



Étude de quelques caractéristiques des bois raméaux fragmentés (BRF) de *Guiera senegalensis* J. F. Gmel et de *Piliostigma reticulatum* (DC) Hochst et de leur influence sur des propriétés chimiques et biologiques des sols ferrugineux tropicaux du Bassin arachidier, Sénégal.

Marième Fall BA^{12*}, Gilles COLINET³, Samba Arona Ndiaye SAMBA⁴, Emmanuel BASSENE¹

¹ Laboratoire de Pharmacognosie et Botanique, UCAD, Dakar, Sénégal

² Centre National de Recherches Forestières (ISRA/CNRF), Hann, Dakar

³ Laboratoire de Géo-Pédologie, Gembloux Agro Bio Tech, ULG, Belgique

⁴ Université de Thiès-École Nationale Supérieure d'Agriculture, ENSA, Thiès, Sénégal

*Auteur correspondant, E-mail : bfma09@yahoo.fr

Original submitted in on 1st August 2014. Published online at www.m.elewa.org on 30th September 2014.
<http://dx.doi.org/10.4314/jab.v8i11.5>

RÉSUMÉ

Objectif : Cette étude, réalisée en laboratoire, visait à évaluer les potentialités d'utilisation des bois raméaux fragmentés (BRF) de *Guiera senegalensis* J.F. Gmel (*G. senegalensis*) et de *Piliostigma reticulatum* (DC) Hochst (*P. reticulatum*) comme amendements organiques dans l'amélioration de la fertilité des sols ferrugineux tropicaux du Bassin arachidier du Sénégal.

Méthodologie et résultats : Deux doses (0,7 g et 1,4 g) de chaque type de BRF ont été mélangées à 70 g de sol et comparés à un témoin non amendé dans un dispositif factoriel complètement randomisé comportant trois répétitions. Les mélanges ont été incubés à 28°C pendant 9 semaines. Les mesures effectuées après incubation montrent un pH neutre, une hausse du C total, du C soluble et du C microbien et une forte corrélation positive entre les C soluble et microbien tant avec *G. senegalensis* ($r = 0,90$; $p = 0,0008$) qu'avec *P. reticulatum* ($r = 0,93$; $p = 0,0002$). Une immobilisation de N a été notée avec les BRF de *P. reticulatum* contrairement à ceux de *G. senegalensis*.

Conclusion et application des résultats : Les BRF de *G. senegalensis* et de *P. reticulatum* constituent une bonne source de matière organique. Ils peuvent permettre d'améliorer les propriétés chimiques et biologiques des sols. Leur utilisation dans la gestion durable de la fertilité des sols ferrugineux tropicaux pourrait être recommandée. Toutefois, des études sur le long terme devraient être menées pour statuer sur la durée et l'implication des polyphénols dans l'immobilisation de N observée avec les BRF de *P. reticulatum*.

Mots-clés : BRF, décomposition, *Guiera senegalensis*, *Piliostigma reticulatum*, sol ferrugineux tropical, propriétés, Bassin arachidier, Sénégal.

Study of some characteristics of ramial chipped woods (RCW) of *Guiera senegalensis* J.F. Gmel and *Piliostigma reticulatum* (DC) Hochst and their influence on chemical and biological properties of tropical ferruginous soils of the groundnut basin, Senegal.

ABSTRACT

Objective: This study, done in laboratory, aimed to assess the potential use of ramial chipped woods (RCW) of *Guiera senegalensis* J.F. Gmel (*G. senegalensis*) and *Piliostigma reticulatum* (DC) Hochst (*P. reticulatum*) as organic amendments for soils fertility improvement of tropical ferruginous soils in the groundnut basin, Senegal.

Methodology and results: Two doses (0.7 g and 1.4 g) of each type of RCW were mixed to 70 g of soil and compared with a control in a completely randomized factorial design with three replicates. The mixtures were incubated at 28 °C during 9 weeks. Measurements after incubation have shown a neutral pH, higher total, soluble and microbial C and a strong correlation between soluble C and microbial C for *G. senegalensis* ($r = 0,90$; $p = 0,0008$) and *P. reticulatum* ($r = 0,93$; $p = 0,0002$). N immobilization was noticed with *P. reticulatum* RCW by not with *G. senegalensis* RCW.

