

La température de pyrolyse n'est pas un bon proxy de la persistance du biochar dans les sols

Johanne LEBRUN THAURONT¹, Samuel ABIVEN^{1,2}, Hans-Peter SCHMIDT³

¹ Laboratoire de Géologie de l'Ecole Normale Supérieure, 24 rue Lhomond, 75005 Paris, lebrun@geologie.ens.fr

² CEREEP-Ecotron Ile de France, 11 chemin de Busseau, 77140 Saint-Pierre-lès-Nemours, abiven@biotite.ens.fr

³ Ithaka Institute for Carbon Strategies, Ancienne Eglise 9, CH-1974 Arbaz, schmidt@ithaka-institut.org

Le biochar est le produit solide de la pyrolyse volontaire de biomasse. Le temps de résidence dans les sols du carbone constituant le biochar est estimé entre plusieurs décennies et plusieurs millénaires¹. L'amendement en biochar des sols agricoles peut, sous certaines conditions, améliorer la qualité des sols et les rendements². Cela en fait une des méthodes de capture de carbone les plus acclamée du moment.

Pour estimer précisément la quantité de carbone séquestrée il est nécessaire de connaître la composition du biochar considéré et sa persistance dans les sols à l'échelle de temps appropriée (à 100 ans ou temps de demie-vie suivant les applications). La persistance sur le temps long n'étant pas mesurable directement de nombreux auteurs ont suggéré l'utilisation de proxys basés sur les caractéristiques physico-chimiques des biochars^{3,4}. Ces caractéristiques dépendent pour la plupart des conditions de production et de la biomasse initiale⁴. Il n'y a alors qu'un pas à franchir pour relier directement conditions de production et persistance des biochars dans les sols, pas que les auteurs de l'IPCC ont franchi en proposant une relation entre persistance à 100 ans des biochars et température maximale de pyrolyse⁵. Cette relation a ensuite été révisée par Woolf et collègues en 2021, sur la base de données additionnelles et pour différentes températures annuelles moyenne du sol⁶. Outre que ces relations ne tiennent pas compte des propriétés des sols, des conditions climatiques autres que la température et des pratiques agricoles qui pourraient affecter le taux de dégradation des biochars, nous nous posons la question de leur fiabilité. Comme il n'est pas possible de mesurer directement la persistance à 100 ans de biochars nous avons choisit d'étudier la relation entre conditions de production d'un biochar, en particulier la température maximale de pyrolyse, et les caractéristiques physico-chimiques de celui ci. Nous considérons que la précision de cette relation est un préalable à l'établissement d'une relation fiable entre conditions de production et propriétés des biochars telles que la persistance.

Nous faisons l'hypothèse que la relation entre conditions de production et caractéristiques physico-chimiques des biochars n'est pas précise à l'échelle d'un grand jeu de données. Pour étudier cette hypothèse nous avons réanalysé les données de 72 études publiées dans des revues à comité de lecture sur les conditions de production et les caractéristiques physico-chimiques d'environ 1500 biochars.

Nous montrons que si la relation entre température maximale de pyrolyse et ratio H/C (l'une des caractéristiques chimiques le plus souvent reliées à la persistance) est statistiquement significative, elle est peu contrainte car les données présentent une importante dispersion. Nous discutons des sources d'incertitudes affectant les deux variables et suggérons que la température est la plus incertaine des deux car elle n'est souvent pas directement mesurée. Nous montrons qu'utiliser la température plutôt que le ratio H/C comme proxy de la persistance

conduit à sur-estimer la persistance de plus de la moitié des biochars produits à une température inférieure à 600 °C.

1. Singh, N., Abiven, S., Torn, M. S. & Schmidt, M. W. I. Fire-derived organic carbon in soil turns over on a centennial scale. *Biogeosciences* **9**, 2847–2857 (2012).
2. Singh, H., Northup, B. K., Rice, C. W. & Prasad, P. V. V. Biochar applications influence soil physical and chemical properties, microbial diversity, and crop productivity: a meta-analysis. *Biochar* **4**, 1–17 (2022).
3. Spokas, K. A. Review of the stability of biochar in soils: Predictability of O:C molar ratios. *Carbon Manag.* **1**, 289–303 (2010).
4. Crombie, K., Mašek, O., Sohi, S. P., Brownsort, P. & Cross, A. The effect of pyrolysis conditions on biochar stability as determined by three methods. *GCB Bioenergy* **5**, 122–131 (2013).
5. IPCC. Method for estimating the change in mineral soil organic carbon stocks from biochar amendments: basis for future methodological development. *2019 Refinement to 2006 IPCC Guidel. Natl. Greenh. Gas Invent.* Ap4.1 (2019).
6. Woolf, D. *et al.* Greenhouse Gas Inventory Model for Biochar Additions to Soil. *Environ. Sci. Technol.* (2021) doi:10.1021/acs.est.1c02425.