

Sensibiliser les acteurs de l'aménagement à l'importance des fonctions du sol et des services rendus lors de projets de reconversion de friches urbaines : Retour d'expérience en métropole lilloise

D. Monfort^(1*), E. Limasset ⁽¹⁾, J.-R. Mossman⁽²⁾, Ch. Lafeuille⁽³⁾ et L. Demeyer⁽³⁾

1) BRGM DEPA, 3 avenue C. Guillemin, BP 36009, 45060 Orléans Cedex 2, France.

2) BRGM DAT Hauts-de-France, 2 rue des Peupliers, 59810 Lesquin, France.

3) Métropole Européenne de Lille (MEL), 1 rue du Ballon, 59800 Lille, France.

* Auteur correspondant : D.monfortcliment@brgm.fr

RÉSUMÉ

Le foncier est souvent considéré comme un bien indéfiniment renouvelable, au détriment du sol, qui lui, ne l'est pas. Les collectivités françaises s'intéressent ainsi de plus en plus à la qualité des sols de leur territoire, notamment aux fonctions des sols et les services associés rendus à l'homme et ce même dans des contextes fortement urbanisés. La Métropole Européenne de Lille (MEL) et le Bureau des Recherches Géologiques et Minières (BRGM) ont travaillé ensemble sur plusieurs illustrations génériques de ces concepts adaptés au milieu urbain avec des sols dégradés. Dans un premier temps, une revue a été réalisée sur les concepts de fonctions des sols et de services écosystémiques, et les cadres conceptuels proposés pour les évaluer dont celui de l'Evaluation Française des Ecosystèmes et des Services Ecosystémiques dite EFES (MEEM et FRB, 2017). S'inspirant de cette revue, une classification de fonctions et services adaptés les plus appropriés au territoire de la MEL est proposée. Un cadre conceptuel est également développé pour permettre aux agents de l'urbanisme de la MEL d'identifier à l'échelle d'une parcelle via une analyse documentaire et une visite de site, les fonctions des sols qui sont présentes ou qui pourraient se développer ainsi que les services générés associés. Le cadre conceptuel encourage une démarche de comparaison entre « l'état zéro » de la parcelle, et « son état reconverti », c'est-à-dire son usage pressenti. La démarche permet d'identifier les nouveaux services qu'un changement d'usage générerait mais également d'identifier la perte ou la dégradation de services. Pour appuyer la visite de site et la consultation documentaire, une grille de repérage est proposée. La démarche proposée a été testée sur deux parcelles de

Comment citer cet article :

Monfort D., Limasset E., Mossman J.-R., Lafeuille Ch. et Demeyer L., 2020 - Sensibiliser les acteurs de l'aménagement à l'importance des fonctions du sol et des services rendus lors de projets de reconversion de friches urbaines : retour d'expérience en métropole lilloise *Etude et Gestion des Sols*, 27, 377-392

Comment télécharger cet article :

<https://www.afes.fr/publications/revue-etude-et-gestion-des-sols/volume-27/>

Comment consulter/télécharger

tous les articles de la revue EGS :

<https://www.afes.fr/publications/revue-etude-et-gestion-des-sols/>

friches de l'agglomération lilloise avec des scénarios hypothétiques de reconversion. On constate que chaque scénario de conversion permet une amélioration globale des services générés quelle que soit la parcelle, mais les fonctions à rétablir pour atteindre les objectifs de reconversion visés et les efforts à faire (travaux, apports exogènes, investissements) ne sont pas les mêmes. La démarche qualitative proposée rencontre toutefois des nombreuses limites lorsqu'il s'agit de comparer des solutions mais elle permet une appropriation du sujet par des équipes (services urbanisme) qui n'avaient pas cette expertise sur la multifonctionnalité des sols.

Mots-clés

Services écosystémiques, fonctions du sol, reconversion de friches, sites et sols pollués, aménagement, Métropole Européenne Lilloise (MEL).

SUMMARY

RAISING AWARENESS OF STAKEHOLDERS INVOLVED IN URBAN DEVELOPMENT ON THE IMPORTANCE OF SOIL FUNCTIONS AND ASSOCIATED SERVICES IN THE CONTEXT OF URBAN BROWNFIELDS REHABILITATIONS:

Feedback from Lille metropolis experience

Land is often considered an indefinitely renewable property, to the detriment of the underlying soil, which is not a renewable resource. French local authorities are more and more interested in the soil quality within their territory, in particular soil functions and associated services to humans, even in highly urbanised contexts.

The Métropole Européenne de Lille (MEL) and the Bureau des Recherches Géologiques et Minières (BRGM) worked together on several generic illustrations using these concepts in the context of degraded soils in urban areas.

First of all, a review on the concepts of soil functions and of ecosystem services is conducted. The review also looks into existing conceptual frameworks developed so far for the evaluation of soil functions and related services, including the French Framework called EFSE (Evaluation Française des Ecosystèmes et des Services Ecosystémiques, MEEM and FRB, 2017). Based on this review, a classification of functions and related services that were the most appropriate to the MEL territory is proposed. A conceptual framework is also being developed. It helps to identify and assess at site level, with desktop studies and site visit, soil functions that are already present or that could be developed and their associated services. This conceptual framework encourages a comparison between an "initial state" for a specific site and its "converted state", i.e. its intended use. The approach allows the identification of any new services that a change in use would generate, but also the loss or degradation of services. To support the site visit and the desktop study, a "checklist matrix" is proposed. The proposed approach has been tested on two brownfield sites within the Lille metropolitan area using hypothetical rehabilitation scenario for each of the sites. We see that each scenario allows for an overall improvement in the services regardless of the site being looked at, but the functions to be restored and the efforts to do so are not the same (works, exogenous contributions, investments). However, this qualitative approach has many limitations when it comes to comparing solutions. However, it helps planning department teams assimilate the subject, especially those who do not have prior knowledge on soil multifunctionality.

Key-words

Ecosystem services, soil functions, brownfields requalification, contaminated land, urban development, Métropole Européenne Lilloise (MEL)

RESUMEN

SENSIBILIZAR A LOS ACTORES DEL DESARROLLO URBANO SOBRE LA IMPORTANCIA DE LAS FUNCIONES DEL SUELO Y LOS SERVICIOS PRESTADOS EN PROYECTOS DE RECONVERSIÓN DE TERRENOS BALDÍO:

Experiencia en el area urbana de Lille

La propiedad a menudo se percibe como un recurso renovable indefinidamente, en detrimento del suelo, que no lo es. Las administraciones y territorios franceses están cada vez más interesados en la calidad de los suelos de su territorio, en particular las funciones del suelo y los servicios asociados prestados a la sociedad, incluso en contextos muy urbanizados. Como parte de un acuerdo de I+D, la área metropolitana de Lille y el BRGM (servicio geológico nacional) trabajaron juntos en varios ejemplos genéricos de estos conceptos adaptados al entorno urbano. En un primer momento se realizó un estado del arte de los conceptos de funciones del suelo y servicios ecosistémicos dentro del marco del programa francés de evaluación de éstos, EFSE (MEEM y FRB 2017). Inspirados por este estado del arte, se propuso una clasificación de funciones y servicios adaptada al contexto urbano de Lille. También se propuso un marco conceptual que permite, a la escala de una parcela, identificar y apreciar las funciones del suelo que habría que re-movilizar en el marco de una reconversión urbana sin recurrir a diagnósticos mas aprofundizados. Este marco conceptual consiste en comparar entre "estado inicial" y "estado después reconversión", es decir, el estado necesario para un uso del suelo deseado. Así mismo también se identifican los nuevos servicios creados y aquellos que se degradarían o se

perderían definitivamente. Esta metodología pasa por dos etapas: 1) visita de la parcela y análisis documental para identificar las funciones/servicios existentes y 2) identificación y evaluación cualitativa de las funciones y servicios movilizados (estado inicial y estado reconvertido). Para apoyar la visita de campo, una checklist de las principales informaciones a retener se ha desarrollado. La metodología se probó en dos parcelas baldías y degradadas de la área metropolitana de Lille con escenarios hipotéticos de reconversión. Para cada escenario se constata una mejora en términos de servicios pero las funciones a restaurar y los esfuerzos logísticos y económicos (aporte de suelos exteriores, obras, inversión) para hacerlo no serían los mismos. Sin embargo con esta evaluación cualitativa se encuentran varios límites cuando hay que comparar soluciones, pero permite una apropiación por parte de los técnicos del servicio del urbanismo que no disponían de tal bagaje sobre la multifuncionalidad de los suelos.

Palabras clave

Servicios ecosistémicos, funciones del suelo, suelos contaminados, urbanismo, Métropole Européenne Lilloise (MEL)

INTRODUCTION : Une demande sociétale pour une meilleure prise en compte des sols dans l'aménagement urbain

Le foncier est souvent considéré comme un bien indéfiniment renouvelable, au détriment du sol, qui lui, ne l'est pas (Jouve et Vianey 2012). Définir le foncier par rapport au sol reste complexe et multidisciplinaire comme l'expose Joseph Comby (Comby, 2018) : « le foncier c'est le terrain », tandis que tous les dictionnaires définissent le foncier par son étymologie, comme étant « ce qui a rapport à un fonds de terre ». L'expertise collective autour du sujet foncier fait appel généralement à des sociologues, des économistes, des historiens, des politologues et des géographes et paradoxalement interviennent très peu les sciences du sol et du sous-sol : la pédologie et la géologie.

