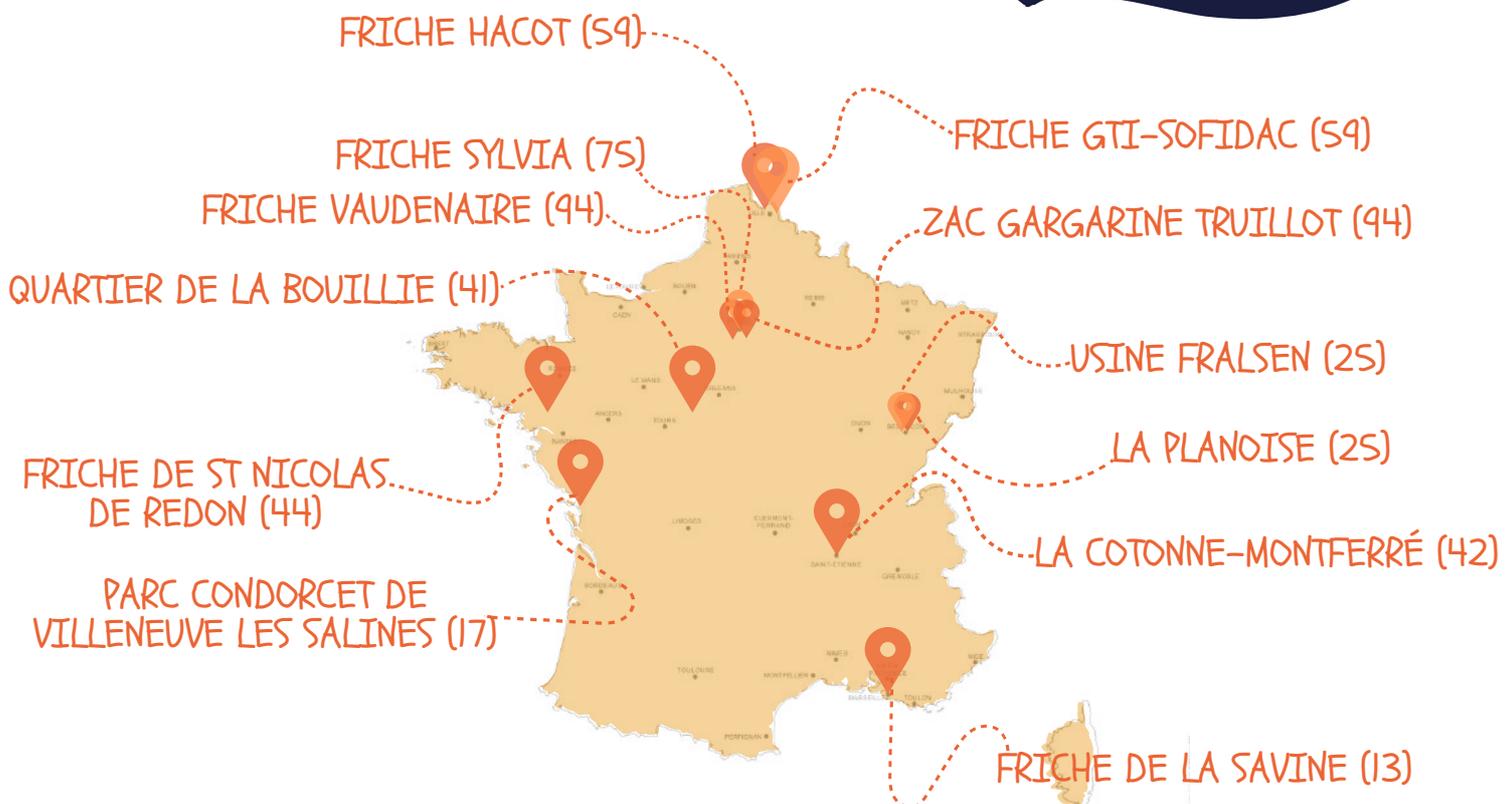
locales de renaturation de sols descellés à vocation agricole ou d'agriculture urbaine

V. Initiatives locales de renaturation de sols descellés à vocation agricole ou d'agriculture urbaine

Contrairement au suivi scientifique des sols descellés renaturés qui restent peu nombreux, les initiatives locales de renaturation de sols descellés se multiplient et essaient peu à peu dans les territoires français. Des appels à projets, tels que « Quartiers Fertiles » de l'ANRU, ont permis de soutenir le développement de nouveaux projets urbains combinant désimperméabilisation et renaturation des sols à visée alimentaire.

