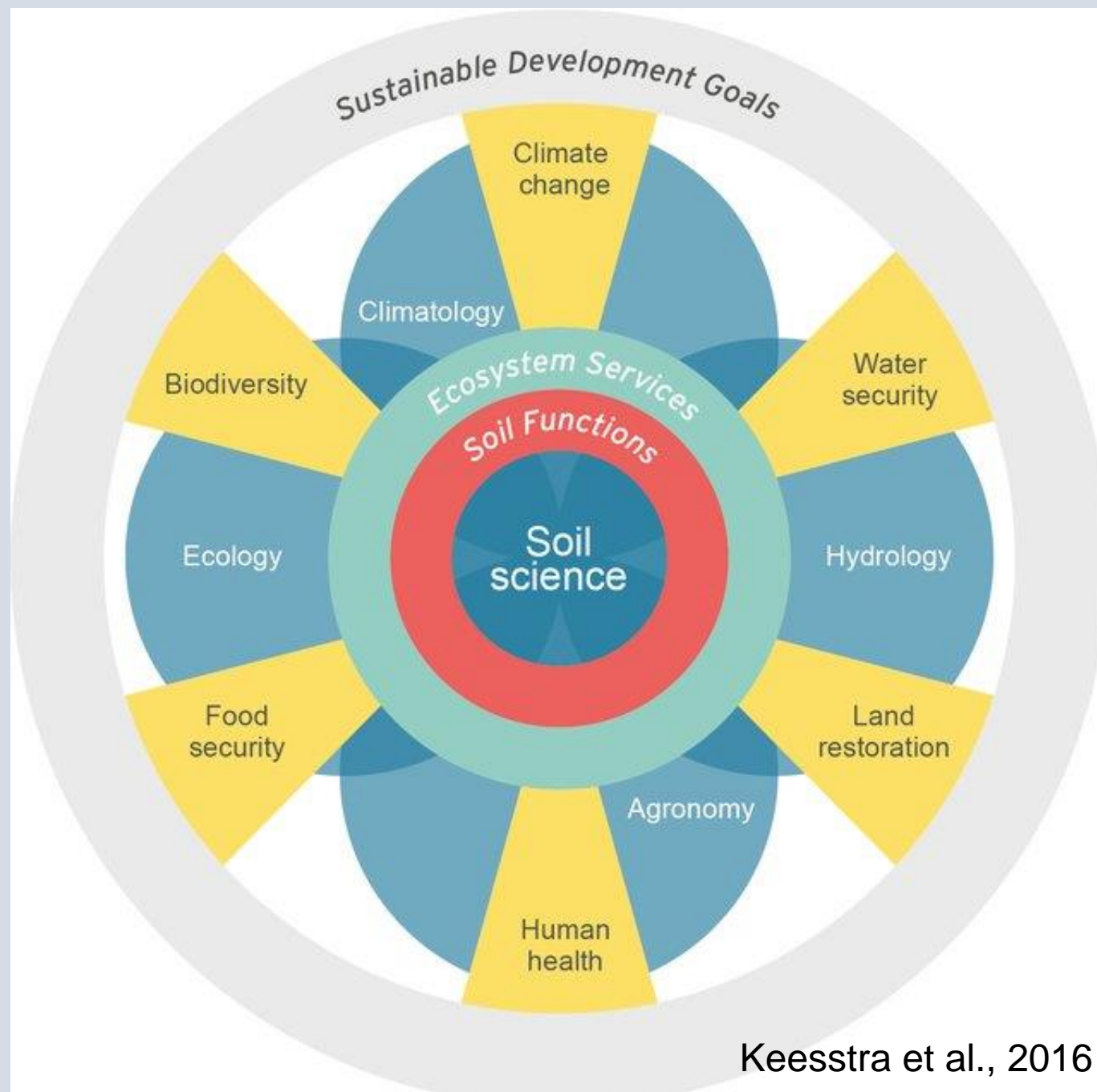


# UTILISATION D'OBJETS IMPRIMÉS EN 3D POUR DIFFÉRENTES APPLICATIONS DANS LES SCIENCES DU SOL

Javier ARRIETA-ESCOBAR<sup>1,2</sup>, Nicolas VALETTE<sup>3</sup>, Apolline AUCLERC<sup>4</sup>, Delphine DERRIEN<sup>3</sup>, Stéphanie OUVRARD<sup>4</sup>, Alaa HASSAN<sup>1</sup>, Vincent BOLY<sup>1</sup>, Anne-Julie TINET<sup>5</sup>, Véronique FALK<sup>2</sup>, Marie-France DIGNAC<sup>6</sup>

