

Contribution aux réflexions sur les concepts de fonctions des sols et de services écosystémiques, et leur évaluation

T. Eglin⁽¹⁾, I. Cousin⁽²⁾, et C. Walter⁽³⁾

Éditeurs invités du numéro spécial « Fonctions des sols et services écosystémiques »

- 1) ADEME, Direction Bioéconomie et Énergies Renouvelables, Angers, France.
- 2) INRAE Orléans, UR SOLS Science du Sol, Centre Val de Loire, France.
- 3) Institut Agro, INRAE, UMR SAS, 35000 Rennes, France.

* Auteurs correspondants : thomas.eglin@ademe.fr, Isabelle.Cousin@inrae.fr, christian.walter@agrocampus-ouest.fr

INTRODUCTION

Alors que les sols occupent une place centrale dans les différents enjeux globaux que sont la sécurité alimentaire, l'accès à l'eau potable, la régulation du climat, le développement des énergies renouvelables et la préservation de la biodiversité, ils peuvent être soumis à des dégradations liées à une mauvaise gestion, comme l'érosion, la perte de matière organique, la compaction ou l'imperméabilisation (Blum, 1990 ; IPCC, 2019).

Depuis presque deux décennies, les concepts de fonctions des sols et de services rendus (directement par le sol ou *via* leur contribution au fonctionnement des écosystèmes) sont mis en avant dans la littérature scientifique et dans les politiques publiques comme une approche pertinente pour sensibiliser les acteurs de la gestion des sols et les aider dans leurs prises de décision. Ils ont été développés pour souligner l'importance des sols et éviter qu'ils soient ignorés si l'on se plaçait uniquement à l'échelle plus globale de l'écosystème (Baveye *et al.*, 2016).

De nombreux travaux de recherche fondamentale et appliquée ont mobilisé ces notions de fonction et de service, en particulier dans les domaines de l'agriculture, de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire, mais selon des approches et des terminologies très hétérogènes. Ce numéro spécial de la revue *Étude et Gestion des Sols* se propose d'illustrer les avancées dans ces différents domaines d'application en s'appuyant sur des travaux récents menés par des équipes françaises. Il compile des articles faisant suite à un appel à communication dédié et déjà publiés « au fil de l'eau » dans des numéros récents, et d'autres articles

Comment citer cet article :

Eglin T., Cousin I., et -Walter C., 2021 - Contribution aux réflexions sur les concepts de fonctions des sols et de services écosystémiques, et leur évaluation, *Étude et Gestion des Sols*, 28, 143-146

Comment télécharger cet article :

<http://www.afes.fr/publications/revue-etude-et-gestion-des-sols/volume-28-numero-1/>

Comment consulter/télécharger tous les articles de la revue EGS :

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

publiés antérieurement sur la thématique de ce numéro spécial. Les articles rassemblés dans cet ouvrage présentent des réflexions conceptuelles et méthodologiques, des propositions d'indicateurs des fonctions et des services auxquels contribuent les sols, la mise au point de méthodologies d'évaluation et des exemples d'opérationnalisation de ces méthodes. Une diversité d'écosystèmes avec une forte intervention de l'homme est considérée, notamment les milieux urbains (**Grard et al., 2020**; **Guilland et al., 2020**; **Lothodé et al., 2020**; **Monfort et al., 2020**; **Rabot et al., 2017**), les agro-écosystèmes (**Blanchart et Trap, 2020**; **Fossey et al., 2020**), et également les écosystèmes forestiers (**Ay et al., 2020**; **Barré et al., 2020**).

QUELLES DÉFINITIONS DE FONCTIONS ET SERVICES ?

