

Bois raméal fragmenté, carbone, vie du sol et érosion

Benoît Noël

Centres de Technologies Agronomiques (Belgique)
www.ctastree.be
17 rue W. Kuhnen – 1030 Bruxelles
noel.benoit@skynet.be

Résumé

Le BRF est une source exceptionnelle de carbone pour les sols agricoles. Habituellement, le carbone est restitué au sol après que les résidus aient été compostés. Si le compostage permet d'équilibrer le C/N de la ressource, et donc d'éviter l'essentiel du risque de faim d'azote, ce « raffinage d'humus » entraîne la perte de 2/3 du carbone présent initialement. L'incorporation de BRF frais aux premiers centimètres du sol permet de maximiser l'impact de ce carbone sur les populations édaphiques. Dans le cadre de deux travaux de fin d'études et d'un suivi de plus de 2 ans, des résultats spectaculaires ont été mesurés quant à l'augmentation des taux d'humus et à la bio-stimulation de la vie du sol. Ces deux facteurs jouent grandement dans la résistance des sols à l'érosion. En outre, ils concourent aux objectifs du non-labour. Dans ce contexte, le BRF apparaît comme le starter idéal d'une nouvelle agriculture, durable, performante et respectueuse de l'environnement.

Introduction

Les données Réquasud (Belgique) montrent que les taux d'humus dans les régions limoneuses et sablo-limoneuses du nord du sillon Sambre et Meuse sont trop faibles. La sensibilité à l'érosion de ce type de sol est bien connue. En Wallonie, seules les Ardennes, hautes Ardennes et la région herbagère y attenante, sont bien pourvues en humus.

Cette situation est décrite dans le tableau de bord de l'environnement wallon 2005. Si, globalement en Wallonie, les taux de carbone dans le sol augmentent, ils diminuent de 10% au cours des 40 dernières années, sur les terres de cultures. En outre, les diminutions sont les plus fortes, là où les taux de carbone sont déjà les plus faibles, dans les régions (sablo) – limoneuses du nord du sillon Sambre et Meuse, particulièrement sensibles à l'érosion. Il semble donc que, depuis 40 ans, la gestion des matières organiques (MO) en Wallonie ait abouti à leur accumulation dans les sols naturellement protégés de l'érosion (forêts, prairies permanentes) et à leur raréfaction dans les régions à risque, rendues sensibles à l'érosion par un travail du sol plus intensif.

Parmi les matières humifiantes pouvant intervenir localement dans le redressement des taux d'humus, le BRF occupe une place de choix. Ceci du fait des quantités disponibles et de l'importance de son impact sur l'augmentation des taux de carbone dans les sols de culture. Un nombre croissant d'agriculteurs (TCS, agriculture bio, petite agriculture) sont conscients de la nécessité d'entretenir la « fertilité physique » des sols en augmentant les taux d'humus ou en limitant leur dégradation.

Revue de la littérature

Dans les années 70, démarrent les premières expériences sur le bois raméal fragmenté (BRF). Dès cette origine, l'espoir premier des expérimentateurs a été d'augmenter le taux de matières organiques des sols traités grâce à un amendement riche en carbone. De fait, les auteurs constatent des augmentations spectaculaires des taux d'humus.

Après le traitement, Guay *et al.* (1982) ont constaté que la teneur en matière organique se stabilisait entre 150 et 200% de sa valeur initiale pour une période allant de un an et demi à trois ans, ensuite elle tend vers la valeur de départ. Les mêmes auteurs ont également constaté un brunissement marqué et un ameublissement du sol qui a eu des répercussions positives sur le temps de travail du fermier, la consommation et l'usure des machines agricoles. Après 4 ans de cultures et deux traitements de 100 t/ha, N'Dayegamiye et Dubé (1986) trouvent, par rapport au témoin, une augmentation de la MO de 52% pour le traitement BRF seul et de 65% pour le traitement BRF + lisier. Les mêmes auteurs constatent que seul le sol traité au BRF + lisier possède un haut degré de condensation des substances humiques aromatiques. Après un an, Laroche (1994) constate également que l'apport complémentaire d'azote minéral n'a pas inhibé significativement l'humification, mesurée ici au travers du taux d'azote non hydrolysable. Après 9 ans de cultures et traitements bisannuels, N'Dayegamiye et Angers (1993) trouvèrent plus de carbone dans les sols traités au BRF + lisier par rapport aux sols traités au BRF seul. Les traitements comprenant 100 t/ha de BRF avec ou sans lisier donnent 37% et 25%

1 d'augmentation du carbone organique par rapport au témoin. Ces auteurs n'ont pas observé d'effet du BRF sur
2 la formation de macro agrégats. Par contre ils ont constaté que les variations du carbone de la fraction lourde
3 du sol, constitué de matière organique humifiée associée avec des argiles et les variations de la fraction humine,
4 particulièrement stable, rendaient compte de l'essentiel des variations de C (80%). La fraction légère ($d < 1,59$)
5 de la matière organique, constituée de résidus facilement minéralisables, augmente aussi, jusqu'à 220% pour 100
6 t/ha de BRF.