La carte en page suivante localise différents projets ayant été recensés en France qui combinent désimperméabilisation et renaturation dans des optiques d'implantation de projets d'agriculture urbaine.

En
aperçu



Friche des Vaudenaires – Arcueil (94)

Acteurs-phares : collectivité territoriale (Ville d'Arcueil)

Projet notoire : Projet de désimperméabilisation, dépollution et renaturation de la friche pour y installer une ferme urbaine.

Quartier de La Bouillie – Blois (41)

Acteurs-phares : établissement public (Communauté d'agglomérations Agglopolys)

Projet notoire : Déconstruction d'un quartier de 143 logements pour rétablir une zone d'expansion de crues. Les aménagements projetés incluent des zones agricoles et naturelles.

Friche de St Nicolas de Redon (44)

Acteurs-phares : Association (TransFo) et collectivité territoriale (Conseil départemental du 44)

Projet notoire : Désimperméabilisation et renaturation des sols de l'ancienne zone industrielle en zone naturelle et agricole.

Parc Condorcet de Villeneuve les Salines – La Rochelle (17)

Acteurs-phares : Régie de quartier (Diagonales), collectivité territoriale (Ville de la Rochelle) et établissement public (ANRU)

Projet notoire : Projet de maraichage urbain au sein d'un parc incluant la débitumisation d'un terrain de sport pour y implanter des serres, via l'apport de compost et de terre végétale. Ce projet a été lauréat en 2021 du programme « Quartier fertiles ».

Friches de La Savine – Marseille (13)

Acteurs-phares : collectivités territoriales (Ville de Marseille) et établissements publics (Métropole de Marseille, ANRU)

Projet notoire : Volonté de réhabiliter et renaturer des friches à La Savines, incluant la création d'une ceinture agri-urbaine et des jardins partagés. Ce projet a été lauréat en 2021 du programme « Quartier fertiles ».

Friche Hacot – Houplines (59)

Acteurs-phares : collectivité territoriale (Ville d'Houplines) et établissements publics (Métropole Européenne de Lille et EPF du Nord Pas-de-Calais)

Projet notoire : Occupation transitoire – déconstruction d'usine, diagnostic de sols et projets participatifs dont du maraichage urbain (non mis en place à ce jour pour manque de participants).

Friche GTI-Sofidac – Roubaix (59)

Acteurs-phares : collectivité territoriale (Ville de Roubaix) et établissement public (Métropole Européenne de Lille et EPF du Nord Pas-de-Calais)

Projet notoire : Occupation transitoire – déconstruction d'usine et production de biomasse non-alimentaire pour méthaniseurs. L'école Junia ISA est partenaire du projet et réalise les analyses de sols et de cultures.



Friche Sylvia – Paris (75)

Acteurs-phares : Entreprise d'aménagement de potagers urbains (Cultures en Ville) et établissement public (Agence de l'eau Seine Normandie)

Projet notoire : Désimperméabilisation d'un ancien parking et mise en place d'une microforêt urbaine comestible.

ZAC Gagarine-Truillot – Ivry sur Seine (94)

Acteurs-phares : collectivité territoriale (Ville d'Ivry) et établissements publics (EPA ORSA, Grand Orly Seine Bièvre)

Projet notoire : Démolition de l'ancienne barre de logement Gagarine et requalification d'un quartier en insérant notamment des projets d'AU en cœur d'îlots

La Planoise – Besançon (25)

Acteurs-phares : établissements publics (Grand Besançon Métropole, ANRU)

Projet notoire : Démolition de bâtis sur 3ha et volonté d'y implanter une ferme urbaine. Ce projet a été lauréat en 2021 du programme « Quartier fertiles ».