Conclusion and application of results: RCW of *G. senegalensis* and *P. reticulatum* are good sources of organic matter. They can help improve soil chemical properties and are therefore useful in the sustainable management of fertility of degraded soils of the groundnut basin. However, studies on the long term should be conducted to determine the duration and the involvement of polyphenols in N immobilization observed with *P. reticulatum* RCW.

Keywords: RWC, decomposition, *Guiera senegalensis*, *Piliostigma reticulatum*, tropical ferruginous soils, properties, groundnut basin.

INTRODUCTION

Au Sénégal, les effets combinés de la surexploitation des sols, due aux besoins croissants engendrés par l'accroissement démographique, et des perturbations climatiques induisent une forte dégradation des terres arables (FAO-CSE, 2003). Dans la zone agro-écologique du Bassin arachidier, cette forte pression anthropique ne permet plus la pratique de la jachère (Floret & Pontanier, 1993). De ce fait, les processus d'épuisement et d'érosion, s'accroissent et appauvrissent les sols conduisant ainsi à une baisse de leur fertilité et par conséquent, des rendements agricoles (PNAE, 2005). Pour y pallier, les agriculteurs utilisent des engrais chimiques, pour leur effet immédiat sur la productivité des cultures, malgré leur coût élevé, leur faible disponibilité mais surtout leur effet potentiellement négatif pour l'environnement. Leur utilisation exclusive entraîne une augmentation de l'acidité, une dégradation du statut physique et une baisse de la matière organique du sol (Boli & Roose, 2000). Dans cette zone de cultures traditionnelles de la région sahéenne, d'importants peuplements d'arbustes (*Guiera senegalensis* J. F. Gmel (nguer), *Combretum micranthum* G. Don (kinkéliba), *C. glutinosum* Perrot (rate), *Piliostigma reticulatum* (DC)

Hochst (ngui guis), etc...) sont fréquemment rencontrés dans les systèmes agroforestiers. Néanmoins, ces arbustes sont défrichés, mis en tas et brûlés à l'approche de l'hivernage lors de la préparation des champs de cultures. Cette biomasse pourrait être valorisée, comme engrais verts, sous forme de bois raméaux fragmentés (BRF) pour relever le statut organique des sols. En effet, utilisés pour amender les sols agricoles et forestiers au Québec depuis 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) pouvant être utilisé comme amendement par épandage ou incorporation dans les premiers centimètres du sol. De nombreux travaux ont montré que les amendements organiques riches en cellulose et en lignine tels que les BRF d'espèces ligneuses constituent un important mode de transfert d'éléments des végétaux aux sols (Asselineau & Domenech, 2007). La plupart des études sur les BRF ont été menées en pleine terre et relatent leurs effets bénéfiques sur les sols (augmentation de la porosité, des teneurs en carbone organique et en nutriments ; baisse des besoins en eau) et les

cultures (hausse des rendements en orge, blé, mil, tomate, pomme de terre), davantage en milieu tempéré (Guay *et al.*, 1983 ; Ndayegamiye & Dube, 1986 ; Beauchemin *et al.*, 1990 ; Beauchemin *et al.*, 1992a ; 1992b) qu'en milieu tropical (Soumaré *et al.*, 2002 ; Barthès *et al.*, 2010 ; Ba *et al.*, 2014). Cependant rares sont les travaux menés en conditions contrôlées pour évaluer leurs processus de décomposition. Cette étude a été réalisée sur un sol ferrugineux tropical lessivé (Khouma, 2002) du

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les études ont été conduites à l'Unité Science du Sol du Département des Sciences Agronomiques de l'Université de Liège à Gembloux (Belgique).

