



**Influence des bois rameaux fragmentés (BRF) de *Guiera senegalensis* J.F. Gmel et de *Piliostigma reticulatum* (Dc) Hochst sur la productivité du mil, *Pennisetum glaucum* (L.)**

M.F. BA<sup>1,3\*</sup>, S.A.N. SAMBA<sup>2</sup> et E. BASSENE<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centre National de Recherches Forestières, BP 2312 Hann-Dakar, Sénégal.

<sup>2</sup> Université de Thiès, Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture (ENSA), BP 967 Thiès, Sénégal.

<sup>3</sup> Université Cheikh Anta Diop, Laboratoire de Pharmacognosie et Botanique, Sénégal.

\*Auteur correspondant ; E-mail : [bfma09@yahoo.fr](mailto:bfma09@yahoo.fr)

---

## RESUME

La mise à profit d'espèces ligneuses buissonnantes présentes dans les systèmes agroforestiers comme sources d'engrais verts, peut contribuer à rehausser le statut organique des sols agricoles, augmenter leur productivité et assurer leur exploitation durable. L'objectif de la présente étude est d'évaluer l'influence des bois raméaux fragmentés (BRF) de *G. senegalensis* et de *P. reticulatum* sur la productivité du mil, *Pennisetum glaucum* (L.) en station. Un dispositif expérimental a été mis en place avec dix traitements composés de deux doses de chaque type de BRF (4 et 6  $\text{Tha}^{-1}$ ) combinées ou non à 75  $\text{kg ha}^{-1}$  d'urée, d'urée à 75  $\text{kg ha}^{-1}$  et du témoin. Le diamètre au collet, la hauteur, le nombre de feuilles et d'épis des plants de mil n'ont pas montré de différence significative par rapport au témoin contrairement au nombre de talles et aux biomasses aérienne et racinaire. Utilisés seuls et à dose croissante, les BRF de *G. senegalensis* ont eu un effet stimulant sur la productivité du mil contrairement à ceux de *P. reticulatum* qui ont eu un effet dépressif. L'étude a ainsi démontré que l'utilisation des BRF de ces espèces ligneuses constitue une bonne stratégie pour la restauration durable des terres dégradées et l'amélioration des rendements des cultures.

© 2014 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés :** BRF, *Guiera senegalensis*, *Piliostigma reticulatum*, *Pennisetum glaucum*, productivité, mil.

---

## INTRODUCTION

La dégradation des terres arables en Afrique de l'Ouest est matérialisée par une diminution de la matière organique et des nutriments au niveau du sol avec comme corollaire une baisse de productivité. Dans les agrosystèmes sahéliens, la péjoration climatique combinée à des pressions anthropiques croissantes et à une érosion des sols de plus en plus poussée induit une forte altération des terres arables. Le Sénégal n'y

échappe pas, notamment dans la zone agro-écologique du Bassin arachidier qui couvre le centre ouest du pays (Badiane et al., 2000 ; FAO-CSE, 2003) et où s'effectue une culture continue des sols suivant une rotation annuelle arachide/céréales sèches.

Dans cette zone, les systèmes de production agricoles connaissent une baisse graduelle de la fertilité de leurs sols due entre autres à des pratiques paysannes consistant à enlever les résidus de cultures ou à défricher,

© 2014 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i3.18>

mettre en tas et brûler d'importants produits ligneux et non ligneux issus des défrichements effectués lors de la préparation des champs, à l'approche de l'hivernage (Fall et Lô, 2009). De telles pratiques appauvrissent les sols en matière organique et les rendent plus vulnérables à l'érosion avec la destruction du couvert végétal (FAO-CSE, 2003 ; Fall et Lô, 2009).

Toutefois, cette biomasse brûlée aurait pu être mieux valorisée en engrais verts, sous forme de bois raméaux fragmentés (BRF), pour relever le statut organique de ces sols (Guay et al., 1987). En effet, l'utilisation de cette technique de recyclage des produits de défrichage ou d'émondage pourrait être une solution alternative pour une conservation des propriétés productives des sols et l'exploitation durable des agrosystèmes sahéliens.

Utilisés pour amender les sols agricoles et forestiers au Québec dès les années 1970 (Guay et al., 1983), les BRF correspondent à l'ensemble des rameaux et petites branches à l'état vert (incluant les feuilles) dont le diamètre ne dépasse pas 7 cm (Lemieux, 1986) et pouvant être utilisé comme amendement par épandage ou par incorporation dans les premiers centimètres du sol. En effet, Hendrickson (1987) a montré que les nutriments essentiels aux plantes (N, P, K, Ca, Mg,...) se trouvent dans les rameaux de bois à 7 cm de diamètre et à des proportions inversement proportionnelles au diamètre.