Usine Fralsen – Besançon (25)

Acteurs-phares : collectivité territoriale (Ville de Besançon), promoteur immobilier (SMCI) et bureau d'étude d'une coopérative agricole (Agrosolutions)

Projet notoire : Désimperméabilisation d'1,3 ha, renaturation de sols via l'apport de terre végétale et installation d'une ferme de maraichage urbain. Le projet est porté par un promoteur privé.

La Cotonne-Montferré – Saint-Etienne (25)

Acteurs-phares : établissements publics (Grand Besançon Métropole, ANRU)

Projet notoire : Démolition de bâtis (tours Peyrard, garages et école) et volonté d'implantation d'une plateforme de transformation de fruits et légumes et aménagement d'un jardin pédagogique partagé. Ce projet a été lauréat en 2021 du programme « Quartier fertiles ».



VI. Conclusion

& pistes de recherche

VI. Conclusion et pistes de recherche

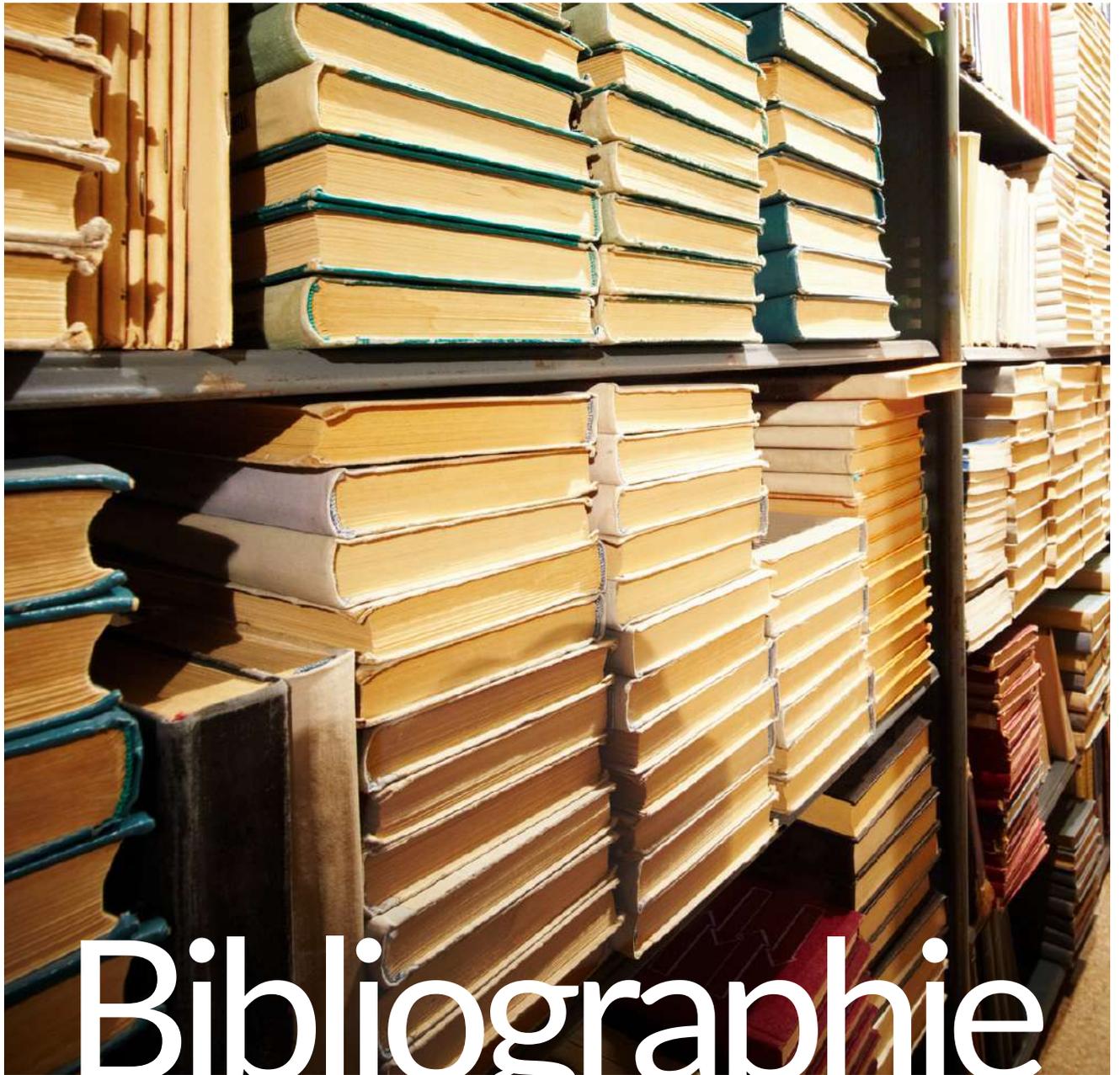
La revue de la littérature réalisée dans ce rapport a permis de mettre en avant l'absence de publications scientifiques traitant de la vocation alimentaire des sols descellés et renaturés. Néanmoins de nombreuses initiatives locales françaises ont pu être identifiées et des parcelles descellées et renaturées ont été mises en culture ou le seront prochainement.