En France, il n'existe pas à l'heure actuelle de législation unifiée sur les sols. En effet, les cadres législatifs sont plutôt bâtis autour des usages (agriculture, aménagement urbain, exploitation industrielle, etc.) ou autour de quelques lois globales pour la protection de l'environnement (risques naturels et eau principalement). Les collectivités approchent donc le sol par le prisme des lois et règlements se rapportant à la protection de l'environnement, notamment l'eau et la biodiversité, à la santé via les risques liés à la pollution des sols. Les mesures, qui se concrétisent souvent par des restrictions d'usage, sont insérées dans les documents de planification desquels découle une stratégie foncière visant à la mise en œuvre du projet de territoire. Selon Blanchart (2018) : « compte tenu des enjeux économiques, sociaux et sanitaires majeurs, l'être humain est habitué à intervenir, parfois de manière intense, sur la couverture pédologique, en particulier à l'échelle du site à aménager, afin de rendre compatibles les propriétés du sol avec les usages attendus ». Ainsi la plupart des urbanistes et aménageurs consi-

dèrent le sol principalement au travers de sa dimension foncière et de ses capacités à accueillir des aménagements et des constructions. Il en résulte que la stratégie foncière des villes françaises est encore trop souvent approchée du seul point de vue de l'immobilier et ne considère le sol que comme un bien économique remplaçable et un support du développement des activités urbaines. Or, le sol et le sous-sol au sein d'écosystèmes bien définis (MEEM et FRB, 2017), ont la capacité d'assurer de nombreuses fonctions ; par exemple habitat des espèces, support pour la végétation, infiltration des eaux, réservoir de ressources (eau, matières minérales...), etc. (Blanchart, 2018 ; EC DG ENV, 2018). Ces fonctions, lorsqu'elles sont rendues par les sols, peuvent permettre de rendre des services à la société tels que la nourrir, lui permettre de se déplacer, la préserver des inondations ou des sécheresses, la rafraîchir, lui fournir de l'énergie pour se chauffer, travailler ou créer, s'instruire et s'éduquer sur son passé.... On entend ici par sol comme le propose l'Association Française d'Étude des Sols (AFES, 2018), « le 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 pédogenèse » ; et par sous-sol on entend l'ensemble des formations géologiques sous-jacentes.

La protection de la biodiversité consacrée par la loi OI n° 2016-1087 du 8 août 2016 (loi biodiversité, 2016) pour la reconquête de la biodiversité de la nature et des paysages apporte une nouvelle dimension à la prise en compte du sol par le champ foncier. Face au déclin massif de la biodiversité constaté ces dernières années, l'artificialisation des terres joue un rôle essentiel dans ce phénomène (constructions, infrastructures routières, parkings, etc.) entraînant la destruction d'habitats naturels et de continuités écologiques (France Stratégie, 2019). Néanmoins, la définition de sol artificialisé actuellement utilisée pour construire

des indicateurs nationaux ou européens (par exemple, Corine Land Cover qui considère comme artificialisé tout sol au sein d'une parcelle en milieu urbain) est piègeuse car elle peut cacher des sols d'une grande qualité pédologique dans des jardins urbains par exemple. Béchet *et al.* (2017) mettent en avant que c'est l'imperméabilisation des sols qui est le mécanisme le plus dommageable pour toutes les fonctions du sol, biologiques, chimiques ou hydrologiques. L'urbanisation et plus largement l'aménagement de l'espace sont clairement identifiés comme les causes de cette disparition. Aujourd'hui, plusieurs projets et initiatives nationales et internationales semblent également indiquer une prise de conscience des rôles du sol en ville, d'abord du monde académique et de certaines parties prenantes. On citera par exemple les projets de recherche nationaux DESTI-SOL (Lothodé *et al.*, 2020), SUPRA (Séré *et al.*, 2018) ou MUSE (coordonné par le CEREMA) qui ont l'objectif d'outiller les collectivités et aménageurs pour prendre en compte les fonctions du sol dans les documents d'urbanisme et dans les projets d'aménagement ou le projet européen MAES (EC DG ENV 2019). De plus, on peut citer les très nombreuses études récentes autour de la définition et la mesure de l'artificialisation des sols, notamment commanditées par l'état (Béchet *et al.*, 2017).

Aujourd'hui, pour bénéficier à la fois d'un cadre de vie plus agréable, d'aménités et d'équipements urbains, mais aussi pour recréer une certaine mixité sociale, les politiques urbaines tendent vers une densification des espaces déjà urbanisés, tout en essayant de réintroduire la nature en ville. En effet, le plan biodiversité de 2018 (MTES, 2018) recommande de ralentir l'artificialisation et prévoit d'atteindre à terme l'objectif de « zéro artificialisation nette » (MTES, 2018). On observe que les attentes de la société se font plus complexes dans ce contexte, recherchant des formules permettant de bénéficier à la fois des avantages d'une vie « à la campagne » et de ceux d'une vie en milieu urbain. Il ne s'agit plus simplement de disposer de surfaces d'habitation, mais également d'un cadre plus aéré. Le confinement associé à la crise sanitaire du COVID-19 n'a fait que confirmer ce besoin (Muller *et al.*, 2020). Et cette tendance pourrait se renforcer dans l'avenir, avec la quête de circuits d'approvisionnement de plus en plus courts, cherchant à privilégier ou à introduire une agriculture péri-urbaine, voire urbaine, en plus des objectifs des territoires dans le cadre de la transition énergétique (production d'énergie décentralisée par exemple). Ces évolutions, attendues dans un contexte de limitation de l'étalement urbain, reposeraient sur la mobilisation de fonctions ou services supplémentaires associés aux sols urbains. Certaines fonctions ont pu disparaître ou nécessitent des moyens techniques pour les restaurer (Taugourdeau *et al.*, 2020), par exemple, la fertilité, qui contribue au service d'approvisionnement en nourriture. Comme le souligne l'EFESE¹ (MEEM et FRB, 2017), « les poli-

tiques de densification de la ville, apportées en réponse à la consommation des sols, sont mises à l'épreuve par cette vision de ville verte, vivable et respirable pour les citoyens, vivante pour la biodiversité et économiquement attractive » (CGDD, 2018). L'artificialisation des sols, si elle a tendance à ralentir ces dernières années, se poursuit néanmoins. Béchet *et al.* (2017) recensent plusieurs estimations de l'artificialisation des sols en France où l'on observe ce phénomène, 33 000 ha.an⁻¹ artificialisées entre 2000 et 2006 et 16 000 ha.an⁻¹ entre 2006 et 2012.

C'est dans ce contexte que certaines collectivités françaises dont la Métropole Européenne de Lille (MEL) font évoluer l'intérêt qu'elles portent à la qualité des sols de leur territoire. Cette nouvelle tentative d'approcher le sol vise à établir de la manière la plus exhaustive possible, un lien entre problématique foncière et les fonctions des sols et les services associés rendus à l'homme, en allant au-delà d'une réponse à une obligation réglementaire. Sur le territoire de Lille Métropole, l'artificialisation des sols est estimée à 264 ha.an⁻¹ en moyenne pour la période de 2001 à 2013.

SENSIBILISER LES ACTEURS AUX FONCTIONS DES SOLS ET AUX SERVICES RENDUS : un objectif de la Métropole Européenne de Lille (MEL)

La direction Stratégie et Opérations Foncières, de la Métropole Européenne de Lille (MEL) souhaite sensibiliser les acteurs publics et privés de son territoire sur l'importance de la prise en compte des fonctions du sol, plus particulièrement sur les services rendus par les sols, le plus en amont possible lors de projets de réaménagement pour anticiper la réponse à des obligations réglementaires d'une part, et intégrer les fonctions et services identifiés aux études d'aménagement et d'urbanisme, d'autre part. Dans le cadre d'une convention de recherche, la MEL et le Bureau des Recherches Géologiques et Minières (BRGM) ont travaillé ensemble sur plusieurs illustrations génériques de ces concepts adaptés au milieu urbain dégradé à destination des agents de la MEL mais aussi des acteurs du territoire de Lille (Monfort *et al.*, 2019). L'idée était d'aider les acteurs de la ville à s'approprier ces nouvelles approches, en proposant une démarche pour identifier et qualifier les fonctions et services mobilisés pour en tenir compte dans les politiques d'urbanisme. La commande était de produire une démarche simple, globale et accessible à tous. Dans un premier temps, une revue a été réalisée sur les concepts des fonctions des sols et des services écosystémiques (SE), ainsi que les cadres conceptuels proposés en R&D pour les évaluer. Une attention particulière a été portée aux réflexions apportées par l'EFESE (MEEM et FRB, 2017). S'inspirant de cette revue, un récapitulatif des concepts clés les plus appropriés au territoire de la MEL a été proposé, notamment avec une classification *ad hoc* de fonctions et services.