1: Université de Lorraine, ERPI, F-54000 Nancy, France \*arrietae1@univ-lorraine.fr ; 2: Université de Lorraine - CNRS, LRGP, F-54000 Nancy, France; 3: INRAE, UR1138 BEF, 54280 Champenoux, France; 4: Université de Lorraine - INRAE, Laboratoire Sols et Environnement, F-54500 Vandoeuvre-lès-Nancy, France; 5: Université de Lorraine - CNRS, GeoRessources, F-54000 Nancy, France; 6: INRAE, Institute of Ecology and Environmental Sciences of Paris iEES - CNRS, Sorbonne Université, F-75005 Paris, France



Keesstra et al., 2016

## L'impression 3D et les fonctions des sols

Les sols présentent une grande diversité en termes de structure et de composition à différentes échelles. Pour comprendre le fonctionnement de chaque type de sol et pour comparer différents sols, les chercheurs utilisent de plus en plus d'approches innovantes, comme l'impression 3D. Dans les 20 dernières années, 41 articles relatifs à son utilisation dans les sciences du sol ont été trouvés et ensuite classifiés selon les fonctions du sol qu'ils ont abordées (Lal et al. 2018), celles-ci étant des entrées pertinentes pour les études interdisciplinaires sur les services écosystémiques (Keesstra et al., 2016).

La plupart des articles pouvaient être reliés à la fonction des sols comme base des infrastructures ou les sols pour le cycle et le stockage de l'eau, des nutriments et du carbone, représentant respectivement  $\frac{3}{4}$  des articles. Néanmoins, ces articles n'étudiaient pas le cycle des éléments en soi, mais abordaient des questions méthodologiques qui doivent d'abord être résolues. La fonction pour laquelle le sol est considéré comme une source de matières premières minérales (argile, sable et gravier) ou de biomasse, font l'objet de 13% et 11% des articles, respectivement, tandis que la fonction de la biodiversité du sol n'est presque pas abordée.

