

Le charbon bio comme amendement du sol dans l'agriculture biologique

Arbaz, le 11 mars 2011

Concerne : Règlement relatif à l'emploi de charbon bio dans l'agriculture

Le charbon bio est une matière solide, riche en carbone, qui est produite grâce à l'échauffement de la biomasse dans un environnement à faible teneur en oxygène (pyrolyse) et qui est destinée à être utilisée comme amendement. La pyrolyse des biomasses se fait à des températures situées entre 350°C (minimum) et 900°C (maximum). La torréfaction, la carbonisation hydrothermale et la cokéfaction sont d'autres processus de carbonisation, dont les produits finaux ne peuvent pas être considérés comme du charbon bio et qui doivent donc faire l'objet d'une approche différente en ce qui concerne leur utilisation dans le sol.

Le charbon pyrolytique non produit à partir de biomasses naturelles ou bien réalisé sur la base de paramètres de processus insuffisamment contrôlés, est désigné comme étant du charbon pyrolysé et ne devrait pas être employé comme amendement. Une définition plus détaillée du charbon pyrolysé est donnée plus loin dans le texte.

Le charbon bio comme amendement : le point sur la recherche

Le charbon bio est utilisé depuis de nombreux siècles comme amendement [Lehmann 2009]. Mais tandis qu'au Japon ainsi que dans certaines contrées est-asiatiques et sud-américaines l'emploi de charbon bio demeura une pratique agronome courante [Ogawa 2010], le charbon bio tomba presque totalement en désuétude en Europe au début du 20^e siècle. Ce n'est qu'au travers du problème du réchauffement climatique que le monde scientifique a redécouvert durant la dernière décennie le charbon bio comme méthode potentielle pour faire baisser la

concentration en CO₂ dans l'atmosphère, ce qui, du même coup, a engendré de nouvelles impulsions pour l'étude du charbon bio en tant qu'amendement.

De nombreuses études de ces 10 dernières années montrent que le charbon bio accroît la fertilité du sol dans la plupart des conditions analysées [Lehmann 2009, Glaser 2001] et améliore la capacité de rétention d'eau des superficies correspondantes [Lehmann 2007, Kurzyakov 2009]. En raison de la grande surface spécifique (50 – 300 m²/g) et de la porosité du charbon bio, la capacité d'adsorption d'eau et d'éléments nutritifs augmente [Lehmann 2009, Glaser 2001, Pichler 2010]. La dynamique nutritionnelle est optimisée [Yin Chan 2009]. L'activité microbienne des sols est augmentée et la constitution d'humus est encouragée [Thies 2009, Steinbeiss 2009]. La fixation de métaux lourds et de pesticides est améliorée tout comme la stabilisation de la matière organique [Hilber 2009, Smernik 2009]. L'émission de gaz dangereux pour le climat est diminuée [Van Zwieten 2009]. Grâce à ces diverses caractéristiques positives, l'utilisation de charbon bio est considérée comme une solution très prometteuse pour une amélioration durable du sol. Aucune des études publiées jusqu'à présent n'a pu prouver l'existence d'une dégradation des sols en raison de l'utilisation de charbon bio [Eude groupée: Joseph et all 2010]. Par rapport à l'accroissement de l'activité biologique après l'ajout de charbon bio, étayé dans toutes les études, on peut affirmer que le potentiel de risques est comparativement faible.

Les quantités à utiliser

Le charbon bio n'est généralement utilisé qu'une seule fois pour améliorer la structure physique et organique du sol. Les quantités nécessaires pour cela varient en fonction du sol et du type de culture. Selon le consensus scientifique actuel, une quantité de 10-20t de charbon bio par hectare est recommandée en tant qu'usage unique. Dans des essais scientifiques, l'utilisation de quantités bien plus importantes par hectare (jusqu'à 140t/ha) a été analysée sans qu'il ait été possible de prouver une dégradation du sol et de la culture. Néanmoins, des quantités trop importantes devraient être évitées à des fins de minimisation des risques.