Bien que la terminologie et les périmètres respectifs des fonctions et services restent encore l'objet de débats, on s'accorde actuellement pour dire que les fonctions des sols existent indépendamment d'un bénéfice pour l'Homme. Les fonctions des sols sont « ce que fait le sol » (**Calvaruso et al., 2020**), que celles-ci soient essentiellement écologiques (**Blanchart et Trap, 2020**) ou couvrent également des processus non biologiques (**Calvaruso et al., 2020**, par exemple). **Feller et al. (2020)** nous rappellent d'ailleurs que Friedrich Albert FALLOU (1794-1877), créateur du terme pédologie, avait dès le XIX^e siècle mis en avant celui de fonction du sol. Dans le chapitre 8 « Fonction du sol » de son ouvrage « Pédologie », Friedrich Albert FALLOU indique ainsi que le sol n'est pas seulement important pour la production agricole, mais aussi comme fournisseur de matières premières (tourbe et sable), régulateur (cycle de l'eau) et substrat (plantes et autres organismes). Il observe également que ces fonctions dépendent de l'évolution de facteurs « naturels », comme les processus d'érosion-sédimentation, ou « artificiels » (anthropiques), via l'apport d'amendements. Les services écosystémiques, quant à eux, font explicitement référence à un bénéficiaire identifié (**Baveye et al., 2016**; **Walter et al., 2014**; **Calvaruso et al., 2020**). Cette distinction entre fonctions et services est largement reprise par de nombreux auteurs de ce numéro spécial, même si, selon les auteurs, les définitions ne sont pas encore complètement stabilisées.

POURQUOI ÉVALUER LES FONCTIONS DES SOLS ET LES SERVICES ?

L'objectif est de permettre aux acteurs de mieux intégrer les sols dans une démarche de développement durable, notamment via des indicateurs de l'état des fonctions et des services. Cela permet également d'objectiver le niveau de dégradation des sols (**Ay et al., 2020**) et, plus largement, d'intégrer les sols

dans les diagnostics de qualité environnementale (**Brauman et Thomazeau, 2020**), voire dans les documents de planification territoriale agricole (**Fossey et al., 2020**) ou urbaine (**Rabot et al., 2017**). Ces derniers peuvent notamment être utilisés pour la mise en œuvre de la démarche Eviter-Compenser-Réduire (**Fossey et al., 2020**).

Blanchart et Trap (2020) proposent aussi leur utilisation dans la recherche et le conseil agronomique via un cadre méthodologique plaçant la biodiversité et les fonctions écologiques du sol au cœur de l'intensification écologique de l'agriculture. En situation de durabilité menacée, ils proposent de mettre l'accent sur une meilleure connaissance de la relation Biodiversité - Processus - Fonctions - Services, afin que soient développées des pratiques permettant de favoriser les interactions biotiques.

QUELS INDICATEURS ?

À travers une revue de littérature et plusieurs ateliers participatifs réunissant professionnels et chercheurs, **Calvaruso et al. (2020)** ont identifié une liste de paramètres (propriétés, processus) pouvant être évalués à l'échelle d'une parcelle (agricole, forestière ou urbaine) et conduire à un diagnostic de l'état des fonctions des sols et des services écosystémiques. **Guilland et al. (2018)** mettent en avant l'importance d'intégrer la biodiversité des sols. Ils précisent les outils disponibles aujourd'hui pour diagnostiquer la qualité biologique des sols urbains.

Dès lors qu'il s'agit de proposer des méthodes d'évaluation, les indicateurs proposés qualifient fréquemment la multifonctionnalité des sols; nombre d'auteurs la relie au concept de qualité des sols (**Rabot et al., 2017**; **Blanchart et Trap, 2020**), ou à celui de santé des sols (**Brauman et Thomazeau, 2020**). Le concept de fertilité, en revanche, mis en avant dès le XIX^e dans les travaux de Fallou (**Feller et al., 2020**) qui concluait de manière optimiste sur l'action raisonnée de l'Homme et sa capacité à pérenniser la fertilité des sols, apparaît trop étroit pour traiter des fonctions rendues par les sols et des services associés.