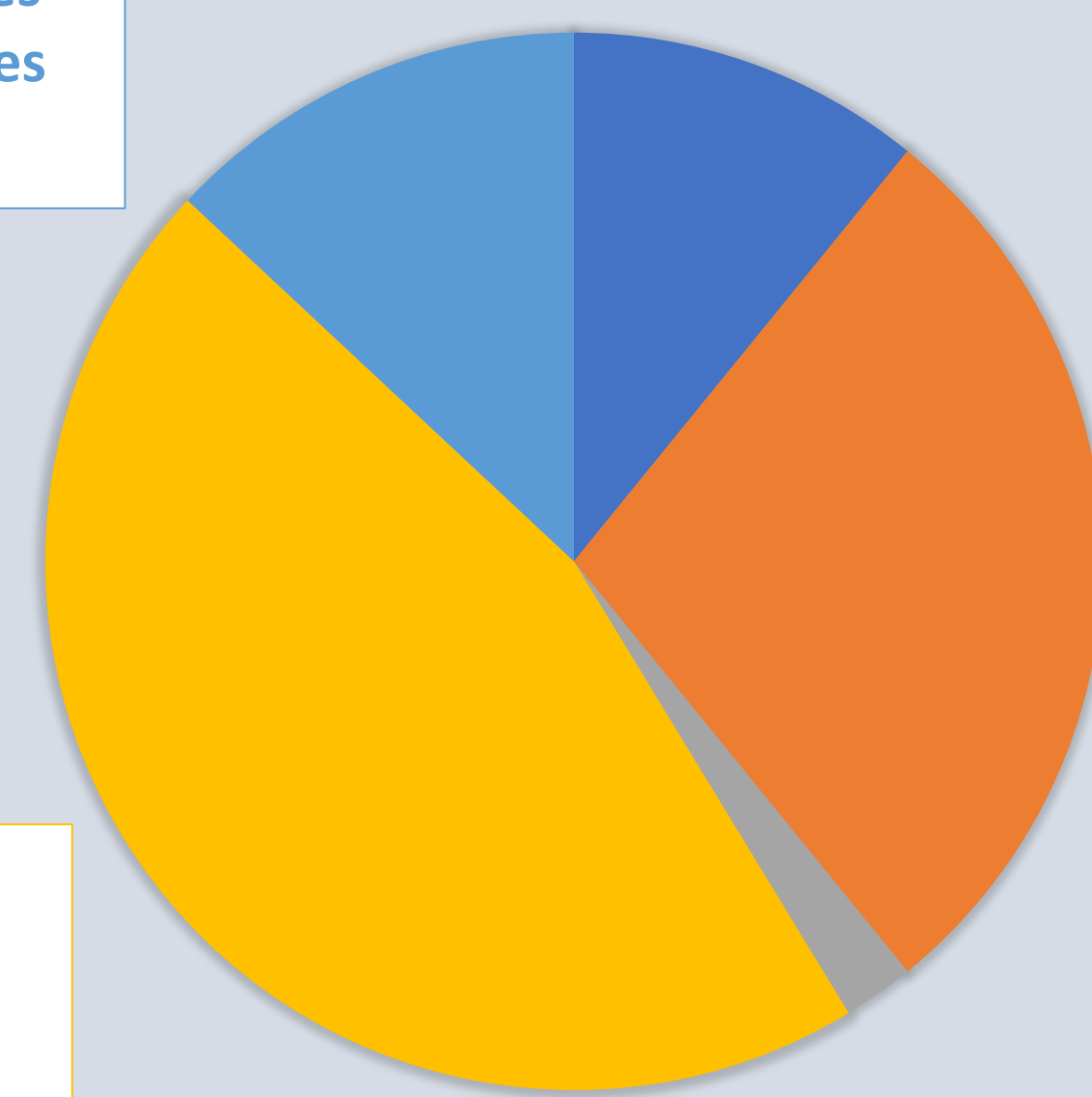
Sources de matières premières minérales  
13%