De fait, l'actuel engouement des acteurs publics soutenant ce type d'initiative fait écho aux incitations des politiques publiques récentes telles que celles concernant l'objectif de « zéro artificialisation nette ».

Pour poursuivre les travaux sur ce sujet, il sera intéressant dans un premier temps de suivre ces structures locales qui mettent en place ce type d'expérimentation et d'évaluer la qualité à la fois agronomique et sanitaire des sols et leurs capacités à être support de productions alimentaires.

D'autre part, il a été montré que le descellement et la renaturation des sols induisent des évolutions rapides de leurs caractéristiques physico-chimiques ainsi que biologiques. Face au manque de d'évaluations scientifiques actuel, il sera intéressant de mettre en place des expérimentations permettant de caractériser et comparer l'impact des différentes pratiques de descellement et renaturation sur la qualité physico-chimique des sols et des productions, sur le fonctionnement hydrique et thermique du site, sur la biodiversité tellurique et végétale ainsi que sur la compatibilité sanitaire des nouveaux usages (production alimentaire, ouverture au public, etc.) via l'étude de bioindicateurs et de modélisations de risques sanitaires.

Les pistes de recherche présentées dans les paragraphes ci-dessus s'articulent avec le troisième axe de la Chaire « Analyser les rôles écologiques des formes d'AU pour en accroître les bénéfices sur le métabolisme urbain » et ponctuellement avec le premier axe « Produire des aliments pour tous ».



Bibliographie

& annexes

Bibliographie

Aubry, C., Giacchè, G., Maxime, F., & Soulard, C.-T. (2022). Les agricultures urbaines en France : Comprendre les dynamiques, accompagner les acteurs. Quae.
<https://www.quae.com/produit/1752/9782759235643/les-agricultures-urbaines-en-france>

Calvaruso, C., Blanchart, A., Bertin, S., Grand, C., Pierart, A., & Eglin, T. (2021). Quels paramètres du sol mesurer pour évaluer les fonctions et les services écosystémiques associés ? *Etude et Gestion des Sols*, 28(1), 3-29. <http://www.afes.fr/publications/revue-etude-et-gestion-des-sols/volume-28-numero-1/>

Cambou, A., Shaw, R. K., Huot, H., Vidal-Beaudet, L., Hunault, G., Cannavo, P., Nold, F., & Schwartz, C. (2018). Estimation of soil organic carbon stocks of two cities, New York City and Paris. *Science of The Total Environment*, 644, 452-464. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.322>

CEREMA. (2020). Désimperméabilisation et renaturation des sols. Fiche n° 04—Impliquer les citoyens dans la renaturation de leur quartier—Opération « Strasbourg ça pousse » (Expériences et pratiques). Cerema. Bron. <https://doc.cerema.fr/Default/doc/SYRACUSE/16093/desimpermeabilisation-et-renaturation-des-sols-serie-de-fiches-fiche-n-04-impliquer-les-citoyens-dan>

CEUM. (2019). De l'asphalte vers un milieu de vie—Sous les pavés. Centre d'écologie urbaine de Montréal.