Rabot et al. (2017) proposent ainsi une revue des méthodes multiparamétriques pour l'estimation de la qualité des sols. Cette qualité est définie comme l'aptitude des sols à accomplir différentes fonctions qu'il s'agit d'évaluer, et le cas échéant, d'agrèger sous forme d'un indice de qualité des sols (IQS). Les auteurs mettent en avant la sensibilité des méthodes au choix des propriétés considérées et à la manière de les agréger, et précisent que ces choix dépendent de l'utilisation finale de l'indice de qualité des sols. Ils soulignent qu'il est possible de passer outre certaines difficultés reconnues dans la conception de tels indices, en stratifiant judicieusement les usages et les fonctions du sol à prendre en compte selon l'échelle d'évaluation, et en évitant l'agrégation des indicateurs

en une note unique.

QUELS DÉMARCHES ET OUTILS DISPONIBLES ? QUELS RETOURS D'EXPÉRIENCES ?

La mise au point d'indicateurs et d'outils est classiquement réalisée selon deux approches : d'une part, l'analyse de la littérature scientifique ou l'analyse de documents de planification, d'autre part, la co-construction - *via* des enquêtes ou des ateliers participatifs, d'indicateurs et d'outils par des acteurs du territoire et des spécialistes de l'évaluation des fonctions et des services. Ces approches sont parfois développées conjointement, mais sont toujours mises à l'épreuve avec des utilisateurs.

Braumann et Thoumazeau (2020) proposent un outil de terrain pour évaluer la « santé » des sols agricoles, basé sur l'évaluation de fonctions issues de l'activité des organismes du sol. Cet outil intitulé Biofunctool® intègre neuf indicateurs de terrain, rapides et de faibles coûts, permettant d'évaluer trois fonctions principales du sol : la dynamique du carbone, le cycle des nutriments et le maintien de la structure du sol. Un index de qualité intégrant les indicateurs, et pouvant être décomposé de manière transparente entre les différentes fonctions, a été construit afin de synthétiser et faciliter l'appropriation de l'outil par des non-spécialistes du sol. La mise en œuvre de l'outil est illustrée sur deux cas d'étude en milieu tropical montrant sa capacité à discriminer l'impact de pratiques agricoles.

Au travers d'une étude croisée de documents d'urbanisme et la conduite d'entretiens, **Lothodé et al. (2020)** montrent que bien que le sol soit un compartiment sous-estimé dans l'aménagement urbain en France, il est considéré comme une ressource par les acteurs (maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre et entreprises de terrassement). Les auteurs montrent qu'une approche *via* le concept de services écosystémiques permet de faire le lien entre les experts (pédologues, agronomes, paysagistes) et les décideurs, et de classer ou hiérarchiser les services à attendre du territoire selon les acteurs. **Monfort et al. (2020)** proposent ainsi une démarche de sensibilisation des acteurs de l'aménagement à l'importance des fonctions du sol et des services rendus lors de projets de reconversion de friches urbaines. Cette démarche permet de comparer de manière qualitative différents scénarios d'aménagement en s'appuyant sur une analyse documentaire et une visite de terrain, ceci sans échantillonnage de sol. Elle a pu être mise en œuvre par les agents des services techniques de la métropole européenne de Lille, et a permis d'élargir la vision des sols à d'autres aspects que celui de leur pollution. Les auteurs soulignent que cette première approche simplifiée peut être complétée par une approche plus quantitative, comme celle proposée par **Lothodé et al. (2020)** sur la base d'analyses de sol et

d'une évaluation des fonctions.

Se plaçant à l'échelle du territoire, **Fossey et al. (2020)** proposent une démarche d'évaluation de la capacité des sols des agroécosystèmes à fournir des services. Cette démarche est basée sur l'évaluation d'indicateurs de services par modélisation à l'aide de cartes pédologiques au 1:250 000. Elle permet de projeter l'évolution des indicateurs en fonction de choix de planification. Les auteurs l'ont testée à l'échelle du Pôle métropolitain de Nantes Saint-Nazaire correspondant au Schéma de Cohérence territoriale (SCoT), et discutent de son utilisation à l'échelle plus locale de l'intercommunalité et à l'échelle plus large du bassin hydrographique.