Sol d'étude : Le sol utilisé appartient à la classe des sols ferrugineux tropicaux lessivés (Maignien, 1965; Khouma, 2002). Il a été prélevé en juin 2013 avant la saison des pluies, pour éviter le lessivage des éléments nutritifs au niveau de l'horizon de surface (0-10 cm), dans le village de Keur Bathiam situé au Sénégal dans la communauté rurale de Latmingué (région de Kaolack). Le sol a été tamisé (maille de 2 mm) pour enlever les racines, les graviers et les débris organiques grossiers. Il a ensuite été séché à l'air libre puis conservé dans des sachets zippés en plastique avant d'être acheminé au laboratoire de Science du Sol de l'Université de Liège à Gembloux pour les analyses.

Matériel végétal : Il est constitué de rameaux de bois (incluant les feuilles) de *G. senegalensis* (*Combretaceae*) et de *P. reticulatum* (*Caesalpinaceae*) qui ont été séchés à l'ombre et à température ambiante pendant 4 semaines puis grossièrement fragmentés à l'aide d'un sécateur. Le diamètre maximal à la base des rameaux fragmentés était de 1,02 cm pour *G. senegalensis* et 1,68 cm pour *P. reticulatum* pour des fragments de 1,75 cm de long en moyenne. Les rameaux/brindilles et les feuilles ont, par la suite, été conservés séparément dans des sacs avant d'être broyés et réduits en poudre, respectivement par un petit moulin et un broyeur à couteaux (Grindomix, Retsch, GM 200, CE) munis chacun d'une maille de 1 mm. Pour chaque espèce, les deux types de broyats ont été mélangés en quantité égale (50% - 50%) afin de constituer la base des traitements. La caractérisation biochimique des BRF a été faite aux laboratoires de Zootechnie et de Science du Sol de l'Université de Liège. Elle a 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

Bassin arachidier du Sénégal afin d'évaluer l'intérêt de l'utilisation des BRF de *G. senegalensis* et de *P. reticulatum* comme amendements organiques pour la gestion durable de la fertilité des sols. Des études comparatives sur les caractéristiques biochimiques, la décomposition des deux types de BRF ainsi que leurs effets sur quelques propriétés chimiques et biologiques du sol en fonction des doses apportées ont été menées.

carbone total par la méthode Springer-Klee (1954) et en azote total par la méthode Kjeldahl (1982). Les ratios C/N et Lignine/N ont par la suite été déterminés (**Tableau 2**).

Dispositif expérimental : Le dispositif factoriel comportait cinq traitements issus de la combinaison des niveaux de facteurs «type de bois raméal» avec BRF de *G. senegalensis* et BRF de *P. reticulatum* et «dose de bois raméal» avec 0,7 g (D1) et 1,4 g (D2), et un témoin sans amendement (D0). Chaque traitement a été mélangé à 70 g de sol et disposé dans un pot d'une capacité de 60 ml. Le mélange a été humidifié à 100% de la capacité de rétention en eau du sol (8 g d'eau pour 100 g de sol) avec de l'eau distillée. Les pots ont été recouverts d'un film perforé pour réduire les pertes d'eau par évaporation et mis à incuber à l'obscurité à 28°C pendant 9 semaines. Toutes les unités expérimentales mises en incubation ont été ré-humectées toutes les 72 h durant toute la durée de l'expérimentation.

Analyses du sol : L'effet des traitements a été évalué en mesurant, avant et après incubation, le pH_{KCl} du sol, le C organique total (COT) basé sur son oxydation par le bichromate de potassium en milieu fortement acide (H₂SO₄) selon la méthode Springer-Klee (1954), le N total (Kjeldahl, 1982) et le C soluble, extractible à l'eau chaude, en mettant 6 g de sol + 60 ml d'eau distillée dans un flacon de 100 ml qui a ensuite été porté au bain marie à 80 °C pendant 16 h. Après centrifugation (15 mn à 3000 trs/s) et filtrage (sur papier Whatman de 25 mm diamètre et 0,45 µm de porosité), le filtrat a subi l'attaque carbone avec du K₂Cr₂O₇ (0,5N) et du H₂SO₄ concentré (95 – 97%) avant d'être titré avec du sel de Mohr (0,1 N). Le C microbien a été déterminée par fumigation-extraction par la micro-méthode utilisant des tubes en DCO (Joergensen RG, 1995; Ölhinger, 1995), (**Tableau 1**). En fin d'expérimentation, une analyse des corrélations entre propriétés du sol a été réalisée.