Production de biomasse  
11%

Cycles d'eau, C et nutriments  
28%

Base pour l'infrastructure  
46%

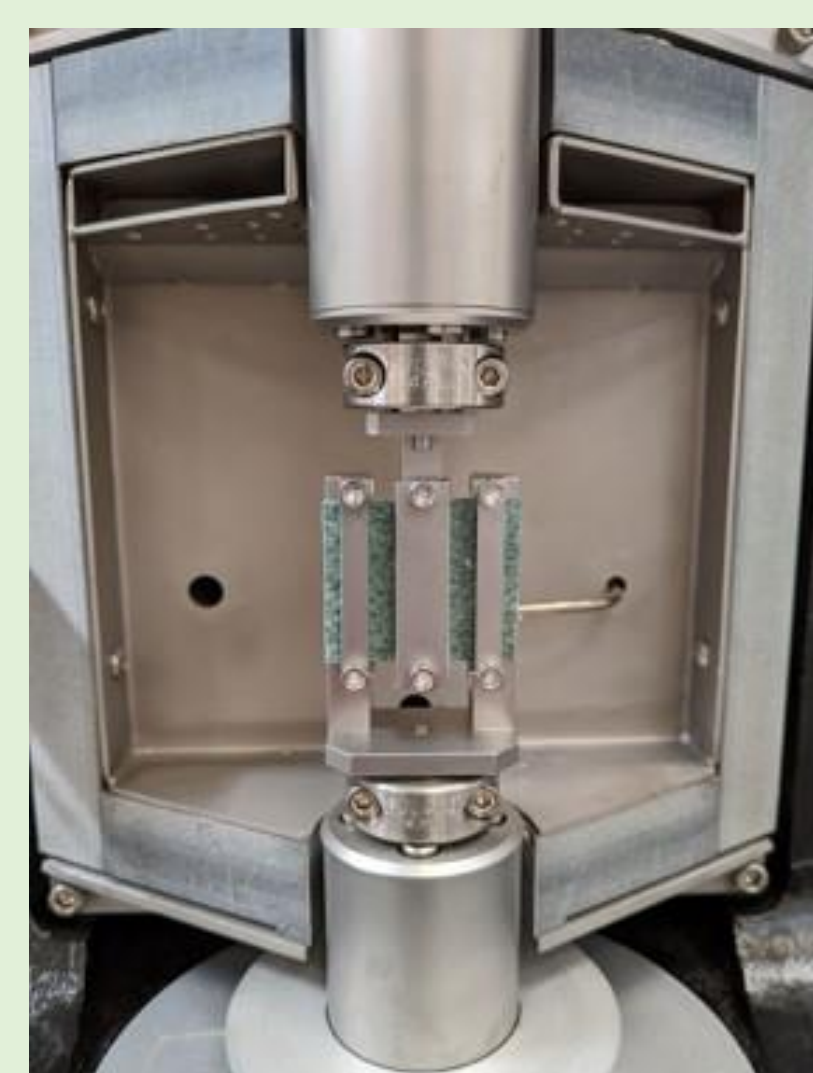
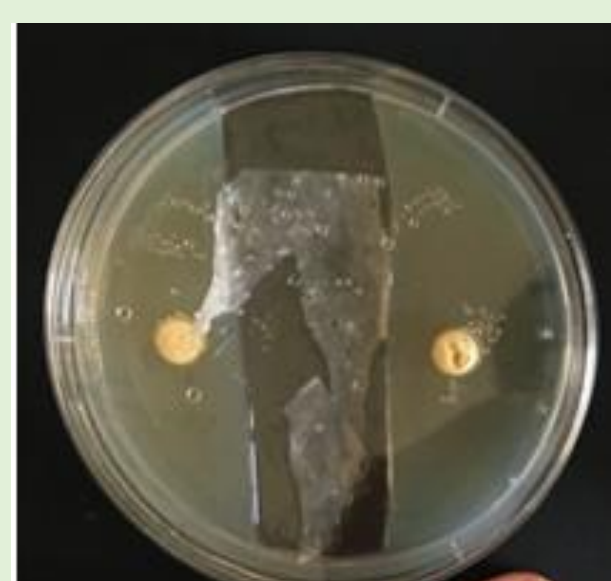
Biodiversité du sol  
2%



## Défis et opportunités de l'impression 3D dans les sciences du sol

La science du sol est un domaine d'application récent de l'impression 3D et son développement futur devrait avoir un impact sur la façon dont les chercheurs étudient les sols au sein de leurs écosystèmes (Arrieta-Escobar et al., 2020a). Les principaux défis et opportunités identifiés sont :

1. Analogues physiques du sol pour reproduire les arrangements de pores en 3D avec ses propriétés hydrauliques et sa mouillabilité.
2. Les interactions entre les organismes vivants et leurs ressources dans le sol impliquent que le matériau imprimé ne soit pas toxique pour ces organismes. Des tests de biocompatibilité sont proposés avec des champignons, des plantes et la macrofaune pour les matériaux innovants.
3. Des matériaux respectant la dynamique du sol (agents biotiques et processus abiotiques) présentant une large gamme de propriétés mécaniques (compatibilité thermique, rigidité suffisante pour éviter l'effondrement dû à des perturbations physiques). Les tests in situ en cours devraient démontrer l'utilité des objets imprimés en 3D dans l'évaluation de la dégradation dans des conditions réelles.



Arrieta-Escobar, J.A., Derrien, D., Ouvrard, S., Asadollahi-Yazdi, E., Hassan, A., Boly, V., Tinet, A.-J., Dignac, M.-F (2020a) 3D printing: An emerging opportunity for soil science, Geoderma. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114588>

## References

Keesstra, S.D., Bouma, J., Wallinga, J., Tittonell, P., Smith, P., Cerdà, A., Montanarella, L., Quinton, J.N., Pachepsky, Y., Van Der Putten, W.H., Bardgett, R.D., Moolenaar, S., Mol, G., Jansen, B., Fresco, L.O., 2016. The significance of soils and soil science towards realization of the United Nations sustainable development goals. Soil 2, 111–128. <https://doi.org/10.5194/soil-2-111-2016>

Lal, R., Horn, R., Kosaki, T. (Eds.), 2018. Soil and Sustainable Development Goals, GeoEcology Essays. Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart, Germany.