¹ EFES : Evaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques

REVUE DE LITTÉRATURE ET ADAPTATION DES CONCEPTS AU TERRITOIRE DE LA MEL

Notions de fonctions écologiques et liens avec le sol et le sous-sol

Selon l'EFESE (MEEM et FRB, 2017), les fonctions écologiques correspondent à des phénomènes propres à l'écosystème qui résultent de la combinaison de l'état des écosystèmes, des structures et des processus écologiques et qui se déroulent avec ou sans la présence de l'homme. Trois grandes catégories de fonctions sont généralement distinguées (Baptist *et al.*, 2018) :

- Les fonctions hydrogéomorphologiques : *elles comprennent l'ensemble des fonctions liées au cycle de l'eau (rétention, infiltration de l'eau/recharge de nappes, ralentissement du ruissellement, stabilisation des sols contre l'érosion) ;*
- Les fonctions biogéochimiques : ensemble des fonctions épuratoires (recyclage et rétention de la matière organique, élimination de polluants, rétention de particules), mais aussi la séquestration du carbone, la fertilité ;
- Les fonctions biologiques : elles comprennent les fonctions supports d'habitats et la connectivité écologique.

Dans le cadre de ce projet, il est proposé d'avoir recours à une classification des fonctions selon 4 grandes catégories (*tableau 1*), inspirée par des classifications des fonctions écologiques (par ex. celle de Baptist *et al.*, 2018) et celle des services du sous-sol de Cleen *et al.* (2016). La quatrième catégorie (fonctions géotechniques) n'est pas une fonction écologique *stricto sensu* mais il est proposé de la prendre en compte dans le contexte de réaménagement urbain où la géologie du sous-sol va jouer un rôle. On peut alors parler de fonctions du sous-sol géotechniques ou support des activités humaines.

Notions de services écosystémiques et lien avec le sol et le sous – sol

Les services écosystémiques (SE) sont reconnus comme les bénéfices que les individus obtiennent directement ou indirectement à partir des écosystèmes et leurs fonctions (Constanza *et al.*, 1997 ; MEA 2005 ; Baptist *et al.*, 2018). Pour l'EFESE, le fonctionnement des écosystèmes permet aux sociétés humaines d'en retirer un ensemble d'avantages sous la forme de biens et de SE (MEEM et FRB, 2017). Communément admise, cette définition des SE est volontairement anthropocentrée : elle place l'homme au centre de l'analyse et considère qu'un SE existe dès lors qu'il est utile à l'homme. Si elle favorise une prise de conscience de la contribution des écosystèmes à l'économie et aux sociétés humaines, cette vision utilitariste est toutefois critiquée par certains auteurs (Dufour *et al.*, 2016) qui lui reprochent d'évacuer de fait les contributions sans intérêts pour l'homme, notamment les contributions fonctionnelles des écosystèmes qui profitent pourtant aux systèmes naturels. Il est à noter que l'EFESE définit un « écosystème urbain » comme un « méta-écosystème composé d'une juxtaposition d'écosystèmes élémentaires sur un territoire urbain défini administrativement ». Le bâti et l'humain n'en font pas partie. *A contrario*, l'UICN² (2013) le définit comme « l'ensemble des zones où des constructions humaines ont été réalisées et où la surface de ces infrastructures est supérieure à celle des zones naturelles présentes dans le périmètre ». De plus, pour l'EFESE (MEEM et FRB, 2017), il convient de noter que les écosystèmes ne sont pas uniquement sources d'avantages pour les sociétés humaines à travers la production de biens et de services, ils peuvent également être à l'origine de contraintes : présence de pathogènes, de ravageurs des cultures, d'espèces exotiques envahissantes, lixiviation des polluants retenus dans le sol, etc. Tout comme un SE est défini en rapport à *des bénéficiaires, une contrainte est contingente à un ensemble d'acteurs*. Cependant l'EFESE ne retient pas la notion de « disservice » dans son approche globale.

2 UICN : Union internationale pour la conservation de la nature

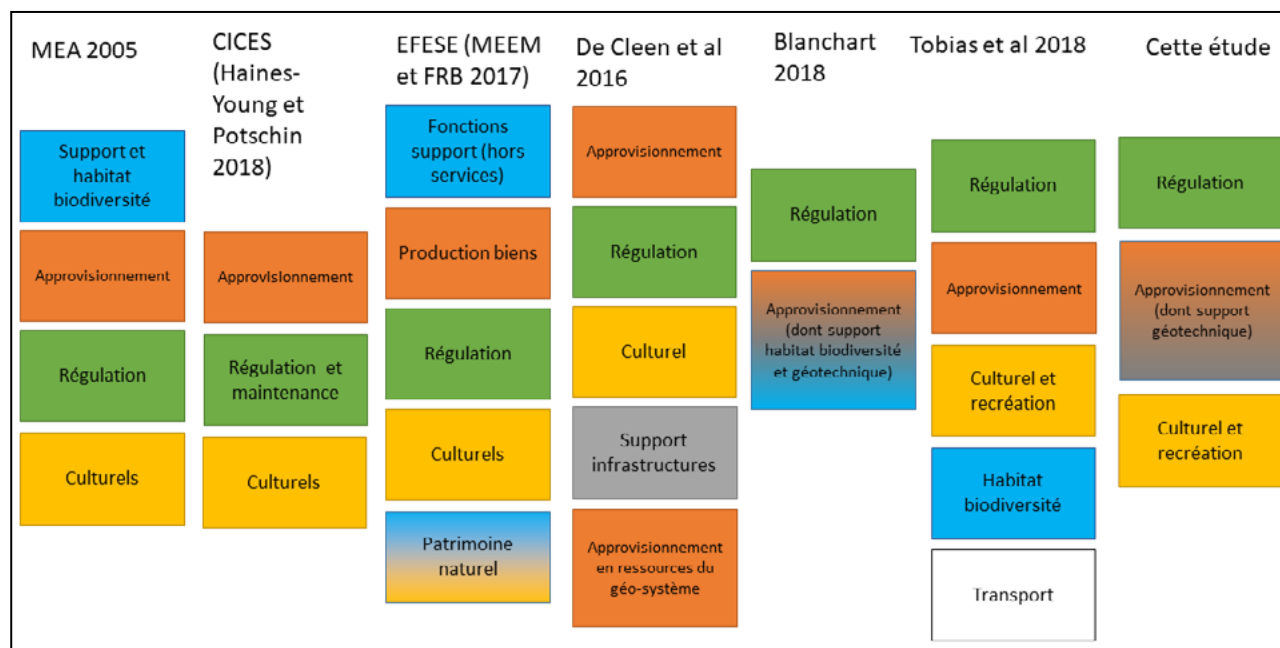
Tableau 1 - Les 4 catégories de fonctions liées au sol et au sous-sol en milieu urbain proposées dans le cadre de ce projet.

Table 1 - Four categories of urban soil functions proposed in the framework of this project.

Fonctions hydro-géo-morphologiques	Fonctions biogéochimiques	Fonctions biologiques	Fonctions géotechniques
Infiltration et rétention de l'eau	Séquestration du carbone	Habitat	Support physique bâtiments et infrastructures
Stabilisation contre l'érosion	Recyclage et rétention de la matière organique	Connectivité écologique	
Ralentissement de l'écoulement	Rétention et fourniture des nutriments (fertilité)		
	Rétention, stabilisation ou dégradation de polluants		

Figure 1 - Synthèse des grandes catégories de services écosystémiques issues de plusieurs travaux. En orange les services d'approvisionnement, en vert les services de régulation, en jaune les services culturels, en gris les services de support d'infrastructures et en bleu les fonctions/services de support.