Bilan de fumure et lessivage

Le charbon bio est essentiellement composé de carbone minéralisé (>50%) qui, en fonction des conditions prédominantes, reste stable dans le sol pendant 1000 à 2000 ans et qui n'est ni décomposé, ni lessivé [Cheng 2008, Lehmann 2009]. Le charbon bio contient en outre la majorité des substances minérales contenues

également dans la biomasse pyrolysée d'origine. En raison de la force de sorption du charbon bio, ces substances ne sont toutefois que très partiellement biodisponibles. Ainsi, selon Yin Chan (2009), seulement 1% de l'azote contenu et environ 15% du phosphore sont de toute façon biodisponibles en fonction du charbon et de la biomasse. L'effet fertilisant en soi du charbon bio est donc particulièrement restreint. L'accroissement souvent constaté de la biomasse après l'utilisation de charbon bio est dû à l'amendement physique et biochimique des sols par celui-ci et non pas à son effet minéral fertilisant.

Le charbon bio ralentit nettement le lessivage, tant celui de substances nutritives que celui de métaux lourds [Lehmann 2009, Smernik 2009].

Ainsi que DeLuca et al (2009) l'ont montré, le lessivage de phosphates (voir graphique) et de nitrates est significativement diminué grâce à la présence de charbon bio dans le sol.

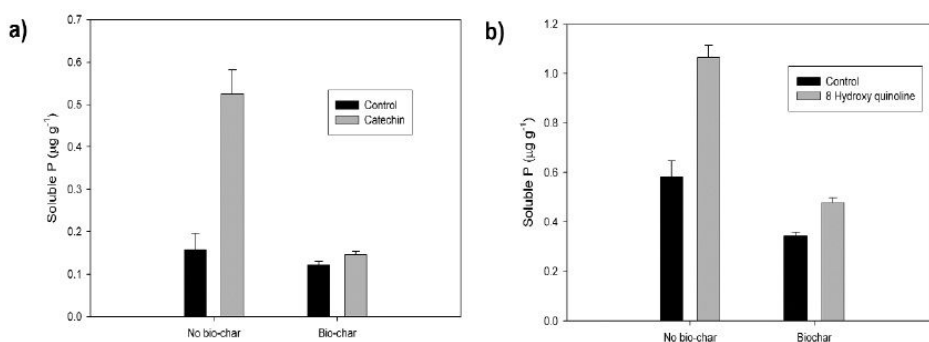


Figure 14.4 Soluble P leached from columns filled with (a) calcareous soil (pH = 8) amended with catechin alone or with biochar; or (b) acid and Al-rich soil (pH = 6) amended with 8-hydroxy quinoline alone or with biochar

(Graphique : DeLuca (2009))

Le risque de voir des fertilisants pour végétaux lessivés vers la nappe phréatique ou d'autres milieux aquatiques est donc également réduit grâce à l'utilisation de charbon bio.

Epandage

En cas d'épandage de charbon bio pur dans le sol, un blocage d'éléments nutritifs dans le sol peut survenir en raison de sa capacité de sorption élevée. Pour cette raison, le charbon bio devrait toujours être employé mélangé à du compost ou à d'autres amendements ou fertilisants organiques. Le charbon bio pourrait donc être considéré et homologué comme adjuvant du compostage. L'ajout de charbon

bio au compost accroît l'efficacité nutritive de ce dernier et réduit l'émission de gaz à effet de serre [Steiner 2009].

Conditions d'homologation :

Pour l'homologation du charbon bio en tant qu'amendement (ou comme adjuvant de compostage ou comme fertilisant), il faudrait au moins que les conditions suivantes soient remplies :

A. Matériaux de départ pour la fabrication de charbon bio

1. Résidus organiques sans toxicité due à des métaux lourds, résidus de peinture, solvants ou autres produits chimiques. Une séparation efficace par rapport aux déchets non organiques tels que matières plastiques, caoutchouc, déchets électroniques etc., doit être assurée. Les biomasses figurant dans la « *Liste positive des matériaux de départ et des adjuvants pour la fabrication de compost et de digestat* » sont considérées comme biomasses utilisables.