Les rameaux, à usage d'amendements de type BRF, seront fragmentés pour réduire les barrières physico-chimiques constituées par l'écorce et faciliter leur dégradation par les microorganismes, lors de leur enfouissement dans le sol (Noël, 1997). De plus, en tant qu'amendements organiques riches en cellulose et lignine, les BRF constituent une source de carbone intéressante

pour les sols agricoles dégradés et peuvent augmenter le niveau de matière organique et améliorer leur productivité (Badiane et al., 2000). En effet, N'Dayegamiye et Dubé (1986), Beauchemin et al. (1992a) et Soumaré et al. (2002) rapportent qu'après 2 à 4 ans d'incorporation au sol de BRF d'espèces feuillues ou résineuses, les cultures de blé, d'orge, de pommes de terre et de tomate subséquentes, ont eu des gains de rendement nettement supérieurs à celui du témoin sans amendement.

L'objectif de cette étude est de comparer les caractéristiques biochimiques du BRF de deux espèces ligneuses buissonnantes (*G. senegalensis* J.F. Gmel et *P. reticulatum* (DC) Hochst) et d'évaluer leur influence comme engrais verts, sur la productivité du mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.).

## MATERIEL ET METHODES

### Le site d'étude

L'étude a été menée dans une parcelle expérimentale de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture (E.N.S.A) de Thiès, situé à 70 km à l'Est de Dakar (Figure 1), lors de la campagne hivernale de 2012. Le site d'étude appartient à la zone soudano-sahélienne caractérisée par une saison pluvieuse de trois à quatre mois (juillet à octobre) avec une pluviométrie moyenne annuelle d'environ 480 mm et une longue saison sèche le reste de l'année. Le sol, dont les caractéristiques chimiques sont consignées dans le Tableau 1, est de type ferrugineux tropical lessivé (Khouma, 2002 ; Khouma et al., 2005) classé comme lixisol (FAO et al., 2007).

### Le matériel végétal

Il est composé de deux espèces ligneuses buissonnantes arbustives, *G. senegalensis* et *P. reticulatum*, appartenant respectivement à la famille des *Combretaceae*

et des *Caesalpiniaceae*, fréquemment rencontrées dans les systèmes agroforestiers sahéliens. Les BRF utilisés ont été collectés sur ces espèces et le diamètre maximal à la base des rameaux était de 1,02 cm pour *G. senegalensis* et 1,68 cm pour *P. reticulatum*. La fragmentation des rameaux a été effectuée à l'aide d'une machette, la taille moyenne des fragments était de 1,75 cm et leur incorporation au sol s'est fait à l'état frais.

Le mil, *Pennisetum glaucum* (L.) R. BR., variété Souna 3, a été utilisé pour évaluer l'effet de l'incorporation au sol des deux types

de BRF, seuls ou combinés à l'urée, sur sa croissance et son rendement.

### Protocole expérimental

Un dispositif en blocs complètement randomisés, subdivisés en placettes élémentaires de 3 m<sup>2</sup> (1,5 m x 2 m) et comprenant dix traitements, a été mise en place. Les traitements ont été constitués par deux doses de chaque type de BRF (4 et 6 Tha<sup>-1</sup>) combinées ou non à la demi-dose d'urée recommandée soit 75 kgha<sup>-1</sup>, de l'urée en apport seul (75 kgha<sup>-1</sup>) et du témoin, sans amendement. Chaque traitement a été répété trois.