Enfin, **Grard et al. (2020)** proposent une méthodologie d'étude des services écosystémiques rendus par les micro-fermes urbaines. Cela les amène à identifier des services et des indicateurs adaptés à ces contextes et à impliquer les parties prenantes dans l'acquisition des données nécessaires à leur évaluation. Selon les auteurs, cette démarche participative facilite (i) l'acquisition de données qu'il aurait été difficile d'obtenir sans cette implication, en particulier dans des systèmes où les pratiques sont très diversifiées, et (ii) *in fine* l'interprétation des résultats.

VERS LA MONÉTARISATION ?

Alors que la majorité des articles portent sur l'évaluation conjointe de services ou de fonctions multiples, **Barré et al. (2020)** proposent un état des lieux sur l'évaluation et la quantification de la séquestration de carbone dans les sols, service aujourd'hui mis en avant par les politiques publiques en France et en Europe. Ils exposent que la quantification de la séquestration de carbone peut s'appuyer sur de la mesure directe, mais aussi de la modélisation, limitant ainsi les coûts de mise en œuvre. Ces méthodes sont particulièrement avancées pour les sols cultivés, ce qui laisse envisager la monétarisation de ce service, par exemple au travers de dispositifs de compensation carbone, comme le Label Bas Carbone mis en place par le ministère en charge de l'écologie.

Ay et al. (2020) proposent des éléments de cadrage sur la définition et la mesure du coût économique de la dégradation des fonctions des sols et des services qu'ils rendent. Ils en concluent que la traduction de la dégradation des sols en coûts économiques n'est pas en l'état opérationnelle pour guider les décisions privées et publiques. Ils proposent néanmoins un outil permettant de comparer les impacts des dégradations sur les différents services, et d'animer localement un collectif d'acteurs incluant experts et parties prenantes. Cette synthèse, en parallèle d'une meilleure quantification des liens entre dégradation et services, leur paraît un préalable nécessaire à toute analyse économique plus approfondie.

CONCLUSION / MESSAGES CLÉS

Les travaux présentés dans ce numéro spécial, sans être exhaustifs, illustrent bien la dynamique actuelle de mise au point de démarches d'évaluation des fonctions/services pour l'aide à la décision, en particulier dans le cadre de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme. Outre les besoins d'améliorer les bases scientifiques de la quantification de certains services, un des enjeux est de faciliter le transfert des démarches vers les professionnels et les décideurs publics, notamment les bureaux d'études et les collectivités. Il s'agit donc de renforcer l'expérimentation dans le cadre de démarches participatives avec ces acteurs, de capitaliser ces expériences pour faire émerger des consensus (ex : terminologie, propriétés du sol à considérer pour l'évaluation de telle ou telle fonction/service et méthodes d'acquisition associées) et de s'assurer de la comparabilité des approches (Paul *et al.*, 2020). La normalisation pourrait être un cadre adapté, si l'utilisation de ces méthodes se développe dans le cadre d'activités commerciales (ex : marché du carbone ; prestation de restauration de sols dégradés) ou de la réglementation (ex : planification urbaine). Enfin, un point essentiel pour le développement de ces démarches reste la sensibilisation des parties prenantes aux enjeux de la préservation des sols, et la formation des acteurs qui les mettront en œuvre ou les commanditeront.

REMERCIEMENTS

Nous remercions ici tous les auteurs et auteures qui ont permis l'élaboration de ce numéro en y soumettant leurs travaux et leurs réflexions. Nous remercions également les très nombreux relecteurs et relectrices qui ont accepté de contribuer à améliorer ces manuscrits par leurs remarques et leurs propositions généralement très constructives. Nous remercions également l'ADEME pour son soutien financier à l'édition de ce numéro spécial.