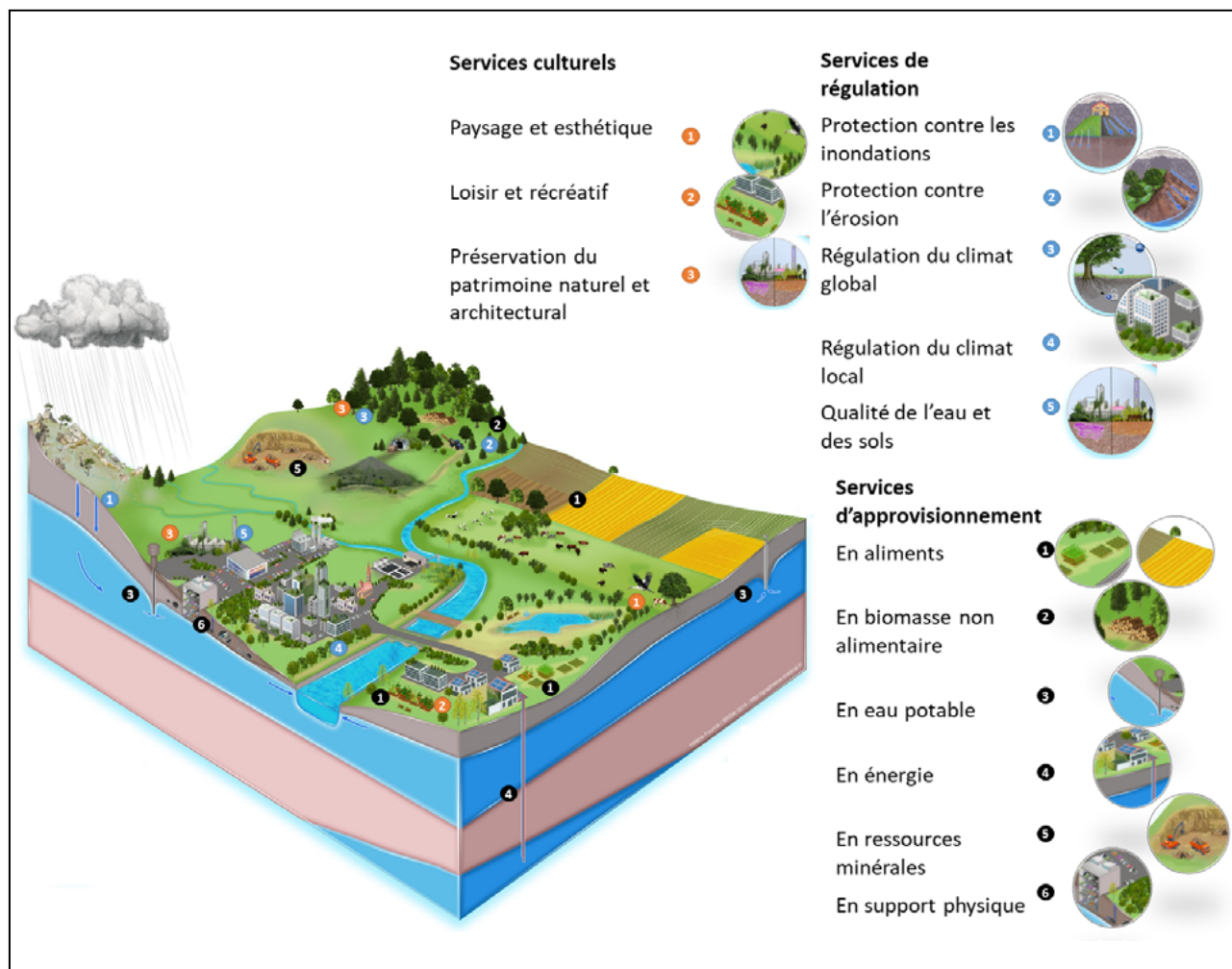
Figure 1- Summary of the major categories of ecosystem services resulting from several works. in orange supply services, in green regulation services, in yellow cultural services, in gray infrastructure support services and in blue support functions / services.



Les grandes familles de services recensées lors de la revue du projet sont illustrées en *figure 1*. On observe que les services d'approvisionnement et régulation sont repris par tous les auteurs, même si certains en font des distinctions ou des fusions. Les auteurs de l'approche DESTISOL (Blanchart, 2018; Lothodé et al., 2020) proposent de ne pas inclure une catégorie « services culturels » pour les sols en contexte urbain car ils considèrent ne pas pouvoir évaluer ce service uniquement avec le compartiment sol sans intégrer la végétation et le paysage. En effet, un bon nombre de services ne sont pas spécifiques au sol, ils s'évaluent avec ce qu'ils supportent (végétation, infrastructures...). Le sol est malgré tout indispensable. L'EFESE distingue le « patrimoine naturel » qui se caractérise par un non-usage (identification, legs, altruisme). La synthèse en *figure 1* illustre par ailleurs que le service altruiste de patrimoine naturel mis en avant par l'EFESE n'est pas très éloigné de la catégorie « habitat pour la biodiversité » considéré par d'autres auteurs (Blanchart, 2018; Tobias et al., 2017; MEA, 2005). Le support physique des activités et infrastructures (lié au sous-sol) est explicitement identifié par de Cleen et al. (2016) comme une catégorie à part et pour Blanchart (2018), le support physique lié au sous-sol entre dans l'approvisionnement. La synthèse montre bien le caractère évolutif et ouvert des classifications de SE qui permet aux auteurs de l'adapter par rapport à l'objet d'étude.

Ainsi les services type qui sont déjà mobilisés ou attendus potentiellement à terme sur le territoire de la MEL sont illustrés par la *figure 2* et repris plus loin dans le *tableau 2*. Ces services types concernant le sol et le sous-sol sont classés selon trois grandes catégories : les services de régulation, les services d'approvisionnement et les services culturels et récréatifs (*figure 1*). Cette classification se distingue légèrement des autres classifications. Elle est adaptée aux sols urbains et aux services les plus importants qui peuvent en être attendus sur le territoire de la MEL en appui à sa stratégie foncière. Les services « support de biodiversité » sont considérés comme des fonctions et n'apparaissent pas dans cette classification comme il est proposé aussi par l'EFESE. Le support physique de bâtiments et infrastructures qui n'est pas proposé par la classification CICES comme un service (Haines-Young et Potschin, 2018) et certains auteurs qui le traitent comme une catégorie à part est proposé ici dans la catégorie des services d'approvisionnement, comme le fait aussi Blanchart (2018).

Cette classification et les services attendus sont proposés comme un premier périmètre d'analyse de services produits par des écosystèmes et en lien avec le sol et le sous-sol dans un milieu urbain comme celui de la MEL. Une telle classification ne s'appliquerait pas sur des villes littorales qui peuvent avoir d'autres services en lien avec le milieu marin.

Figure 2 - Les 3 catégories de services rendus par le sol et le sous-sol en milieu urbain, proposés dans le cadre du projet.**Figure 2** - Categories of services provided by soil and underground in urban areas, proposed in the framework of the project.

Notions de bénéficiaires de services – quels liens avec la collectivité ?

La notion de SE doit être nécessairement associée à la notion de bénéficiaires de ces services. Cette notion est importante lorsqu'on va identifier des familles de bénéficiaires pour une reconversion d'un site (*tableau 2*) que l'on peut associer à des échelles géographiques, qui vont du très local et proche au site à l'échelle globale. Ainsi on peut dénombrer les groupes suivants :

- Les exploitants ou occupants des parcelles : par exemple des agriculteurs qui produisent de la biomasse alimentaire.
- Les consommateurs des biens produits dès lors qu'on parle des services d'approvisionnement.
- Les riverains, qui s'intéressent à leur cadre de vie et donc aux services associés à ce cadre. Ils peuvent bénéficier de

certains services de par leur proximité. Des visiteurs occasionnels ou des touristes peuvent être considérés comme bénéficiaires potentiels temporaires des services dont bénéficient les riverains.

- La collectivité, en tant que garante d'une série de services publics s'intéresse plus particulièrement aux services de régulation. Par exemple, une collectivité doit assurer la gestion des eaux pluviales qui est associée en partie au service de régulation du cycle de l'eau.
- La société ou le monde dans son ensemble sont considérés comme bénéficiaire de « services dont le bénéfice est global ». Par exemple, le stockage de carbone dans les sols et la lutte contre le changement climatique bénéficient théoriquement à l'ensemble de la société.

Tableau 2 - services rendus en lien avec les sols proposés pour l'étude et familles de bénéficiaires.**Table 2** - Proposed list of services provided by soils and families of beneficiaries.

Famille de services	Services	Principaux groupes de bénéficiaires
Services de régulation	Protection contre les inondations	Riverains et collectivité
	Protection contre l'érosion	
	Régulation du climat local	Riverains et collectivité
	Régulation du climat global	Monde
	Qualité de l'eau et des sols	Exploitant, riverains et collectivité
Services d'approvisionnement	En aliments	Exploitants et consommateurs selon bassin de consommation
	En biomasse non alimentaire (bois, chauffage, textile)	Exploitants et consommateurs selon bassin de consommation
	Stock et approvisionnement d'eau potable	Exploitants, riverains et collectivité
	En énergie (hors biomasse)	Exploitants et consommateurs
	Support physique bâtiment et infrastructures	Exploitants ou occupants
Services culturels	Paysage et esthétique	Riverains et visiteurs
	Loisir et récréatif	Exploitants, riverains et visiteurs
	Préservation patrimoine naturel et architectural	Riverains, visiteurs, collectivité et monde

PROPOSITION D'UNE DÉMARCHE POUR L'IDENTIFICATION DES FONCTIONS ET UNE PREMIÈRE ÉVALUATION DES SE MOBILISÉS LORS DE LA RECONVERSION D'UNE FRICHE