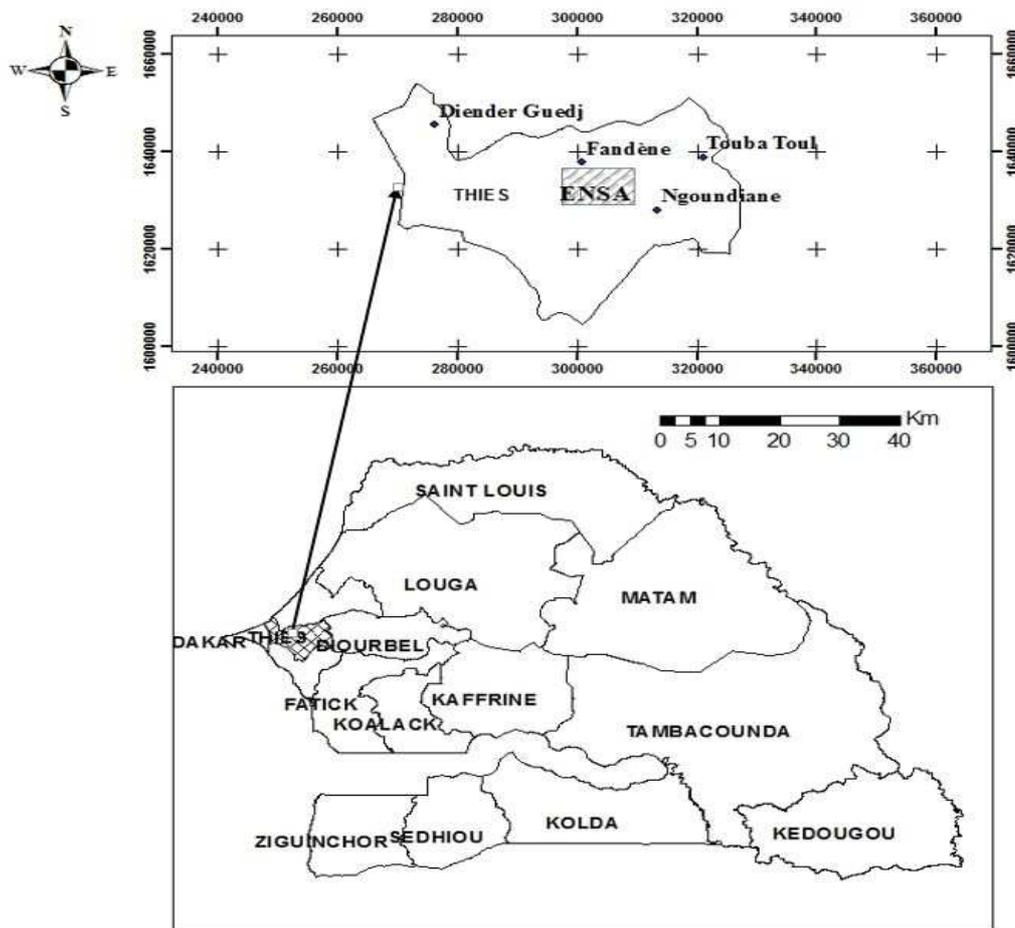


Figure 1: Localisation du site d'étude (Source AA Gning, 2014).

Les BRF ont été incorporés au sol au début de la saison des pluies (mi-juillet 2012). Les grains de mil ont été semés une semaine après et l'urée a été apportée en post-levée quinze jours après le semis. A maturité, les plants de mil ont été mesurés pour déterminer leur hauteur et diamètre au collet. Le nombre de feuilles, de talles et d'épis a été dénombré puis les plants de mil ont été récoltés, séchés à l'étuve à 65 °C (jusqu'à poids constant) et pesés pour déterminer les biomasses aérienne et racinaire produites.

Pour la caractérisation biochimique des BRF, des échantillons constitués à part égale de rameaux/brindilles et de feuilles ont été confectionnés. Leurs analyses, effectuées aux laboratoires de Zootechnie et de Géopédologie du Département des Sciences Agronomiques de l'Université de Liège, ont porté sur la détermination de leur teneur en fibres (cellulose, hémicellulose et lignine) par la méthode Van Soest et al. (1991) avec l'utilisation d'un analyseur de fibres (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY), en carbone total par la méthode Springer-Klee modifiée (1954), en azote total par la méthode Kjeldahl (1982). Les ratios C/N et Lignine/N ont aussi été déterminés.

#### Analyses statistiques

Les données obtenues ont été soumises à une analyse de variance pour identifier la présence ou non de différences significatives (au seuil de 5%) entre les moyennes des traitements, en fonction des variables étudiées. En présence de différences significatives, le test de Student Newman-Keuls (au seuil de 5%) a été effectué pour identifier les traitements significativement différents selon la variable considéré.

### RESULTATS

#### Caractéristiques biochimiques des BRF de *G. senegalensis* et de *P. reticulatum*

Les résultats de l'analyse de la composition biochimique des bois raméaux fragmentés (Tableau 2) ont montré que ceux de *G. senegalensis* ont un rapport C/N plus faible que ceux de *P. reticulatum*. Par contre, exceptée l'hémicellulose pour laquelle il n'y a pas de différence significative entre les deux

types d'amendements ( $p = 0,608$ ), les teneurs en lignine et en cellulose de *G. senegalensis* ont été plus faibles que celles de *P. reticulatum*.

#### Effet des BRF sur la croissance et le rendement du mil

Les résultats de l'effet des traitements sur des variables de croissance et de rendement du mil sont consignés dans le Tableau 3.

Les différents traitements n'ont pas eu d'effets significatifs sur le diamètre au collet

( $p = 0,418$ ), la hauteur ( $p = 0,219$ ), le nombre de feuilles ( $p = 0,410$ ) et le nombre d'épis ( $p = 0,425$ ) des plants de mil. Toutefois, en valeur absolue, et comparativement aux parcelles témoins et à celles fertilisées avec la demi-dose recommandée d'urée, les apports de BRF de *P. reticulatum* à la dose de 4  $\text{Tha}^{-1}$  seuls ou combinés avec de l'urée et à la dose de 6  $\text{Tha}^{-1}$  combinés avec l'urée ont eu un effet positif sur les variables précitées. Par ailleurs, les apports de BRF de *P. reticulatum* seul à la dose de 6  $\text{Tha}^{-1}$  ont eu un effet négatif sur ces variables.