Cocquière, A., & Cornet, N. (2021). La pleine terre : Nécessité d'une définition partagée dans les PLU (No 884; Notes Rapide de l'Institut Paris Région). Institut Paris Région.
<https://www.institutparisregion.fr/nos-travaux/publications/la-pleine-terre-necessite-dune-definition-partagee-dans-les-plu/>

Deboeuf De Los Rios, G., Barra, M., & Grandin, G. (2022). Renaturer les villes. ARB ÎdF - Département Biodiversité de L'Institut Paris Region. <https://www.arb-idf.fr/nos-travaux/publications/renaturer-les-villes/>

Dorr E. (2022). Environmental performance of urban agriculture : How to apply life cycle assessment, and the knowledge and questions generated [Phdthesis, Université Paris-Saclay]
<https://doi.org/10/document>

European Environment Agency. (2016). Land recycling in Europe : Approaches to measuring extent and impacts. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2800/503177>

Fabbri, D., Pizzol, R., Calza, P., Malandrino, M., Gaggero, E., Padoan, E., & Ajmone-Marsan, F. (2021). Constructed Technosols : A Strategy toward a Circular Economy. *Applied Sciences*, 11(8), 3432. <https://doi.org/10.3390/app11083432>

Fosse, J. (2019). Objectif « zéro artificialisation nette » : Quels leviers pour protéger les sols ? France Stratégie. <https://www.strategie.gouv.fr/publications/objectif-zero-artificialisation-nette-leviers-protoger-sols>

Guern, C. L. (2022, octobre 5). Désimperméabiliser les sols urbains : Où ? Comment ? Introduction aux outils en cours de développement dans le cadre du projet DésiVille. Intersoil 2022 - Quelle stratégie pour les sols européens en 2022 ? <https://hal.science/hal-03722085>

Guern, C. L., Prézeau, F., Clozel, B., Leduc, T., Musy, M., Rodler, A., Guernouti, S., Béchet, B., Dufrasnes, E., Stabile, O., Recknagel, C., Garnier, H., & Lefranc, A. (2022, septembre 5). Soil properties and desealing strategies : Feedback from the DésiVille project (France). SUITMA 11 Conference on Soils of Urban, Industrial, Traffic and Mining Areas. <https://hal.science/hal-03769990>

Guetté, A., Carruthers-Jones, J., Godet, L., & Robin, M. (2018). « Naturalité » : Concepts et méthodes appliqués à la conservation de la nature. *Cybergeog: European Journal of Geography*, 856. <https://doi.org/10.4000/cybergeog.29140>

Iserhott, H., Murphy, M., Nativ, M., & Rosewall, E. (2015). How to Depave | The guide to freeing your soil. *Depave*. <https://depave.org/resources/how-to-depave/>

Kaufmann, M., Tobias, S., & Schulin, R. (2009). Quality evaluation of restored soils with a fuzzy logic expert system. *Geoderma*, 151(3-4), 290-302. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2009.04.018>

Krümmelbein, J., & Raab, T. (2012). Development of soil physical parameters in agricultural reclamation after brown coal mining within the first four years. *Soil and Tillage Research*, 125, 109-115. <https://doi.org/10.1016/j.still.2012.06.013>

Maienza, A., Ungaro, F., Baronti, S., Colzi, I., Giagnoni, L., Gonnelli, C., Renella, G., Ugolini, F., & Calzolari, C. (2021). Biological Restoration of Urban Soils after De-Sealing Interventions. *Agriculture*, 11(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/agriculture11030190>

Ministère de la Transition écologique. (2021). Guide pratique pour limiter l'artificialisation des sols. Ministère de la Transition écologique. <https://artificialisation.developpement-durable.gouv.fr/bibliographie/guide-pratique-limiter-artificialisation-sols-sobriete-fonciere>

Moustier, P. (ed), Mbaye, A. (ed), De Bon, H. (ed), Guérin, H. (ed), & Pagès, J. (ed). (1999). *Agriculture périurbaine en Afrique subsaharienne : Actes de l'atelier international du 20 au 24 avril 1998*, Montpellier, France (Afrique au sud du Sahara). CIRAD. <https://agritrop.cirad.fr/300715/>