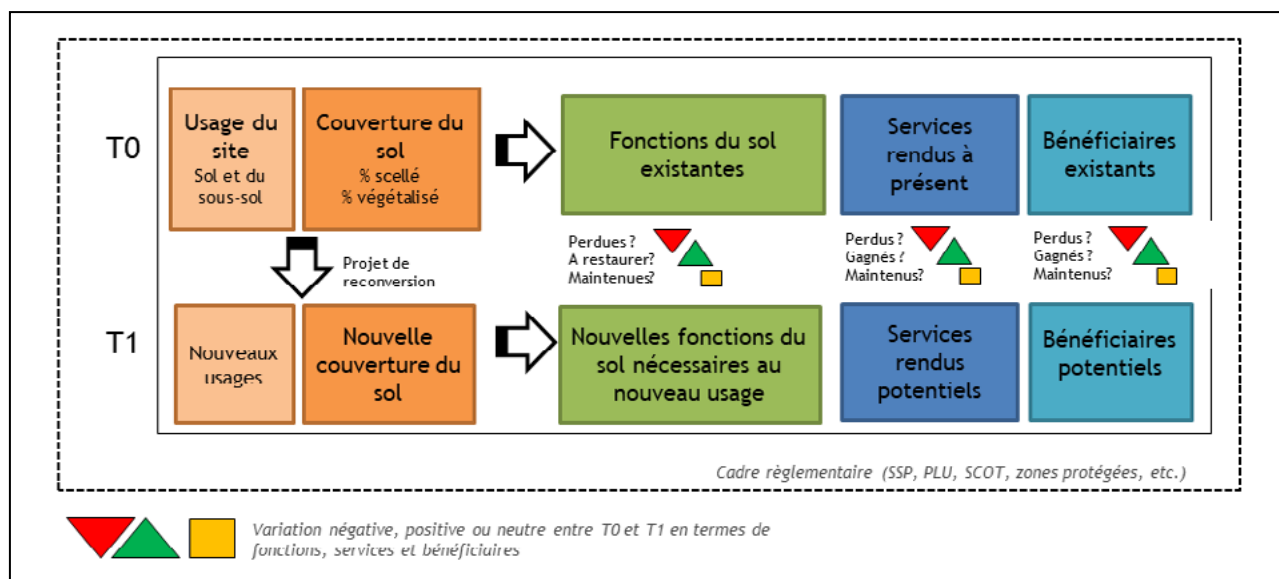
Plusieurs auteurs proposent ou tentent de développer des méthodes d'évaluation des SE en contexte urbain. Certains proposent, en s'appuyant sur le concept des SE, des évaluations pour approcher l'état du milieu à un instant donné. D'autres proposent des approches pour évaluer voire mesurer le potentiel de reconversion d'une friche de grande étendue, et d'autres cherchent à évaluer et comparer plusieurs options techniques au sein d'outils intégrés. Comme il a été mis en avant précédemment, les SE liés aux sols dépendent de l'état des fonctions écologiques des sols, et seront très dépendants de la couverture et de l'usage des sols. En conséquence, dans la littérature, on observe des évaluations sous forme de matrices à double entrée « usages (du sol) *versus* services attendus » ou parfois « fonctions (liées au sol) *versus* services associés ». Morel *et al.* (2015) proposent une grille d'évaluation semi-quantitative des SE en milieu urbain pour 4 types de couvertures du sol : un sol scellé, une décharge, un sol végétalisé construit et un sol végétalisé pseudo-naturel. L'évaluation se fait selon une échelle entre 0 (service nul pour un usage du sol donné) et +++ (service très mobilisé pour un usage donné). Cette grille est une des premières bases de travail pour une hiérarchisation des services selon des

usages. Le projet DESTISOL (Blanchart, 2018) propose une méthodologie avec un calcul d'indicateurs qui cherche à trouver des solutions en aménagement qui maximisent l'obtention de services. En Flandres, le projet « Nature Value Explorer » (Vito, 2020) propose un outil d'évaluation qualitative, quantitative et monétaire des bénéfices de plusieurs solutions de conversion écologique de sites basé sur une série de bases de données cartographiques d'occupation et usages du sol.

Dans le cadre du travail avec la MEL, une approche simplifiée d'identification et d'appréciation des fonctions écologiques liées aux sols et services rendus associés a été proposée. Elle se veut complémentaire aux travaux français et européens qui traitent de ce sujet en milieu urbain. La mise en place d'outils numériques ou cartographiques pour évaluer les services mobilisés peut donner l'impression de complexité pour les parties prenantes de la ville et être couteuse à mettre en place. Ainsi, la démarche proposée encourage l'appréhension des fonctions et des services rendus par le sol d'une manière très intuitive et qualitative. Elle repose sur un cadre conceptuel visant à caractériser à l'échelle d'une parcelle, de manière qualitative, les fonctions des sols qui sont existantes ou qui devraient être restaurées pour atteindre l'objectif de reconversion visé et les services associés (*figure 3*). Le cadre conceptuel encourage une démarche de comparaison entre « l'état zéro » d'une parcelle, et « son état reconverti ». Pour un usage pressenti, s'identifient les services qui seraient maintenus, générés ou perdus par le sol en cas de changement d'usage du site et de couverture de sol. La comparaison en termes de fonctions fait appel aux efforts à fournir (en termes de chantier, perméabili-

Figure 3 - cadre conceptuel pour identifier à l'échelle d'une parcelle, les fonctions des sols existantes ou à restaurer et les services associés. Les triangles représentent le delta, c'est-à-dire, le gain ou la perte.

Figure 3 - Conceptual framework for identifying at the scale of a plot, the existing soil functions or functions to be restored soils and the associated services. triangles represent delta, which is, gain or loss.



sation, fonctionnalisation des sols, apports des terres, conditionnement géotechnique, etc.). Logiquement toute reconversion de site cherche une amélioration des services rendus et du nombre de bénéficiaires. Les fonctions peuvent être considérées comme les moyens et les potentialités que le sol donne à la société pour y arriver.

L'approche recommande deux étapes à suivre pour une première appréciation des fonctions du sol et des services associés, en appui à la stratégie foncière de la MEL : 1) visite de la parcelle concernée et reconnaissance documentaire pour une première identification des fonctions du sol (plus le sous-sol par l'analyse documentaire) et 2) une appréciation qualitative globale des fonctions du sol et des services pour l'état actuel de la parcelle et un état reconverti hypothétique. Pour appuyer la visite de site et la consultation documentaire, une grille de repérage est proposée. C'est principalement une checklist de questions à se poser pour les agents de la MEL ou les acteurs du territoire, pour identifier les fonctions à l'état présent d'une parcelle et les services qui peuvent y être associés (*tableau 3*). Les éléments de cette grille servent à la fois à décrire la couverture du sol, l'usage, les fonctions du sol présentes et les services qui sont rendus. Ces éléments correspondent à des grandes catégories d'items les plus factuels possibles et parlants pour des agents peu initiés d'une collectivité. Une information repérée par une analyse documentaire ou *in situ* donne des renseignements à la fois de l'état des fonctions et des services rendus. Ainsi une information sur un taux de sols scellés est avant tout une information sur le type de couverture du sol,

mais également sur les fonctions hydro-morphologiques de celui-ci qui sont dégradées voire disparues et en conséquence des services de régulation du cycle de l'eau qui sont altérés ou inexistantes. La grille permet de faire le lien entre les informations à recueillir et les familles de fonctions écologiques et SE qui pourraient être rendues (ou sont déjà rendues) si les fonctions sont mobilisées.

In fine, la mise en pratique de la grille de repérage couplée avec une évaluation des changements dans le temps des fonctions et services mobilisés pour un site donné est un premier support pédagogique pour les acteurs du territoire. La grille a été élaborée en lien avec les agents du service stratégie foncière de la MEL. Avant l'existence de cette grille, situation qu'on pourrait qualifier de *business as usual*, l'observation était naturellement portée sur les capacités du site à recevoir de nouveaux usages (résidentiel, tertiaire, espaces verts...) au regard de sa situation géographique et de son environnement socio-économique, en faisant abstraction à ce stade d'une observation attentive, par exemple de la présence de faune, de végétation, ces aspects pouvant être vus lors des études réglementaires à mener en vue de l'obtention des autorisations de construire. L'observation et le remplissage de la grille leur ont permis d'aborder autrement la parcelle et notamment d'envisager des possibilités d'usages transitoires, de valorisation de fonctions existantes, mais aussi de constater l'apport important des informations récoltées dans la définition des usages possibles du site. Le recours à cette grille de repérage vise avant tout à orienter très en amont les choix de la stratégie foncière d'une métropole tout en permettant

Tableau 3 - Eléments de la grille de repérage proposée aux agents de la Métropole Européenne de Lille.**Table 3** - Checklist proposed to the agents of the european metropole of Lille.