Le diamètre au collet et la hauteur des plants ont augmenté avec l'accroissement de la dose de BRF de *G. senegalensis* contrairement au nombre de feuilles et d'épis. Les effets des BRF de *G. senegalensis* sont plus perceptibles lorsqu'ils sont combinés à l'urée (Tableau 3).

Cependant, pour le nombre de talles ( $p = 0,025$ ) seul le traitement «apport de BRF de *P. reticulatum* à la dose de 6  $\text{Tha}^{-1}$ » a eu un effet négatif, tous les autres traitements ont eu un effet positif sur cette variable.

#### Effet des BRF sur la production de biomasse aérienne et racinaire du mil

Les différents traitements appliqués ont eu des effets significatifs aussi bien sur la production de biomasse aérienne ( $p = 0,008$ ) que racinaire ( $p = 0,004$ ) des plants de mil (Figures 2 et 3).

A dose croissante, les BRF de *G. senegalensis* incorporés seuls dans les sols induisent une augmentation de la production de biomasse tant aérienne (GsD1 : 206,9 g vs

GsD2 : 213,6 g) que racinaire (GsD1 : 25,54 g vs GsD2 : 39,4 g) contrairement au BRF de *P. reticulatum* (PrD1 : 327,1 g vs PrD2 : 165,5 g pour la biomasse aérienne et PrD1 : 33,62 g vs PrD2 : 17,62 g pour la biomasse racinaire).

En revanche, combinés à de l'urée en appoint, une augmentation de la dose de BRF

de *P. reticulatum* entraîne une hausse de la biomasse aérienne (PrD1\*U : 234,5 g vs PrD2\*U : 296,8 g) et racinaire (PrD1\*U : 22,3 g vs PrD2\*U : 28,28 g) produites à l'opposé des BRF de *G. senegalensis* (GsD1\*U : 323,3 g vs GsD2\*U : 315,6 g et GsD1\*U : 44 g vs GsD2\*U : 40,9 g, respectivement, pour les biomasses aérienne et racinaire).

**Tableau 1 :** Caractéristiques chimiques de l'horizon 0-10cm du sol du site d'expérimentation situé à l'ENSA (Région de Thiès, Sénégal).

Paramètres	pH <sub>KCl</sub>	pH <sub>H2O</sub>	CE	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P	K	Mg	Ca
	(mS/cm)			(kg/ha)					
Valeurs	8,2	8,8	0,6	11,8	< 4,6	100	43,4	149	1930

**Tableau 2 :** Composition biochimique(%) des BRF de *G. senegalensis* et de *P. reticulatum*.

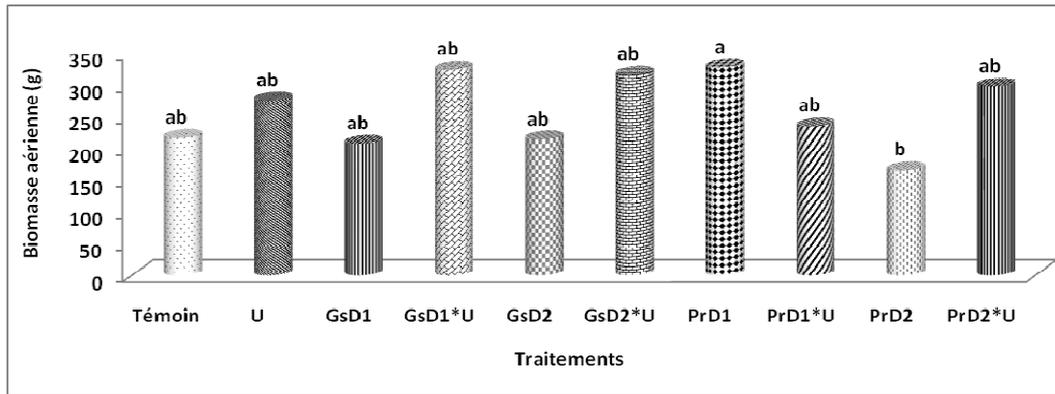
BRF / Constituants	Lignine	Cellulose	Hémi-cellulose	C	N	C/N	Lignine/N
<i>G. senegalensis</i>	9,14 a	38,73 a	12,34 a	43,09 a	1,39 a	31 a	6,57 a
<i>P. reticulatum</i>	70,51 b	86,05 b	13,49 a	45,02 a	1,17 a	38,4 b	60,26 b

La différence significative entre deux moyennes pour chaque colonne est marquée par des lettres différentes selon test t de Newman-Keuls ( $p < 0,05$ ).