BIBLIOGRAPHIE

- Ay J.-S., Pousse N., Rigou L., Thannberger L., 2020 - Vers une évaluation des coûts de la dégradation des sols : Éléments de cadrage, outil d'analyse, et études de cas. *Étude et Gestion des Sols*, Vol. 27, pp. 147-162.
- Barré P., Cécillon L., Chenu C., Martin M., Vidal-Beaudet L., Eglin T., 2020 - La séquestration de carbone dans les sols agricoles, forestiers et urbains : état des lieux des méthodes d'évaluation et de quantification. *Étude et Gestion des Sols*. Vol. 27, pp. 305-320.
- Baveye P., Baveye J., Gowdy J., 2016 - Soil "Ecosystem" Services and Natural Capital: Critical Appraisal of Research on Uncertain Ground. *Front. Env. Sci.* 4:41 DOI=10.3389/fenvs.2016.00041
- Blanchart E., Trap J., 2020 - Intensifier les fonctions écologiques du sol pour fournir durablement des services écosystémiques en agriculture. *Étude et Gestion des Sols*. Vol. 27, pp. 121-134.
- Blum W. E. H., 1990 - The challenge of soil protection in Europe. *Environmental Conservation* 17(1), pp. 72-74.
- Brauman A., Thoumazeau A., 2020 - Biofunctool® : un outil de terrain pour évaluer la santé des sols, basé sur la mesure de fonctions issues de l'activité des organismes du sol. *Étude et Gestion des Sols*. Vol. 27, pp. 289-303.
- 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 ? *Revue de la littérature et sélection de paramètres en ateliers participatifs*. *Étude et Gestion des Sols*. Vol. 28, pp. 3-29.
- Feller C., Aeschlimann J.-P., Frossard E., 2020 - Friedrich Albert FALLOU (1794- 1877) et sa « Pedologie » X - Chapitre 8 « Fonction du sol ». *Étude et Gestion des Sols*, Vol. 27, pp. 135-145.
- Fossey M., Martin R., Besse C., Von Fisher C., Ducommun C., Walter C., 2021 - Évaluation des services écosystémiques fournis par les sols agricoles en appui à la planification territoriale : cas des systèmes prairiaux du territoire de Nantes Saint- Nazaire. *Étude et Gestion des Sols*. Vol. 28, pp. 113-142.
- Grard B.J.-P., Joimel S., Vieublé Gonod L., Giacche G., Aubry C., Consoles J.-N., Séré G., Manouchehri N., Haudin C.-S., Auclerc A., Daniel A.-C., Houot S., Stella P., Lagneau A., Chenu C., 2021 - Evaluation des services écosystémiques fournis par les sols de micro- fermes urbaines : méthodologie et retours d'expériences. *Étude et Gestion des Sols*. Vol. 28. pp 31- 47.
- Guilland C., Maron P.-A., Damas O., Ranjard L., 2018 - La biodiversité des sols urbains au service des villes durables, *Étude et Gestion des Sols*. Vol. 25, pp. 59-77.
- IPCC, 2019 - Climate change and Land. Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. <https://www.ipcc.ch/srccl/>
- 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. *Étude et Gestion des Sols*. Vol. 27, pp. 361-376.
- Monfort D., Limasset E., Mossman J.-R., Lafeuille C., 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. *Étude et Gestion des Sols*. Vol. 27, pp. 377-392.
- Paul C., Kuhn K., Steinhoff- Kopp, Weisshun P., Helming K., 2020 - Towards a standardisation of soil- related ecosystem service assessments. *European Journal of Soil Science*, 1:16 DOI: 10.1111/ejss.13022.
- Rabot E., Keller C., Ambrosi J.- P., Robert S., 2017 - Revue des méthodes multiparamétriques pour l'estimation de la qualité des sols dans le cadre de l'aménagement du territoire *Étude et Gestion des Sols*. Vol. 24, pp. 59-72.