Ce que l'on cherche à appréhender	Source d'information et items à caractériser		Ce que l'on cherche à identifier		
	Analyse documentaire	Visite de site	Couverture du sol	Informations sur les fonctions mobilisées actuellement	Informations sur les services qui peuvent être rendus actuellement
Environnement du site	Cartes topo IGN Vestiges historiques à proximité	Accessibilité Relation avec les parcelles voisines	/	/	Services culturels 1 ^{ère} appréciation des bénéficiaires de services de proximité (rayon d'influence du site à considérer)
Historique du site (quel(le)s activités/ usages par le passé)	Anciennes cartes / images aériennes, Basias, BASOL, SIS	Vestiges de l'histoire du site sur place (bâtiments, etc.)	Historique de la couverture du sol du site	Fonctions pouvant être dégradées selon l'historique, pollutions	Historique des services rendus par le passé
Topographie et gestion des eaux de surface	Cartes topo IGN, MNT	Pente générale, Présence de mares/flaques Exutoires des eaux de ruissellement	Présence de zones humides	Zones d'infiltration, transfert vers la nappe	Services de régulation en lien avec les eaux de surface/ruissellement/ érosion Usages/exploitation de l'eau en aval du site
Sols et couverture	Urban Atlas, Corine Land Cover BDD sols : nature du sol	% sol scellé (et type) % sol végétalisé sur la parcelle	Couverture du sol	Etat des fonctions hydro-morphologiques et géotechniques, perméabilité	Services de régulation et d'approvisionnement
Eaux souterraines	BD Lisa, BSS Eau, Infoterre, Aires Alimentation Captages	Piézométrie (si possible) Présence de puisards, bétoires ou cavités	/	Zones d'infiltration vers la nappe	Services approvisionnement ➡ Usages/exploitation de l'eau souterraine sur site/ en aval
Pollutions, déchets et matériaux d'apport	Pollutions des sols : Basias (potentielle), Basol (avérée, dépollution ?)	Présence de déchets ou tout matériau exogène	/	Dégradation des fonctions par les pollutions	Services d'approvisionnement limités ou impossibles selon pollution et mode de gestion de la pollution.
Végétation	Corine Land Cover	Type de végétation (herbacée, arbustes, arbres) Présence de cultures Variété des espèces Espèces envahissantes	Couverture du sol selon espèces végétales	Fertilité des sols	Services rendus par la végétation (approvisionnement, régulation...)
Faune	Atlas de la biodiversité	Traces ou Présence de faune dans le sol (escargots, vers de terre) et hors sol	/	« macro-indicateurs » des fonctions biologiques et biochimiques	Services rendus par la faune (régulation)
Espaces verts proches	Carte de la trame verte et bleue Corine Land Cover	Espaces verts du même type à proximité	/	Fonction connectivité écologique	Services culturels en lien avec la préservation de la biodiversité
Patrimoine architectural, archéologique et naturel. Esthétisme	Sites protégés : monumentum.fr	Présence de bâtiments, de ruines Évaluation subjective du esthétisme du site	/	/	Services culturels

de prendre conscience du rôle d'interface joué par le sol et des responsabilités qui peuvent en découler pour le chargé de projet selon qu'il décide de mettre en lumière ou pas le rôle joué par le sol.

APPLICATIONS SUR DEUX CAS D'ÉTUDE EN MÉTROPOLE LILLOISE.

Une démonstration de la démarche a été réalisée sur plusieurs friches du territoire de la MEL en attente de reconversion, mettant en avant les notions de couverture et d'usage du sol, de diversité des fonctions qui leur sont associées et des services rendus à la société. Une comparaison a été proposée entre un « état zéro » pour chaque friche (état actuel dans le cadre des études réalisées) et un « état reconverti » correspondant à l'usage pressenti ou plausible et qui, dans certains cas, incluait des solutions fondées sur la nature (appelées aussi NBS, de l'anglais *Nature Based Solutions* et visant à la préservation, l'amélioration, la restauration ou la création d'écosystèmes). Ainsi par exemple une NBS est un mode de gestion des eaux pluviales par noues et revêtements perméables, d'autres bénéfices de la nature en ville sont identifiés par l'ADEME (2018). Les comparaisons permettent de mettre en avant, suivant l'usage actuel ou envisagé de chaque site, d'une part, les fonctions à restaurer ou à maintenir, et d'autre part les services écosystémiques obtenus. Les démonstrations d'appréciation des services rendus à partir de la grille ont été alimentées à partir de visites de terrain, le recours à des données publiques et accessibles et des échanges avec des agents de la direction Stratégie et Opérations Foncières de la MEL. Deux parcelles sont données en exemple ici, les parcelles B1 et B2.

Parcelle (B1), friche d'un ancien terrain de sport d'une usine présentant un espace de végétation très dense

La parcelle B1 correspond à un ancien terrain de sport situé à côté d'une usine chimique aujourd'hui démolie. Les sols de la parcelle sont pollués en métaux lourds selon BASOL³ et aucune dépollution n'a été faite à ce jour. Le site est bordé de grands arbres et présente également une végétation très dense sur le terrain de sport. On pourrait qualifier cette végétation de forêt urbaine, comme c'est également le cas sur d'autres friches localisées à proximité. Cette situation très végétalisée suscite au premier abord une estimation de l'état des fonctions écologiques liées au sol plutôt bon, à moduler bien sûr par la pollution en métaux du sol qui rend impossible certains usages de la parcelle

en l'état. L'appréciation de l'état des fonctions et services rendus associés actuellement est illustrée en *tableau 4*. Un scénario de réaménagement hypothétique est proposé : le maintien de la forêt urbaine avec un accès au public limité par des passerelles surélevées ne permettant le contact avec les sols. Ce scénario permettrait de préserver les fonctions du sol existantes qui rendent principalement des services de régulation et permettrait de gagner des services de type culturel, récréatif et éducatif par l'attrait de la population locale pour traverser cette forêt actuellement inaccessible et accéder plus rapidement à des points stratégiques du quartier. En plus d'un évident caractère *low-tech*, c'est une option de reconversion optimale en termes de services car il ne dégraderait pas les fonctions existantes. La faisabilité de cet aménagement est bien sûr à nuancer en fonction des caractéristiques de la pollution (métaux lourds, non volatiles) et de l'exposition à éviter des futurs usagers (éviter tout risque d'ingestion des terres par exemple). L'appréciation de l'état des fonctions et services rendus associés pour la reconversion est illustrée en *tableau 4* et *tableau 5*.

Parcelles (B2), friche industrielle polluée

Cette parcelle était anciennement occupée par une usine chimique qui a été démolie. Au nord de la parcelle, se trouvent des restes archéologiques d'une ancienne abbaye médiévale. Comme le stade de la parcelle B1, les sols présentent une pollution aux métaux lourds. Une première dépollution a déjà été faite après la cessation d'activité, mais le site reste encore pollué. Le site – en friche – présente très peu de végétation, indicateur sans doute de la forte dégradation des fonctions du sol. L'appréciation de l'état des fonctions mobilisées et services rendus associés actuellement est illustrée en *tableau 6* et *tableau 7* respectivement. À différence de la parcelle B1 qui même en friche rend des services à la collectivité et riverains, la parcelle B2 ne rend aucun service dans son état actuel. Un scénario de reconversion hypothétique assez classique est proposé : aménagement de bâtiments résidentiels et tertiaires, et des espaces verts. Cette reconversion reposerait sur une dépollution des sols adaptée aux usages futurs et probablement un apport des terres végétales de l'extérieur pour les espaces verts. Ainsi l'aménagement devrait restituer ou restaurer de nombreuses fonctions pour qu'ils contribuent à de nouveaux services. En conséquence et sans surprise, étant donné les fonctions initiales assez dégradées des sols, toute reconversion irait vers une amélioration des SE rendus pour les bénéficiaires locaux. Appliquée à d'autres scénarii de gestion, la grille devrait servir à nuancer le mode de développement classique en résidentiel ou tertiaire de ce type de terrains, par exemple avec l'évaluation d'usages temporels et la possibilité de ré-fonctionnalisations peu onéreuses. À terme, le projet d'un quartier devrait trouver un équilibre entre le développement des nouvelles surfaces bâties et surfaces imperméabilisées par la voirie, générateurs d'une valeur immobilière

³ *Base de données Basol : les sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif.*

Tableau 4 - Appréciation des fonctions des sols entre l'état actuel et l'état de reconversion hypothétique pour la parcelle B1 à l'issue de la visite de terrain et de l'étude documentaire (source : BRGM)

Table 4 - Assessment of the soil functions variation between the current state and the hypothetical reconversion state for plot B1 after the field visit and the documentary study.

Famille de fonctions	Fonctions	État de la fonction sur le site B1	Delta avec la reconversion B1
Fonctions hydro-géo-morphologiques	Ralentissement des eaux de ruissellement	Fonctions existantes	Fonctions préservées
	Stabilisation des sols		
	Rétention des écoulements		
	Recharge des nappes	Fonction existante (mais la nappe est polluée)	
	Soutien d'étiage	Fonction existante	
Fonctions biochimiques	Restauration ou maintien de la matière organique (MO)	Fonction existante Besoin diagnostic complémentaire fertilité/pédologie	Fonctions préservées
	Rétention, transformation et élimination des polluants	Fonction existante Présence de plusieurs polluants (métaux) dans les sols.	
	Séquestration de carbone	Fonction existante	
Fonctions biologiques	Habitat d'espèces	Fonction existante Variété d'espèces végétales.	Fonctions préservées
	Connectivité	Fonction existante Proximité cours d'eau et autres espaces verts	
Fonctions géotechniques	Support géotechnique	Fonction dégradée Anciens remblais	Sans impact

Tableau 5 - Services développés dans le scénario de conversion de la parcelle B1. Les + indiquent un service qui s'est développé, les = un service maintenu et les / un service inexistant.