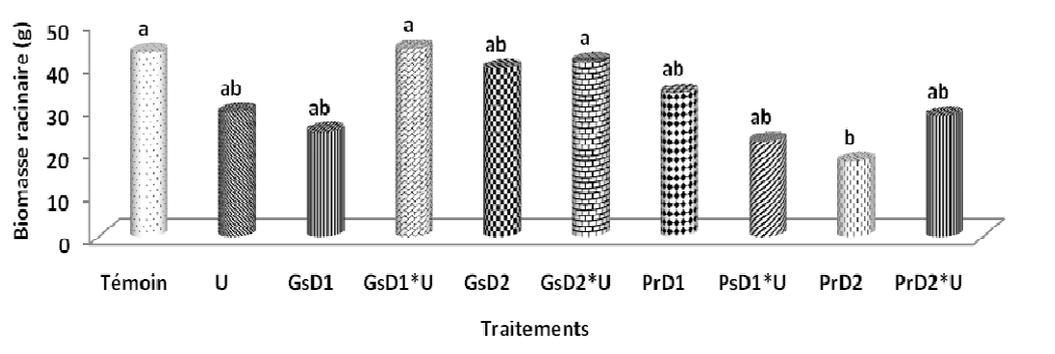
**Tableau 3:** Effet du type de BRF (*G. senegalensis*, *P. reticulatum*), de la dose de BRF (4 et 6 Tha<sup>-1</sup>) et de la fertilisation azotée (0 et 75 kgha<sup>-1</sup> d'urée) sur la croissance (diamètre et hauteur) et le rendement (nombre de feuilles, d'épis et de talles) du mil.

Traitements	Diamètre au collet (cm)	Hauteur (cm)	Nombre de feuilles	Nombre d'épis	Nombre de talles
Témoin	1,20 a	155,06 a	144,3 a	6,7 a	9,8 ab
U	1,23 a	141,29 a	169,5 a	8,3 a	11,5 ab
GsD1	1,08 a	131,72 a	179,1 a	10,8 a	13,5 ab
GsD1*U	1,16 a	143,77 a	223,6 a	12,3 a	14,3 ab
GsD2	1,25 a	153,97 a	150 a	6,8 a	13 ab
GsD2*U	1,27 a	159,50 a	195,5 a	8,6 a	15,6 a
PrD1	1,15 a	161,30 a	218,1 a	11,1 a	12,1 ab
PrD1*U	1,22 a	155,43 a	184 a	9,3 a	11,8 ab
PrD2	1,03 a	139,12 a	126,3 a	5,5 a	8 b
PrD2*U	1,26 a	160,06 a	187,3 a	8,5 a	11,6 ab

Pour chaque colonne, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Newman-Keuls ( $p < 0,05$ ) ; Légende : GsD1 : 4 Tha<sup>-1</sup> de BRF de *G. senegalensis* ; PrD1 : 4 Tha<sup>-1</sup> de BRF de *P. reticulatum* ; GsD2 : 6 Tha<sup>-1</sup> de BRF de *G. senegalensis* ; PrD2 : 6 Tha<sup>-1</sup> de BRF de *P. reticulatum* ; GsD1\*U : 4 Tha<sup>-1</sup> de BRF de *G. senegalensis* + 75 kg d'urée/ha ; PrD1\*U : 4 Tha<sup>-1</sup> de BRF de *P. reticulatum* + 75 kg d'urée/ha ; GsD2\*U : 6 Tha<sup>-1</sup> de BRF de *G. senegalensis* + 75 kg d'urée/ha ; PrD2\*U : 6 Tha<sup>-1</sup> de BRF de *P. reticulatum* + 75 kg d'urée/ha ; U : 75 kg d'urée/ha ; Témoin : Témoin sans amendement.



**Figure 2:** Effet des traitements sur la production de biomasse aérienne du mil (les moyennes ayant la même lettre indiquée sur chaque histogramme appartiennent à un groupe de valeur non significativement différent).



**Figure 3:** Effets des traitements sur la production de biomasse racinaire du mil (les moyennes ayant la même lettre indiquée sur chaque histogramme appartiennent à un groupe de valeur non significativement différent).

## DISCUSSION

Cette étude a montré que la première année de leur incorporation au sol, les bois raméaux fragmentés de *G. senegalensis* et de *P. reticulatum* manifestent des effets différents sur la productivité du mil. En effet, ces bois raméaux induisent un effet stimulant et dépressif, respectivement, sur la production de talles et de biomasses chez le mil. Ceci s'explique par une immobilisation de N par les microorganismes du sol mais néanmoins, compensée par l'apport d'urée. Des résultats

similaires ont été obtenus par N'Dayegamiye et Dubé (1986) et Beauchemin et al. (1990, 1992a) la première année de l'application de résidus ligneux d'émondage réduits en copeaux et combinés ou non à du lisier et à de l'azote, respectivement, sur la culture de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.).