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% de probabilité) 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 considérée.

RÉSULTATS

Caractéristiques chimiques du sol d'étude : Les résultats de l'analyse du sol d'étude, consignés dans le **tableau 1**, ont montré des pH légèrement acides (6,4), des teneurs en C faibles (0,3 g/100 g de sol), des teneurs

en N très bas (0,03 g/100 g de sol) et un ratio C/N de l'ordre de 10. Le C microbien était faible, de l'ordre de 5,008 mg/g de sol et le carbone soluble était de 44,8 mg/100 g de sol.

Tableau 1: Caractéristiques chimiques et biologiques initiales du sol d'étude

Variables	pH _{KCl}	C		C/N	C soluble mg/100g	C microbien mg C/g
		g/100g				
Valeurs	6,4	0,3	0,03	10	44,8	5,008

Caractéristiques biochimiques des BRF de *G. senegalensis* et de *P. reticulatum* : L'analyse de la composition biochimique des bois raméaux fragmentés (**Tableau 2**) a montré une différence significative ($p = 0.024$) entre les deux types de BRF pour la teneur en N (1,39% et 1,17% pour les BRF de *G. senegalensis* et de *P. reticulatum*, respectivement). Les rapports C/N et lignine/N obtenus avec les BRF de *G. senegalensis*

étaient plus faibles que ceux de *P. reticulatum*. La concentration en hémicellulose n'a pas été significativement différente ($p = 0,608$) entre les deux types de BRF. Par contre, une différence significative a été notée pour les teneurs en lignine ($p = 0,001$) et en cellulose ($p = 0,001$) qui ont été plus importantes pour les BRF de *P. reticulatum* que pour ceux de *G. senegalensis*.

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

BRF/Constituants	Lignine	Cellulose	Hémicellulose	C	N	C/N	Lignine/N
<i>G. senegalensis</i>	9,14 ±1,41a	38,73±1,03a	12,34 ±0,20a	43,09 ±0,714a	1,39±0,049b	31	6, 57
<i>P. reticulatum</i>	70,51±1,33b	86,05±1,14b	13,49 ±2,68a	45,02 ±0,714a	1,17±0,003a	38,47	60,26

Pour chaque colonne, les moyennes affectées des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% de probabilité selon le test de Student Newman-keuls.

Évolution de la composition chimique des sols : Les analyses effectuées sur les unités expérimentales après 9 semaines d'incubation ont montré que les différents traitements appliqués au sol n'ont pas induit de différences significatives pour ce qui est du pH ($p = 0,381$) et de N total ($p = 0,058$), (**Tableau 3**). Les pH ont été relativement neutres avec des valeurs comprises entre 7,01 et 7,08. Les teneurs en azote ont, en valeur absolue, légèrement augmenté de 13,1 à 15,7 % par rapport au témoin avec les doses de BRF de *G. senegalensis* contrairement à celles de *P. reticulatum* pour lesquelles une diminution de 31,5 à 39,4 % a été notée. L'application des différents traitements a montré

des différences hautement significatives ($p < 0,0001$) pour les teneurs en COT (**Tableau 3**). Elles ont significativement été plus importantes pour Pr*D2 (0,98 g/100 g) avec une augmentation de 104 % par rapport au témoin. Les autres traitements (Gs*D1, Gs*D2 et Pr*D1) ne sont pas significativement différents du témoin. En fin d'incubation, les ratios C/N ont été significativement plus élevés dans les sols amendés avec des BRF par rapport au témoin ($p < 0,0001$) excepté le traitement Gs*D1 (**Tableau 3**). Les ratios C/N ont été bien plus importants avec les BRF de *P. reticulatum* qu'avec ceux de *G. senegalensis*.