Piotrowska-Długosz, A., & Charzyński, P. (2015). The impact of the soil sealing degree on microbial biomass, enzymatic activity, and physicochemical properties in the Ekranic Technosols of Toruń (Poland). *Journal of Soils and Sediments*, 15(1), 47-59. <https://doi.org/10.1007/s11368-014-0963-8>
Renella, G. (2020). Evolution of Physico-Chemical Properties, Microbial Biomass and Microbial Activity of an Urban Soil after De-Sealing. *Agriculture*, 10(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/agriculture10120596>

Rodriguez-Espinosa, T., Navarro-Pedreño, J., Lucas, I. G., & Beltrán Almendro-Candel, M. (2021). Land recycling, food security and Technosols. *Journal of Geographical Research*, 4(3), 44-50. <https://doi.org/10.30564/jgr.v4i3.3415>

Tobias, S., Conen, F., Duss, A., Wenzel, L. M., Buser, C., & Alewell, C. (2018). Soil sealing and unsealing : State of the art and examples. *Land Degradation & Development*, 29(6), Article 6. <https://doi.org/10.1002/ldr.2919>

Ugolini, F., Baronti, S., Lanini, G. M., Maienza, A., Ungaro, F., & Calzolari, C. (2020). Assessing the influence of topsoil and technosol characteristics on plant growth for the green regeneration of urban built sites. *Journal of Environmental Management*, 273, 111168. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111168>

ANNEXES

Annexe 1 : Méthodologie – matériel supplémentaire

Identification des publications scientifiques et techniques

La recherche de publications scientifiques anglophones a été réalisée en premier lieu sur les bases de données Scopus, Web of Science et par la suite sur Springerlink avec un nombre de mots-clés plus restreint. La recherche de publications francophones (et en partie anglophones) a été réalisée sur la base de données HAL.

Pour les termes relatifs aux sols descellés renaturés, les mots-clés anglophones suivants ont été testés sur Web of Science et Scopus : deseal(...), de-seal(...), unseal(...), un-seal(...), renatur(...), re-natur(...), re-cultiva(...), recultiva(...), desartificiali(...), de-artificiali(...), desimpermeabili(...), dewaterproof(...), de-waterproof(...), deminerali(...), de-minerali(...), depav(...), depav(...), soil(...) releas(...), releas(...) soil(...), remov(...) asphalt(...), remov(...) concrete(...), remov(...) seal(...). Les mots-clés francophones suivants ont été testés : désimperméabilis(...), désartificialis(...), déscell(...) et renatur(...).

Pour les termes relatifs à l'agriculture urbaine, les mots-clés anglophones suivants ont été testés : urban agriculture(s), urban garden(s), urban farm(s), food production(s)/food product(s), community garden(s), kitchen garden(s), agriculture garden(s). Les mots-clés francophones suivants ont été testés : agriculture(s) urbaine(s), jardin(s) collectif(s), jardin(s) familial/familiaux, jardin(s) ouvrier(s), ferme(s) urbaine(s), production de nourriture(s), approvisionnement(s) alimentaire(s) et production(s) alimentaire(s).

Le nombre d'articles intéressants obtenus étant très limités sur Scopus et Web of Science lors des premières recherches avec des mots-clés relatifs à l'agriculture urbaine étaient respectivement de 1 et 2 articles. Il a par la suite été décidé d'élargir le spectre de recherche afin d'inclure les études testant la croissance ou l'innocuité de tout produit agricole sur sols descellés renaturés, puis par la suite à toute recherche cherchant à évaluer la qualité agronomique de sols descellés.

Les mots-clés anglophones suivants ont donc été ajoutés : vegetable(s), fruit(s), legume(s), agricultu(...), crop(...), food pro(...), food security, fertile et fertility.

Après un premier screening des articles obtenus sur Scopus et Web of Science pour l'ensemble de ces mots-clés, il a été décidé de ne conserver que les mots-clés anglophone suivants pour la suite des recherches sur Springerlink : deseal(...), de-seal(...), unseal(...) et un-seal(...).