Par ailleurs, une étude menée par Soumaré et al. (2002), dans la zone des Niayes du Sénégal, a également montré des résultats similaires avec les BRF de *Casuarina equisetifolia* qui ont montré un

effet négatif sur la croissance et le rendement de la tomate (*Lycopersicon esculentum*) la première année qui a suivi l'application des BRF. Ces mêmes auteurs ont également démontré que cet effet dépressif sur la productivité des espèces cultivées était moins marqué avec les traitements ayant reçu une source de N minéral ou organique en supplément.

D'autres études ont confirmé que l'immobilisation de N survient aussitôt après l'application des BRF, qu'elle est contrebalancée par du N ajouté en appoint et ne durerait qu'un an après l'incorporation au sol des BRF (Lalande et al., 1998; Beauchemin et al., 1990). Ces constats s'observent aussi bien en milieu tempéré que tropical (Tisseaux, 2001; Barthès et al., 2010) et montrent que l'apport de bois raméaux fragmentés, comme engrais verts, occasionne, l'année de leur application, une forte immobilisation de l'azote par les microorganismes du sol aux dépens de la plante.

Les teneurs faibles en N dans les BRF (1,39% et 1,17% respectivement pour *G. senegalensis* et *P. reticulatum*) induisent des ratios C/N élevés (31 pour les BRF de *G. senegalensis* et 38,4 pour ceux de *P. reticulatum*). Ces résultats également observés par Sall (2004) sont inférieures à la valeur critique (1,5%) suggérée par Bartholomew (1965), Allison (1973) et Beauchemin (1990). Selon ces auteurs une immobilisation de N survient lorsque les BRF contiennent moins de 1 à 1,5% de N sur une base sèche, ce qui est le cas des BRF utilisés (1,39% pour *G. senegalensis* et 1,17% pour *P. reticulatum*) et par conséquent de l'immobilisation avérée de N par les microorganismes.

Néanmoins, cet effet peut être atténué par un apport supplémentaire de N minéral pour rehausser le niveau d'azote dans le sol et compenser le faible taux de décomposition des résidus ligneux à court terme. Ainsi, la combinaison d'urée à la dose 4  $\text{Tha}^{-1}$  de BRF

de *G. senegalensis* et aux doses 4 et 6  $\text{Tha}^{-1}$  de *P. reticulatum* a permis d'améliorer la biomasse du mil.

L'effet dépressif marqué du traitement PrD2 (6  $\text{Tha}^{-1}$  de BRF de *P. reticulatum*) est probablement dû à une phytotoxicité ou allélopathie négative (Doré et al., 2004) résultant de l'incorporation au sol de ces BRF qui inhibent la croissance des plants de mil. Des BRF de feuillus et de résineux ont produits des effets similaires relatés dans les travaux de Beauchemin et al. (1992b) sur le cresson (*Lepidium sativum* L.) et de Rathinasabapathi et al. (2005) sur la laitue (*Lactuca sativa* L.). Ces mêmes effets allélopatiens ont été observés avec l'arachide (*Arachis hypogaea*) sur sol amendé avec de fortes doses de litières de *Cordyla pinnata* et d'*Eucalyptus camaldulensis* relatés, respectivement, dans les travaux de Samba (2001) et Soumaré et al. (2012). Cette allélopathie pourrait être attribuée aux constituants phénoliques présents dans les feuilles et/ou petites branches de *P. reticulatum*.

Les bois raméaux se décomposent lentement dans le sol du fait de leur teneur en fibres, surtout en lignine, qui est particulièrement résistante à l'attaque des microorganismes. Des études menées par Melillo et al. (1982), Sanchez et al. (1989) et Tisseaux (2001) ont montré que la vitesse de dégradation des résidus végétaux est négativement corrélée à leur teneur en lignine. Ainsi, en plus du rapport C/N, Berg et al. (1982) et Müller et al. (1998) proposent d'utiliser le ratio lignine/N et Tisseaux (2001) le ratio (lignine + polyphénols)/N pour prédire la décomposabilité des résidus de végétaux. Des travaux sur le suivi de la décomposition de résidus végétaux (Dossa et al., 2009) ont montré une nette minéralisation de N des litières de *G. senegalensis* et de *P. reticulatum* contrairement aux mélanges (litières + branches) pour lesquels une immobilisation de N, plus marquée avec *P. reticulatum* que *G.*

*senegalensis*, a été observée. Selon ces auteurs, les teneurs en lignine des branches sont à l'origine de cette immobilisation, d'autant plus prononcée que les ratios C/N et lignine/N sont élevés. Ainsi, les effets stimulateur et dépressif des BRF, sur la productivité du mil, s'expliquent par une décomposition plus rapide des BRF de *G. senegalensis* (C/N: 31; lignine/N: 6,57; lignine: 9,14%) et donc une mise à disposition précoce d'éléments nutritifs pour les plants de mil contrairement aux BRF de *P. reticulatum* (C/N: 38,6; lignine/N: 60,26; lignine:70,51%).