Table 5 - Services developed in the plot conversion scenario B1. the + indicate a developed service, the = a maintained service and the / a non-existing service.

Famille de services	Services écosystémiques	Services développés B1: reconversion en parc
Services de régulation	Protection contre les inondations	=
	Protection contre l'érosion	
	Régulation du climat local	
	Régulation du climat global	
	Qualité de l'eau et des sols	= Suivi des pollutions dans les sols
Services d'approvisionnement	En aliments	/
	En biomasse non alimentaire (bois, chauffage, textile)	
	Stock et approvisionnement d'eau potable	
	En énergie	
	Support physique bâtiment et infrastructures	
Services culturels	Paysage et esthétique	=
	Loisir et récréatif	+ Ouverture d'une passerelle, création d'un espace de loisirs
	Préservation patrimoine naturel et architectural	=

Tableau 6 - Appréciation des fonctions des sols entre l'état actuel et l'état de reconversion hypothétique pour la parcelle B2 à l'issue de la visite de terrain et étude documentaire.

Table 6 - Assessment of the soil functions between the current state and the hypothetical reconversion state for plot B2 after the field visit and documentary study.

Famille de fonctions	Fonctions	État de la fonction sur le site B2	Delta avec la reconversion B2
Fonctions hydro-géo-morphologiques	Ralentissement des eaux de ruissellement	Fonctions dégradées Sols scellés	Fonctions à restaurer Desceller
	Stabilisation des sols		
	Rétention des écoulements		
	Recharge des nappes	Fonction dégradée par les sols scellés (la nappe est polluée)	
	Soutien d'étiage	Fonction peu importante	/
Fonctions biochimiques	Restauration ou maintien de la MO	Fonction dégradée	Fonction à restaurer
	Rétention, transformation et élimination des polluants	Fonction dégradée Site pollué mais les sols sont scellés et peu végétalisés	Fonction à restaurer Sol à dépolluer
	Séquestration de carbone	Fonction dégradée par les sols scellés et peu végétalisés	Fonction à restaurer
Fonctions biologiques	Habitat d'espèces	Fonction dégradée	Fonction à restaurer
	Connectivité	Fonction inexistante	Fonction à rétablir selon le niveau
Fonctions géotechniques	Support géotechnique	Fonction dégradée Anciens remblais, anciennes fondations	Fonction à restaurer Conditionnement géotechnique du site à faire avant le chantier

de l'aménagement, et surfaces végétalisées et perméables sur l'ensemble de cet aménagement qui apporteraient des bénéfices plutôt liés aux services écosystémiques, tout en évitant au maximum un apport massif des terres végétales provenant d'ailleurs. Ainsi une approche d'évaluation quantitative des services pourrait être pertinente pour comparer quels scénarios seraient plus avantageux sur un même site avec par exemple une approche monétaire de type coût-bénéfice ou des approches comme celles développées par DESTISOL qui évalue les services compte tenu des propriétés du sol (Blanchart, 2018; Lothodé *et al.*, 2020).

Discussions sur les cas d'étude

Sans surprise, on constate que chaque scénario de reconversion hypothétique permet une amélioration globale des services rendus que ce soit sur la parcelle B1 ou B2. L'application de la démarche et les comparaisons pour chacune des deux parcelles étudiées permettent de mettre en avant selon l'usage actuel ou envisagé, l'état des fonctions, celles à restaurer ou à maintenir. Elle a également permis de comparer le bénéfice potentiel en termes des services rendus par les sols après le changement d'usage et ce pour des familles de bénéficiaires qui vont des riverains à l'ensemble de la société. La démarche qualitative

proposée rencontre toutefois des nombreuses limites lorsqu'il s'agit de comparer des solutions. Les fonctions ne sont recensées et évaluées que par simple visite de terrain et consultation documentaire sans diagnostics sur le sol. Il faudrait raisonner avec des couvertures du sol le plus homogènes possibles or ce n'était pas le cas de chaque parcelle. Comme Béchet *et al.* (2017) le soulignent, des sols artificialisés mais avec des surfaces perméables et vertes rendent des services importants à la société. Une cartographie de plus en plus fine sur l'imperméabilisation et la couverture des sols permettrait d'aller plus loin dans l'évaluation qualitative et quantitative des services. Cependant, dans un second temps, on pourrait imaginer qu'une étude des sols (allant au-delà de la géotechnique) soit intégrée aux études urbaines, ce qui en pratique n'intervient que lorsqu'on est en présence de sols potentiellement pollués. Des outils comme DESTISOL (Lothodé *et al.*, 2020) pourraient intervenir à ce stade. De plus, il conviendrait de favoriser l'interdisciplinarité et sur ce plan, l'urbaniste ensemblier d'un projet apparaît être le bon interlocuteur mais comme l'ont évoqué les agents du service leur vision des sols s'est faite par le prisme de la pollution, ce qui est réducteur, d'où leur souhait d'élargir leur appréhension par le biais des fonctions et services rendus.

Le travail réalisé a permis aux agents de l'urbanisme de se rendre compte que les connaissances générales concernant le

Tableau 7 - Services développés dans le scénario de conversion de la parcelle B2. Les + indiquent un service qui s'est développé, les = un service maintenu et les / un service inexistant.

Table 7 - Services developed in the plot conversion scenario B2. the + indicate a developed service, the = a maintained service and the / a non-existing service.

Famille de services	Services écosystémiques	Services développés B2 : résidentiel + tertiaire
Services de régulation	Protection contre les inondations	+ Plus d'espaces verts et perméables qu'actuellement
	Protection contre l'érosion	/
	Régulation du climat local	+ Espaces verts
	Régulation du climat global	+ Plus de surface végétalisée
	Qualité de l'eau et des sols	+ Dépollution et apport des terres de l'extérieur. Amélioration de la qualité des sols
Services d'approvisionnement	En aliments	/
	En biomasse non alimentaire (bois, chauffage, textile)	
	Stock et approvisionnement d'eau potable	
	En énergie	
	Support physique bâtiment et infrastructures	+ Construction de bâtiments, voiries et réseaux
Services culturels	Paysage et esthétique	+ La reconversion sera une amélioration de l'esthétisme du site
	Loisir et récréatif	+ Les espaces verts vont être un espace de loisir pour les riverains
	Préservation patrimoine naturel et architectural	+ Muséification de l'abbaye

sol étaient assez pauvres et que les notions les plus évidentes pour un géologue ou un pédologue étaient mal connues y compris pour les acteurs de l'urbanisme et de l'aménagement, exception faite de la géotechnique ou dans une moindre mesure de la question des sites et sols pollués. L'unité stratégie foncière de la MEL construit une base des fonciers potentiellement mutables et il est envisagé de compléter la grille d'évaluation pour chaque site, afin de l'ajouter aux renseignements classiques tels que le zonage du Plan Local d'Urbanisme, la superficie de la parcelle, etc. Un atelier interne a également été organisé pour partager la grille de repérage et l'expérimenter. Il est prévu de poursuivre ces initiatives pour que peu à peu le réflexe d'utilisation de la grille se mette en place. Ce premier atelier a suscité beaucoup de questions de la part des agents quant à l'intérêt d'y participer ou pas. En effet, comme cela a déjà été exposé, la relation entre le foncier et le sol n'est pas évidente et beaucoup d'entre eux s'interrogent encore sur « l'obligation » d'intégrer des connaissances générales relatives au sol pour exercer leur mission. Un autre aspect est l'appropriation par le grand public et des associations, étant donné que le rapport a été diffusé publiquement. Le rapport étant public, il a été diffusé à l'extérieur

de la MEL à l'issue du projet. Il a été porté à notre connaissance que certaines associations se sont montrées très intéressées par la grille et les concepts proposés. Ces initiatives semblent relever plutôt du tâtonnement et d'une prise de connaissance du sol en milieu urbain.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