B. Caractéristiques du charbon bio

Les valeurs suivantes correspondent respectivement à des charges identiques (mêmes biomasses et mêmes paramètres de processus). Elles devraient être déterminées respectivement une fois par charge, mais au minimum tous les 6 mois.

1. Teneur en C > 50 % [*La teneur en carbone de charbon pyrolysé varie entre 25 et 95% en fonction de la biomasse utilisée et de la température du processus (p.ex. fumier de poule : 26%, bois de hêtre : 86%). En cas de biomasses à très forte teneur en minéraux, comme p.ex. le fumier, la teneur en cendres est prépondérante dans le produit pyrolysé. En conséquence, ces produits relèvent de la catégorie des cendres avec un taux plus ou moins élevé en charbon bio.*]
2. Teneur en métaux lourds conformément à l'ordonnance sur les polluants du sol. Valeurs limites en g/t de matière sèche : Pb < 120g; Cd < 1g; Cr < 100g; Cu < 100g; Ni < 30g; Hg < 1g; Zn < 400g [*Comme dans le cas du compostage, lors de la pyrolyse, presque toute la quantité de métaux lourds de la biomasse utilisée au départ reste présente dans le substrat final. Cependant, les métaux lourds sont très efficacement fixés et bloqués à long terme par le charbon. Pour le moment, il n'est pas possible d'indiquer avec certitude la durabilité de ce blocage. Comme le charbon bio, contrairement au compost, n'est utilisé qu'une seule fois dans le sol*]

(ou de manière fractionnée, jusqu'à l'obtention d'une concentration finale maximale), l'accumulation toxique des métaux lourds peut être exclue. Néanmoins, les mêmes valeurs limites que pour le compost doivent s'appliquer en ce qui concerne la teneur en métaux lourds.]

3. Teneurs en éléments nutritifs. Il faudrait pouvoir disposer d'une analyse des teneurs en éléments nutritifs du charbon bio.

Résumé

L'utilisation de charbon bio dans l'agriculture peut améliorer les conditions physiques, chimiques et biologiques du sol. Le recours au charbon bio pourrait augmenter la fertilité des sols, réduire les frais d'amendement, limiter les émissions de gaz de serre des sols agricoles, stabiliser l'alimentation en eau des plantes même pendant des périodes de sécheresse prolongées, et séquestrer durablement du carbone dans le sol. Le charbon bio diminue le lessivage des éléments nutritifs et fixe les éléments polluants éventuellement présents dans les sols.

Le charbon bio, tout en n'étant pas un fertilisant, améliore les conditions du sol ainsi que la dynamique des éléments nutritifs. Les minéraux contenus dans le charbon bio ne sont biodisponibles que de manière très limitée. Ces minéraux sont fixés de façon efficiente par le charbon, ce qui permet d'obtenir des taux de lessivage très faibles par rapport aux fertilisants.

Dans la culture biologique, le charbon bio devrait être homologué comme amendement ou comme adjuvant de compost.

Sur demande, l'Institut Delinat peut effectuer une expertise approfondie pour la procédure d'homologation.

Bibliographie

Brodowski S, John B, Flessa H & Amelung W (2006): Aggregate-occluded black carbon in soil. *European Journal of Soil Science* 57, 539-546.

Bucheli, T.D., Blum, F., Desaulles, A., Gustafsson, Ö. (2004): *Polycyclic aromatic hydrocarbons, black carbon, and molecular markers in soils of Switzerland*. *Chemosphere* 56, 1061-1076.

Cheng C-H, Lehmann J, Thies JE & Burton SD (2008): Stability of black carbon in soils across a climatic gradient. *Journal of Geophysical Research* 113, doi:10.1029/2007.