Le tableau suivant récapitule le nombre de résultats rapportés par chaque outil de recherche et le nombre d'articles conservé après l'étape de triage.

Tableau 2. Synthèse des mots-clés recherchés dans la base de données Web of Science et du nombre de publications retenues

Outil de recherche	Champs recherchés	Mots-clés recherchés	% d'articles retenus
Web of Science	Titres Résumés Mots-clés	soil* AND ("urban agriculture*" OR "urban garden*" OR "urban farm*" OR "allotment* garden*" OR "community garden*" OR "kitchen garden*" OR "agriculture garden*") AND (renatur* OR re-natur* OR re-cultiva* OR recultiva*)	0% (0/0)
Web of Science	Titres Résumés Mots-clés	soil* AND ("urban agriculture*" OR "urban garden*" OR "urban farm*" OR "allotment* garden*" OR "community garden*" OR "kitchen garden*" OR "agriculture garden*" OR agricultu* OR crop* OR "food pro*" OR "food security" OR fruit* OR legume* OR vegetable*) AND (renatur* OR re-natur* OR re-cultiva* OR recultiva*)	0% (0/170)
Web of Science	Titres Résumés Mots-clés	soil* AND (fertility OR fertile) AND (renatur* OR re-natur* OR re-cultiva* OR recultiva*)	0% (0/55)
Web of Science	Titres Résumés Mots-clés	soil* AND ("urban agriculture*" OR "urban garden*" OR "urban farm*" OR "allotment* garden*" OR "community garden*" OR "kitchen garden*" OR "agriculture garden*") AND (deseal* OR de-seal* OR unseal* OR un-seal*)	0% (0/2)
Web of Science	Titres Résumés Mots-clés	soil* AND ("urban agriculture*" OR "urban garden*" OR "urban farm*" OR "allotment* garden*" OR "community garden*" OR "kitchen garden*" OR "agriculture garden*" OR agricultu* OR crop* OR "food pro*" OR "food security" OR fruit* OR legume* OR vegetable*) AND (deseal* OR de-seal* OR unseal* OR un-seal*)	12% (2/17)
Web of Science	Titres Résumés Mots-clés	soil* AND (fertility OR fertile) AND (deseal* OR de-seal* OR unseal* OR un-seal*)	100% (3/3)
Web of Science	Titres Résumés Mots-clés	soil* AND ("urban agriculture*" OR "urban garden*" OR "urban farm*" OR "allotment* garden*" OR "community garden*" OR "kitchen garden*" OR "agriculture garden*" OR agricultu* OR crop* OR "food pro*" OR "food security" OR fruit* OR legume* OR vegetable* OR fertile OR fertility) AND (desartificiali* OR de-artificiali* OR desimpermeabili* dewaterproof* OR de-waterproof*)	0% (0/0)
Web of Science	Titres Résumés Mots-clés	soil* AND ("urban agriculture*" OR "urban garden*" OR "urban farm*" OR "allotment* garden*" OR "community garden*" OR "kitchen garden*" OR "agriculture garden*" OR agricultu* OR crop* OR "food pro*" OR "food security" OR fruit* OR legume* OR vegetable* OR fertile OR fertility) AND (deminerali* OR de-minerali OR de-pav* OR depav*)	0% (0/25)
Web of Science	Titres Résumés Mots-clés	soil* AND ("urban agriculture*" OR "urban garden*" OR "urban farm*" OR "allotment* garden*" OR "community garden*" OR "kitchen garden*" OR "agriculture garden*" OR agricultu* OR crop* OR "food pro*" OR "food security" OR fruit* OR legume* OR vegetable* OR fertile OR fertility) AND ("soil* releas*" OR "releas* soil*" OR "remov* asphalt*" OR "remov* concrete*" OR "remov* seal*")	0% (0/113)

Tableau 3. Synthèse des mots-clés recherchés dans la base de données Scopus et du nombre de publications retenues