### Conclusion

Cette étude a montré que les bois raméaux fragmentés d'espèces ligneuses buissonnantes comme *G. senegalensis* et *P. reticulatum* sont utilisables comme amendement organique pour améliorer la productivité des sols. Du fait de leur teneur en lignine, les BRF se décomposent lentement dans les sols et occasionnent en conséquence des risques d'immobilisation de N temporaires. Il s'avère donc nécessaire de mener des études à long terme sur ces BRF pour statuer sur leur temps de séjour dans le sol avant la mise en place de la culture subséquente, leur période d'épandage mais surtout leur effet résiduel avec ou sans nouvel apport de BRF ou de N en appoint. Des recherches doivent aussi être menées pour évaluer l'effet du pré-compostage ou compostage des BRF sur la phytotoxicité de *P. reticulatum* mais également identifier et quantifier les composés phénoliques impliqués.

### REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le West African Agriculture Productivity Program (WAAPP) de la Banque Mondiale, le Centre d'Etude Régional pour l'Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse (CERAAS/ISRA), l'Université de Liège à travers l'Unité Système Sol-Eau (SSE/ULg) et l'Université

de Thiès à travers l'Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture (ENSA/UT) pour avoir mis à disposition les ressources matérielles, financières et humaines nécessaires à la mise en œuvre de cette étude.

### RÉFÉRENCES

- Allison FE. 1973. *Soil Organic Matter and Its Role in Crop Production*. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam: Netherlands.
- Badiane AN, Diagne M, Fall A, Faye A, Kébé M, Khouma M. 2000. Gestion et transformation de la matière organique : Synthèse des travaux de recherches menés au Sénégal depuis 1945. CILSS, CTA, ISRA, Dakar, p. 133.
- Barthès BG, Manlay RJ, Porte O. 2010. Effets de l'apport de bois raméal sur la plante et le sol: une revue des résultats expérimentaux. *Cah Agric.*, **19**(4): 280-287.
- Bartholomew WV. 1965. Mineralization and immobilization of nitrogen in the decomposition of plant and animal residues. In *Soil Nitrogen*, Bartholomew WV, Clark FE (eds). American Society of Agronomy Inc.: Madison; 285-308.
- Beauchemin S, N'Dayegamiye A, Laverdière MR. 1990. Effets d'apport d'amendements ligneux frais et humifiés sur la production de pomme de terre et sur la disponibilité de l'azote en sol sableux. *Can. J. Soil Sci.*, **70**(4): 555-564.
- Beauchemin S, N'Dayegamiye A, Laverdière MR. 1992a. Effets d'amendements ligneux sur la disponibilité d'azote dans un sol sableux cultivé en pomme de terre. *Can. J. Soil Sci.*, **72**(2): 89-95.
- Beauchemin S, N'Dayegamiye A, Laverdière MR. 1992b. Phytotoxicité des matériaux ligneux frais et compostés utilisés comme amendements organiques des sols. *Can. J. Soil Sci.*, **72**(2): 177-181.
- Berg B, Wessen B, Ekbohm G. 1982. Nitrogen level and lignin decomposition