DeLuca TH, Derek M, MacKenzie, Gundale M (2009): *Biochar Effects on Soil Nutrient Transformation* In: Biochar for environmental management - science and technology, Lehmann J, Joseph S (Eds). *earthscan*, London 251-265.

Glaser B, Haumaier L, Guggenberger G, Zech W (2001): *The 'terra preta' phenomenon: A model for sustainable agriculture in the humid tropics*. *Naturwissenschaften* 88, 37-41.

Jonker M.T.O., Koelmans A.A. (2002): *Extraction of polycyclic aromatic hydrocarbons from soot and sediment: solvent evaluation and implications for sorption mechanisms*. *Environ. Sci. Technol.* 36, 4107-4113.

Joseph S.D. et al (2010): *An investigation into the reaction of biochar in soil*, In: *Australian Journal of Soil Research* Volume 48, S. 501 – 516

Kammann 2010 *Biotoxizität verschiedener Biokohlen*, eingereicht

Kaszozi GN, Zimmerman AR, Nkedi-Kizza P, Bin Gao (2010): *Catechol and Humic Acid Sorption onto a Range of Laboratory-Produced Black Carbons (Biochars)*, *Environmental Science & Technology* 44 (16), 6189-6195

Kuzyakov Y, Subbotina I, Chen H, Bogomolova I, Xu X (2009): *Black carbon decomposition and incorporation into soil microbial biomass estimated by ¹⁴C labeling*. *Soil Biology & Biochemistry* 41, 210-219.

Lehmann J, Czimczik C, Laird D, Sohi S (2009): *Stability of biochar in soil*. In: *Biochar for environmental management - science and technology*, Lehmann J, Joseph S (Eds). *earthscan*, London 183-205.

Lehmann J (2007): *Bio-energy in the black*. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5(7), 381-387.

Lehmann J (2003): *Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments*, *Plant and Soil* 249: 343–357.

Lehmann J, Joseph S (2009): *What is Biochar* In: *Biochar for environmental management - science and technology*, Lehmann J, Joseph S (Eds). *earthscan*, London 183-205.

Ogawa M, Okimori Y (2010): *Pioneering works in biochar research*, Japan In: *Australian Journal of Soil Research* Volume 48, S. 489 – 500

Pichler B (2010): *Biokohle in Weinbergböden*, *Ithaka-Journal für Biodiversität*, ISSN 1663-0521

Schmidt, HP (2009) *Biokohle im Weinbau*, *Ithaka-Journal für Biodiversität*, ISSN 1663-0521

Schmidt M. W. I., Noack A. G. (2000): *Black carbon in soils and sediments: Analysis, distribution, implications, and current challenges*. *Global Biogeochemical Cycles* 14, 777-794

Steiner C, Das KC, Melear N, Lakly D *Reducing Nitrogen Loss during Poultry Litter Composting Using Biochar*, J. Environ. Qual., doi:10.2134/jeq (2009)

Steinbeiss S, Gleixner G, Antonietti M (2009): *Effect of biochar amendment on soil carbon balance and soil microbial activity*. Soil Biology and Biochemistry 41(6), 1301-1310.

Thies Je, Rillig Mc (2009): *Characteristics of biochar: Biological properties*. In: Biochar for environmental management: Science and technology, Lehmann J, Joseph S (Eds). Earthscan, London, U.K. 85-105.

Van Zwieten L, Singh B, Joseph S, Kimber S, Cowie A, Chan Ky (2009): *Biochar and emissions of non-CO₂ greenhouse gases from soil*. In: Biochar for environmental management - science and technology, Lehmann J, Joseph S (Eds). earthscan, London 227-249.

Yin Chan K, Hiu Xu Z (2009): *Biochar: Nutrient Properties and Their Enhancement*. In: Biochar for environmental management - science and technology, Lehmann J, Joseph S (Eds). earthscan, London 227-249.