7
8 On peut donc affirmer que l'apport de BRF est favorable à l'humification, cette matière organique suscite la
9 formation de molécules stables dans le sol, une part participe aussi à la minéralisation. Une fertilisation azotée
10 complémentaire a un impact positif sur le processus.

11
12 D'autre part, la stimulation de la pédofaune a été abordée par Larochelle (1994) qui a montré que le BRF
13 d'aune rugueux, deux fois plus riche que l'éclaircie à sucre en azote et en composés phénoliques, inhibait
14 fortement l'humification et la mésosaune durant les premiers mois. Par contre, l'éclaircie à sucre avait nettement
15 favorisé ces deux paramètres et le bouleau gris, qui présente des teneurs intermédiaires, avait suscité des
16 résultats intermédiaires. Le même auteur a montré que contrairement aux fins fragments, des fragments plus
17 grossiers (> 1 cm) d'éclaircie à sucre n'ont pas stimulé significativement la mésosaune, la première année.

18
19 Chervonyj (1999) constate également l'augmentation des micromycètes et des macromycètes, de la mésosaune
20 et d'autres microorganismes sur les parcelles traitées, ce qui a eu pour conséquence une augmentation
21 remarquable de l'activité biologique des sols.

22 **Matériel et méthodes**

23 Les sols expérimentaux étaient tous situés sur la station expérimentale de Strée. Ces sols sont classés sous
24 limons lourds selon la norme belge, ils comprennent 20% d'argile, 69% de limons et 11% de sables. Le taux
25 d'humus est généralement compris entre 2 et 3% sur la couche arable. Sur la durée des essais, la température
26 moyenne annuelle a été de $9,6^{\circ}\text{C}$ et les précipitations se situent autour de 685 mm/an. Labourés à l'origine, les
27 sols ont été travaillés en non-labour dès l'épandage du BRF.

28
29 Un premier dispositif nous a permis d'établir l'impact du BRF sur les taux d'humus. Pour bien mettre en
30 évidence l'influence du BRF, nous avons choisi des cultures à enracinements différents (céréales et prairies,
31 maïs, tubercule), certaines exigeantes (maïs) d'autres frugales (orge), et 4 rotations. Le bloc a été mis en place au
32 printemps 2004, le dispositif reprend 4 témoins sans aucun apport et 12 répétitions de la même dose de
33 $226 \text{ m}^3/\text{ha}$ de BRF selon des modalités différentes. Ceci afin de tester des mécanismes plus ou moins intenses,
34 l'apport complémentaire d'azote ou pas, différentes rotations. Ce dispositif nous a permis d'obtenir des
35 données concernant l'évolution des propriétés du sol, simulant une application à grande échelle.

36
37 Le bloc est délimité par une jachère, les parcelles sont référencées précisément, on a pu, dès lors, prélever des
38 échantillons mélangés aux mêmes endroits. Ceci permet de se mettre à l'abri de la grande variabilité spatiale des
39 taux d'humus. Durant un peu plus de deux ans, 5 campagnes d'analyses ont été réalisées sur le bloc. A chaque
40 fois huit échantillons mélangés ont été prélevés à la tarière sur les 15 premiers centimètres du sol (profondeur
41 de travail des machines). Le carbone organique a ensuite été dosé par la méthode Walkley et Black. Les
42 moyennes des 12 résultats de traitements BRF nous donnent une estimation représentative de l'évolution du
43 carbone organique dans le sol suite à un apport unique de BRF.

44
45 Sur le même dispositif, un suivi bimensuel des populations de champignons, d'actinomycètes et de la flore
46 bactérienne a été réalisé par la classique méthode de dilutions et comptages sur boîte de pétri.

47
48 Trois dispositifs ayant reçu respectivement $224 \text{ m}^3/\text{ha}$, $226 \text{ m}^3/\text{ha}$ et $464 \text{ m}^3/\text{ha}$ de BRF ont fait l'objet d'une
49 excavation en triple et d'un tri minutieux des bois résiduels, après plus d'un an. Cet essai a permis de confirmer
50 les quantités dégradées, par différence.

51
52 Plusieurs dispositifs en champs, comprenant des répétitions et des témoins ont également fait l'objet de
53 mesures de la pédofaune (extraction par l'appareil de Berlèse puis identification au binoculaire) et de
54 l'infiltration de l'eau dans le profil (système basé sur la bouteille de Mariotte, double anneau).