- in scots pine needle litter. *Oikos*, **38**(3): 291-296.
- Bremner JM, Mulvaney CS. 1982. Nitrogen-total. In *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, Page AL (ed). American Society of Agronomy, Inc., American Science Society of America, Inc., Madison; 595-624.
- Doré T, Sène M, Pellisier F, Gallet C. 2004. Approche agronomique de l'allélopathie. *Cah. Agric.*, **13**(3): 249-256.
- Dossa EL, Khouma M, Diedhiou I, Sene M, Kizito F, Badiane AN, Samba SAN, Dick RP. 2009. Carbon, nitrogen and phosphorus mineralization potential of semiarid Sahelian soils amended with native shrub residues. *Geoderma*, **148**(3-4): 251-260.
- Fall AA, Lô M. 2009. Etude de référence du programme sur la productivité agricole au Sénégal dans le cadre du projet WAAPP. Cas des céréales: mil, sorgho, maïs et fonio. CORAF, PSAOP II. P. 138.
- FAO. CSE.2003. L'évolution de la dégradation des terres. Projet FAO Land Degradation Assessment (LADA): FAO, p. 62.
- FAO, IUSS, Working Group WRB. 2007. World Reference Base for Soil Resources 2006, first update 2007. World Soil Resources Reports No. 103. FAO: Rome, 116.
- Guay E, Lachance L, Lapointe RA, Lemieux G. 1987. Dix ans de travaux sur le cyclage biologique du bois raméal : l'expérimentation agricole et forestière. Département des Sciences du Bois et de la Forêt. Faculté de Foresterie et de Géomatique. Université Laval, Québec, p 11.
- Guay E, Lachance L, Lapointe RA. 1983. Emploi des bois raméaux fragmentés et des lisiers en agriculture. Département des Sciences du Bois et de la Forêt. Faculté de Foresterie et de Géomatique. Université Laval, Québec, p. 79.
- Hendrickson O. 1987. Notes: Winter Branch Nutrients in Northern Conifers and Hardwoods. *Forest Science*, **33**(4): 1068-1074.
- Khouma M, Gueye M, Ganry F, Badiane A, Ndiaye JP, Sène M. 2005. L'environnement : Les Sols. In *Bilan de la Recherche Agricole et Agroalimentaire au Sénégal*. ISRA, ITA, CIRAD, Dakar; 73-86.
- Khouma M. 2002. Rapport sur les ressources en sols du monde : Les grands types de sols au Sénégal. Quatorzième réunion du sous-comité ouest et centre africain de corrélation des sol pour la mise en valeur des terres. Abomey, Bénin, 9-10 Oct 2000. FAO: Rome; 77-94.
- Lalande R, Furlan V, Angers DA, Lemieux G. Soil improvement following addition of chipped wood from twigs. *Am. J. Alter. Agr.*, **13**(3): 132-137.
- Lemieux G. 1986. Le bois raméal et les mécanismes de fertilité du sol. Colloque sur les amendements des sols: Perspectives d'avenir, Institut de Technologie Agroalimentaire, Saint-Hyacinthe.. Département des Sciences du Bois et de la Forêt. Faculté de Foresterie et de Géomatique. Université Laval, Québec; Canada, p. 21.
- Melillo JM, Aber JD, Muratore JF. 1982. Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. *Ecol.*, **63**(3): 621-626.
- Müller MM, Sundman V, Soininvaara O, Merilainen A. 1998. Effect of chemical composition on the release of nitrogen from agricultural plant materials decomposing in soil under field conditions. *Biol. Fertil. Soils*, **6**(1): 78-83.
- N'Dayegamiye A, Dubé A. 1986. L'effet de l'incorporation de matières ligneuses sur l'évolution des propriétés chimiques du

- sol et sur la croissance des plantes. *Can. J. Soil Sci.*, **66**(4): 623-631.
- Noël B. 1997. Mémoire de l'usage du B.R.F. Le comment et le pourquoi. Département des Sciences du Bois et de la Forêt. Faculté de Foresterie et de Géomatique. Université Laval, Québec, Canada, p.18.
- Rathinasabapathi B, Ferguson J, Gal M. 2005. Evaluation of allelopathic potential of wood chips for weed suppression in horticultural production systems. *HortScience.*, **40**(3): 711-713.
- Sall SN. 2004. Importance des relations "Résidus végétaux-Communautés microbiennes" sur les processus de décomposition dans un sol ferrugineux tropical (Sénégal) : effet de la disponibilité de l'azote. PhD thesis, Université Paris XII Val de Marne, Paris, p. 162.
- Samba ANS. 2001. Effet de la litière de *Cordyla pinnata* sur les cultures : approche expérimentale en agroforesterie. *Ann. For. Sci.*, **58**(1): 99-107.
- Sanchez PA, Palm CA, Szott L, Cuevas E, Lal R. 1989. Organic input management in tropical agroecosystems. In *Dynamics of Soil Organic Matter in Tropical Ecosystems*. Coleman DC, Oades JM, Uehara G (eds). NITAL Project, Hawaii University Press: Hawaii; 123-242.
- Soumaré A, Sall SN, Manga GA, Hafidi M, Ndoye I, Duponnois R. 2012. Effect of eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*) and maize (*Zea mays*) litter on growth, development, mycorrhizal colonisation and roots nodulation of *Arachis hypogaea*. *Afr. J. Biotechnol.*, **11**(93): 15994-16002.
- Soumaré MD, Mnkeni PNS, Khouma M. 2002. Effects of *Casuarina equisetifolia* composted litter and ramial-wood chips on tomato growth and soil properties in Niayes, Senegal. *Biol. Agric. & Hort.*, **20**(2): 111-123.
- Springer U, Klee J. 1954. Prüfung der Leistungsfähigkeit von einigen wichtigeren Verfahren zur Bestimmung des Kohlenstoffs mittels Chromschwefelsäure sowie Vorschlag einer neuen Schnellmethode. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, **64**(1): 1-26.
- Tisseaux JC. 2001. Caractérisation des bois raméaux fragmentés et indices de décomposition. MSc. Faculté de Foresterie et de Géomatique, Université Laval, Québec, p. 123.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. 1991. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *J. Dairy Sc.*, **74**(10): 3583-3597.