Outil de recherche	Champs recherchés	Mots-clés recherchés	% d'articles retenus
Scopus	Titres Résumés Mots-clés	soil* AND ("urban agriculture*" OR "urban garden*" OR "urban farm*" OR "allotment* garden*" OR "community garden*" OR "kitchen garden*" OR "agriculture garden*") AND (renatur* OR re-natur* OR re-cultiva* OR recultiva*)	0% (0/0)
Scopus	Titres Résumés Mots-clés	soil* AND ("urban agriculture*" OR "urban garden*" OR "urban farm*" OR "allotment* garden*" OR "community garden*" OR "kitchen garden*" OR "agriculture garden*" OR agricultu* OR crop* OR "food pro*" OR "food security" OR fruit* OR legume* OR vegetable*) AND (renatur* OR re-natur* OR re-cultiva* OR recultiva*)	0% (0/248)
Scopus	Titres Résumés Mots-clés	soil* AND (fertility OR fertile) AND (renatur* OR re-natur* OR re-cultiva* OR recultiva*)	0% (0/89)
Scopus	Titres Résumés Mots-clés	soil* AND ("urban agriculture*" OR "urban garden*" OR "urban farm*" OR "allotment* garden*" OR "community garden*" OR "kitchen garden*" OR "agriculture garden*") AND (deseal* OR de-seal* OR unseal* OR un-seal*)	0% (0/1)
Scopus	Titres Résumés Mots-clés	soil* AND ("urban agriculture*" OR "urban garden*" OR "urban farm*" OR "allotment* garden*" OR "community garden*" OR "kitchen garden*" OR "agriculture garden*" OR agricultu* OR crop* OR "food pro*" OR "food security" OR fruit* OR legume* OR vegetable*) AND (deseal* OR de-seal* OR unseal* OR un-seal*)	8% (2/25)
Scopus	Titres Résumés Mots-clés	soil* AND (fertility OR fertile) AND (deseal* OR de-seal* OR unseal* OR un-seal*)	100% (3/3)
Scopus	Titres Résumés Mots-clés	soil* AND ("urban agriculture*" OR "urban garden*" OR "urban farm*" OR "allotment* garden*" OR "community garden*" OR "kitchen garden*" OR "agriculture garden*" OR agricultu* OR crop* OR "food pro*" OR "food security" OR fruit* OR legume* OR vegetable* OR fertile OR fertility) AND (desartificiali* OR de-artificiali* OR desimpermeabili* dewaterproof* OR de-waterproof*)	0% (0/0)
Scopus	Titres Résumés Mots-clés	soil* AND ("urban agriculture*" OR "urban garden*" OR "urban farm*" OR "allotment* garden*" OR "community garden*" OR "kitchen garden*" OR "agriculture garden*" OR agricultu* OR crop* OR "food pro*" OR "food security" OR fruit* OR legume* OR vegetable* OR fertile OR fertility) AND (deminerali* OR de-minerali OR de-pav* OR depav*)	0% (0/37)
Scopus	Titres Résumés Mots-clés	soil* AND ("urban agriculture*" OR "urban garden*" OR "urban farm*" OR "allotment* garden*" OR "community garden*" OR "kitchen garden*" OR "agriculture garden*" OR agricultu* OR crop* OR "food pro*" OR "food security" OR fruit* OR legume* OR vegetable* OR fertile OR fertility) AND ("soil* releas*" OR "releas* soil*" OR "remov* asphalt*" OR "remov* concrete*" OR "remov* seal*")	0% (0/346)

Au vu du nombre d'articles réduit obtenu pour les recherches francophones, le filtre lié à l'agriculture et la fertilité a été enlevé, afin de voir toutes les publications en lien avec les sols descellés renaturés.

Les recherches de mots-clés au sein des publications se sont limitées aux titres, résumés et mots-clés lorsque le moteur de recherche le permettait (Scopus et Web of Science), sinon la recherche s'est effectuée sur les textes intégraux des publications (Springerlink et HAL).

Les titres et/ou les résumés des articles retournés par les moteurs de recherches ont ensuite été passés en revue pour éliminer ceux qui sortaient de la thématique d'étude.

Le Tableau 1, dans le corps du texte du rapport, récapitule le nombre de résultats rapportés par chaque outil de recherche et le nombre d'articles conservé après l'étape de triage.