55 **Résultats et discussions**

56
57 Le BRF est un amendement humifère : son coefficient iso-humique (K1) dans nos conditions a été estimé à
58 50%, de telle sorte que l'épandage d'un m^3 de BRF occasionne la formation de 75 kg d'humus. Dans nos
59

1 conditions, le sol a pu dégrader 143 m³ de BRF/ha annuellement. La vitesse de dégradation semble, à première
2 vue, directement proportionnelle à la dose appliquée. Cette transformation rapide en humus, d'un matériau à
3 priori récalcitrant est la conséquence de son action stimulatrice sur la vie du sol. Cette action s'est marquée sur
4 toutes les populations de la flore durant les 6 premiers mois après l'épandage. Elle a persisté durant deux ans
5 sur les populations de champignons. Ces dernières ont atteint jusqu'à 10 fois les populations du témoin. Des
6 changements de l'aspect des sols traités ont été observés. Ils témoignent de l'action de la pédofaune. On a pu
7 également mesurer, sur 2 dispositifs, la multiplication de la vitesse d'infiltration de l'eau dans le profil. En 2005,
8 des accroissements compris entre 306 et 464% ont été mesurés, en 2006, un autre dispositif a montré des
9 accroissements de 250 et 284% par rapport aux témoins. Cela rend compte d'un accroissement de la macro-
10 porosité des sols traités.

11
12 La biostimulation de l'ensemble de la flore du sol, principalement pendant les 6 premiers mois, et des
13 champignons (jusqu'à 10 fois) pendant 2 ans a également été mesurée. En moyenne, sur la période, les résultats
14 significativement différents du témoin représentaient, proportionnellement à ce dernier : 538% pour les
15 champignons, 219% pour les actinomycètes, et 173% pour la flore bactérienne totale. Les mesures réalisées sur
16 la pédofaune laissent supposer un accroissement de l'activité biologique des sols, le ratio acariens/collembolles
17 montre que le BRF a induit une stabilisation de l'écosystème sol.

18
19 Ces phénomènes combinés à l'augmentation des taux d'humus, sont probablement à l'origine, directement ou
20 indirectement, de la multiplication par trois de la vitesse d'infiltration de l'eau dans le profil.

21 **Conclusion**

22 Habituellement on retourne au sol des matières dont le C/N a été abaissé par le processus de compostage. On
23 considère ces matières aptes à la valorisation agronomique lorsqu'elles sont stables, c'est-à-dire lorsqu'elles ne
24 suscitent plus d'activité biologique au sein du tas. Les quantités usuelles et légalement admises d'apports
25 organiques sont dès lors suffisantes pour maintenir un taux de carbone et une activité biologique mais elles ne
26 permettent pas la régénération d'un sol dégradé dans un intervalle de temps acceptable.

27
28 Par contre par l'apport de carbone frais en grande quantité, le BRF, a montré qu'il peut relever très
29 efficacement les taux d'humus et qu'il est capable de stimuler fortement l'activité biologique des sols. Ces
30 phénomènes sont pressentis par les agriculteurs en TCS et par les agriculteurs bio comme le moyen de
31 développer une meilleure agriculture, à la fois plus performante et plus respectueuse de l'environnement. De
32 nombreuses études ont également montré l'impact positif de ces facteurs dans la lutte anti-érosion.

33 **Références bibliographiques**

34
35 **Chervonyj A. 1999.** *Rapport d'étape sur la technologie des BRF, utilisant le seigle (Secale cereale) comme référence pour les*
36 *années 1997-98.* Université Agricole Nationale d'Ukraine et Station de Recherche Forestière Expérimentale
37 de Boyarska. Université Laval, Québec Canada, 63 p.

38
39 **Guay E., Lapointe R.A., Lachance L. 1982.** *Observations sur l'emploi de résidus forestiers et de lisiers chez trois*
40 *agriculteurs : Carrier, Fournier et Marcoux.* Ministère de l'énergie et des ressources, Québec, Rapports
41 techniques n°1 : 34 p. et n°2 : 41 p.

42 **Larochelle L. 1994.** *L'impact du bois raméal fragmenté sur la dynamique de la mésofaune du sol.* Mémoire présenté pour
43 l'obtention du grade de M. sc., Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval,
44 Québec, 56 p.

45 **N'Dayegamiye A., Angers D.A. 1993.** Organic matter characteristics and water-stable aggregation of sandy
46 loam soil after 9 years of wood-residue applications. *Canadian Journal of Soil Science*, **73** : 115-122.

47 **N'Dayegamiye A., Dubé A. 1986.** L'effet de l'incorporation de matières ligneuses sur l'évolution des
48 propriétés chimiques du sol et sur la croissance des plantes. *Canadian Journal of Soil Science*, **66** : 623-631.

49 **Noël B. 2006.** *Rapport final du projet : Mise en œuvre de la technique du bois raméal fragmenté (BRF) en agriculture*
50 *Wallonne.* Centre des Technologies Agronomiques - Strée, Belgique, 168 p.

51 **Tanguy M. 2006.** *Amélioration de quelques propriétés physique du sol par apport de Bois Raméal Fragmenté,* Mémoire
52 présenté pour l'obtention du diplôme des Techniques Agricoles Approfondies, Institut National
53 d'Agriculture, Angers, France, 71 p.

- 1 **Werquin R. 2006.** *L'impact du BRF et des pratiques culturales sur les communautés édaphiques.* Mémoire présenté pour
- 2 l'obtention du titre de Bachelier en agronomie, Haute École Provinciale du Hainaut Occidental, Belgique,
- 3 45 p.

Epreuve pour relecture