La lutte contre l'artificialisation des sols oblige les territoires à dépasser une vision linéaire de l'aménagement et la construction des villes. Il faut réfléchir aujourd'hui de manière plus globale aux services que le sol urbain pourrait ou devrait pouvoir offrir et identifier les fonctions à préserver ou rétablir pour en assurer la fourniture, tout en tenant compte des contraintes techniques et économiques. On pourra ainsi distinguer les fonctions du sol qu'il est relativement aisé de rétablir (par exemple, le fait de re-perméabiliser un sol pour faciliter l'infiltration des eaux météoriques et permettre ainsi la régulation du cycle de l'eau), de fonctions nécessitant un effort technologique et/ou économique important (par exemple, une excavation de sols pollués accom-

paginée d'un traitement de dépollution hors site pour reconstituer un nouveau sol non pollué et le rendre « vivant ») et enfin de fonctions qu'il sera très difficile de rétablir (par exemple, et suivant les cas, la fertilité qui permettrait la production d'aliments). Pour aller plus loin dans cette approche et pouvoir comparer différents scénarios, une option est l'évaluation économique de type analyse coût-bénéfice. Les coûts seraient associés aux travaux de re-fonctionnalisation au sens large et l'estimation des bénéfices, locaux et globaux, se ferait par une grille de lecture de type SE combinée avec des indicateurs de monétarisation (par ex. Chevassus-au-Louis *et al.*, 2009, ou les travaux récents de l'EFESE et la séquestration carbone des écosystèmes français (EFESE, 2019)). L'analyse de cette fonctionnalisation des sols ainsi que celle des services associés pourrait être menée d'une manière plus systématique dans le cadre de la démarche de gestion des sites dégradés en milieu urbain. Ainsi, la caractérisation des fonctions et services écosystémiques du sol/sous-sol pourrait être menée au même titre que l'inventaire de l'état des milieux dans l'application de la méthodologie nationale de gestion des sites pollués (BRGM, 2017), afin de redéfinir des usages des sols en lien avec la planification urbaine et les processus d'urbanisation. Cette caractérisation et la définition des indicateurs adaptés nécessitent encore des développements afin d'en améliorer la pertinence et le caractère opérationnel. C'est là une des conditions d'une meilleure appropriation de ces approches et outils par les différents acteurs de la ville durable.

Enfin, l'unité stratégie foncière réfléchit à une communication adaptée autour de l'ensemble des travaux qu'elle a menés sur les sols, au regard du retour d'expérience d'utilisation et de valorisation des travaux menés.

REMERCIEMENTS

Ces travaux ont été financés par la convention R&D 2018 entre la MEL et le BRGM. Ils ont reçu un appui des experts impliqués dans le projet interne du BRGM Urban-SE (2016-2019). Ils ont été présentés aux agents de la MEL lors d'un séminaire ouvert au public en mars 2019 et lors d'un séminaire interne en septembre 2019. Les auteurs tiennent à remercier les agents de la MEL pour leur intérêt dans cette démarche et également la relecture de l'article par Cécile Grand, Thomas Eglin et Geoffroy Séré.

BIBLIOGRAPHIE

- Ademe, 2018 - Aménager avec la nature en ville. Des idées préconçues à la caractérisation des effets environnementaux, sanitaires et économiques. ISBN 979 1 02971 180 0. <https://www.ademe.fr/amenager-nature-ville>
- AFES, 2018 - Sols et Définitions. <https://www.afes.fr/sols-et-definitions>. Dernière consultation en mai 2020.
- Baptist F., Disca T., Hellal J., Limasset E., Hortio M. et Binet T., 2018 - Mesure de la biodiversité et évaluation des services écosystémiques des milieux

- restaurés. Méthodes et retours d'expériences. RECORD 17-1021/1A. Blanchart A., Séré G., Cherel J., Warot G., Stas M., Consalès J.-N., Morel J.-L., Schwartz Ch., 2018 - Towards an operational methodology to optimize ecosystem services provided by urban soils. *Landscape and Urban planning*, 176, pp 1-9.
- Béchet B., Le Bissonnais Y., Ruas A., Aguilera A., Andrieu H., Barbe E., Billet P., Cavailhès J., Cohen M., Cornu S., Dabanc L., Delolme C., Géniaux G., Hedde M., Mering C., Musy M., Polèse M., Christiane Weber C., Frémont A., Le Perchec S., Schmitt B., Savini I., Desrousseaux M., 2017 - Sols artificialisés et processus d'artificialisation des sols : déterminants, impacts et leviers d'action. Synthèse du rapport d'expertise scientifique collective, Ifsttar-Inra (France).
- Blanchart A., 2018 - Vers une prise en compte des potentialités des sols dans la planification territoriale et l'urbanisme opérationnel. *Agronomie*. Université de Lorraine. Français.
- BRGM, 2017 - Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués <http://ssp-infoterre.brgm.fr/methodologie-nationale-gestion-sites-sols-pollues>
- CGDD, 2018 - Les écosystèmes Urbain - l'Évaluation française des écosystèmes et services écosystémiques (CEREMA) Analyse Théma et Rapport technique http://webissimo.developpement-durable.gouv.fr/IMG/epub/efese_ecosystemes_urbains_cle2e6fdf.epub
- Chevassus-au-Louis, B., Salles J.M. et Pujol J.M., 2009 - Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes. Contribution à la décision publique. Centre d'analyse stratégique.
- Comby, J., 2018 - C'est quoi le foncier ? <https://fonciers-en-debat.com/cest-quoi-le-foncier/> Dernière consultation en mai 2020.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., van den Belt, M., 1997 - The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387 : pp 253-260.
- de Cleen M., Molenaar C. Masson J., 2016 - Background paper, Soil Stakeholders' Conference, 5th December 2016. https://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/soil%20conference%20december%202016/background_paper_towards_societal_benefits_by_soil_services.pdf
- Dufour S., Arnault de Sartre X., Castro M., Oszward J., Rollet A.J., 2016 - Origine et usages de la notion de services écosystémiques : éclairages sur son apport à la gestion des hydrosystèmes. *Vertigo*, la revue électronique en sciences de l'environnement. <https://doi.org/10.4000/vertigo.17435>
- EC DG ENV, 2018 - Providing support in relation to the implementation of the EU Soil Thematic Strategy - Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services Soil ecosystems Lead, Report 1.2, 139p. https://www.deltares.nl/app/uploads/2019/02/Soils4EU_D1.2_ecosystemservices_MAEsVersion_final-DEF.pdf
- EFESE, 2019 - La séquestration de carbone par les écosystèmes en France. Théma Analyse.
- France stratégie, 2019 - Objectif « zéro artificialisation nette » : quels leviers pour protéger les sols ?
- Haines-Young R., Potschin M., 2018 - Common International Classification of Ecosystem Services. (CICES) V5.1. Guidance on the Application of the Revised Structure.
- Jouve A.M., Vianey G., 2012 - « Le foncier, une ressource territoriale difficile à construire en périurbain », *Économie rurale*, 330-331 | 2012, pp 27-41.
- Loi biodiversité, 2016 - Loi n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages.
- Lothodé M., Séré G., Blanchart A., Chérel J., Warot G., Schwartz C., 2020 - Prendre en compte les services écosystémiques rendus par les sols urbains : un levier pour optimiser les stratégies d'aménagement. *Etude et Gestion des Sols*, 27, pp 361-376.
- MEA, 2005 - Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends, Volume 1, Island Press, Washington D.C.

- MEEM et FRB, 2017 - EFESÉ Cadre Conceptuel. Balises Théma Biodiversité. <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Thema%20-%20Efese%20-%20Le%20cadre%20conceptuel.pdf>
- Monfort D., Limasset, E., 2019 - Etude des interactions entre fonctions du sol et stratégie foncière en contexte urbain dégradé. Rapport final BRGM/ RP-68659-FR
- Morel J.L., Chenu C., Lorenz K., 2015 - Ecosystem services provided by soils of urban, industrial, traffic, mining, and military areas (SUITMAs). *Journal of Soils and Sediments* 15, pp 1659-1666.
- MTEs, 2018 - Plan Biodiversité, Comité interministériel biodiversité – 4 juillet 2018. <https://biodiversitetousvivants.fr/le-plan-biodiversite-pour-la-france-metropolitaine-et-loutre-mer>
- Muller S., Marchand D., Bailly E., Consales J.N., Clergeau P. et Bonnaud X., 2020 - Confinement en ville : pourquoi l'accès à la nature est tout simplement vital. *The Conversation*. <https://theconversation.com/confinement-en-ville-pourquoi-lacces-a-la-nature-est-tout-simplement-vital-137500>
- Séré G., Cherel J., Blanchart A., Warot G. et Schwartz C., 2018 - Prise en compte des potentialités des sols dans l'aménagements urbain : du projet à la planification. *Destisol & SUPRA*. Séminaire ICGS.
- Taugourdeau O., Harris-Hellal J., Monfort D., Limasset E. et Chauvin C., 2020 - Enjeux de la reconversion d'une friche et comment évaluer la réhabilitation écologique d'un sol dégradé. Evaluation des services et des fonctions lors de la restauration écologique d'une friche Projet Bio-TUBES. <https://www.ademe.fr/enjeux-reconversion-dune-friche-comment-evaluer-rehabilitation-ecologique-dun-sol-degrade>
- Tobias S., Conen F., Duss A., Wenzel L., Buser C. et Alewell C., 2017 - Soil sealing and unsealing : State of the art and examples. *Land Degrad Dev.* 2018 ; 29 :2015–2024. DOI: 10.1002/ldr.2919
- UICN France, 2013 - Panorama des services écologiques fournis par les milieux naturels en France - volume 2.3 : les écosystèmes urbains. Paris, France.
- VITO, 2020 - Nature value explorer. <https://natuurwaardeverkenner.be/#/>