Tableau 3 : Teneurs en N total et COT, et pH du sol d'étude après 9 semaines d'incubation en fonction des traitements appliqués

Variables	Traitements				
	Témoin	Gs*D1	Gs*D2	Pr*D1	Pr*D2
pHKCl	7,01±0,03 a	7,06±0,01 a	7,08±0,03 a	7,05±0,06 a	7,03±0,04 a
N Total (g/100g)	0,038±0,010 a	0,043±0,011 a	0,044±0,005 a	0,026±0,010 a	0,023±0,011 a
COT (g/100g)	0,48±0,33 b	0,43±0,13 b	0,81±0,14 ab	0,57±0,09 ab	0,98±0,20 a
C/N	6,96	10,02	18,30	29,62	30,34

Pour chaque ligne, les moyennes affectées des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% de probabilité selon le test de Student Newman-keuls.

Légende : Gs*D1 : 0,7 g de BRF de *G. senegalensis*; Gs*D2 : 1,4 g de BRF de *G. senegalensis*; Pr*D1: 0,7 g de BRF de *P. reticulatum* ; Pr*D2 : 1,4 g de BRF de *P. reticulatum* ; Témoin : Témoin sans amendement.

Les teneurs en C soluble du sol ont augmenté avec les apports de BRF incorporées dans les sols aussi bien avec *P. reticulatum* qu'avec *G. senegalensis* (Figure 1), avec une différence hautement significative ($p < 0,0001$)

par rapport au témoin non amendé (C soluble = 1,10 mg/100 g). Aucune différence significative n'a cependant pas été observée en augmentant la dose de BRF de D1 à D2 sur la même variable.

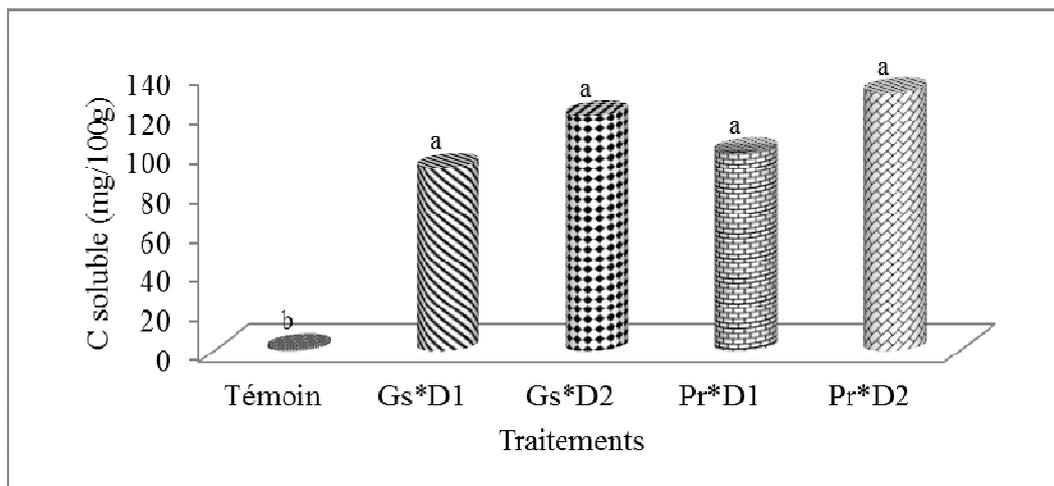


Figure 1 : Teneurs en C soluble en fonction des traitements appliqués (les moyennes ayant la même lettre indiquée sur chaque histogramme appartiennent à un groupe de valeur non significativement différent). Légende identique à celle du Tableau 3.

L'amendement du sol avec les BRF induit une différence hautement significative ($p < 0,0001$) entre les traitements pour le C microbien (Figure 2). Dans les sols amendés avec du BRF de *P. reticulatum*, les valeurs du C microbien ne présentaient pas de différence en fonction

de la dose (23,12 mg C g⁻¹ sol pour D1 et 20,76 mg C g⁻¹ sol pour D2). Pour les sols amendés avec *G. senegalensis*, le C microbien s'est significativement accru avec l'augmentation de la dose appliquée (D1 = 14,89 mg C g⁻¹ sol et D2 = 35,14 mg C g⁻¹ sol),

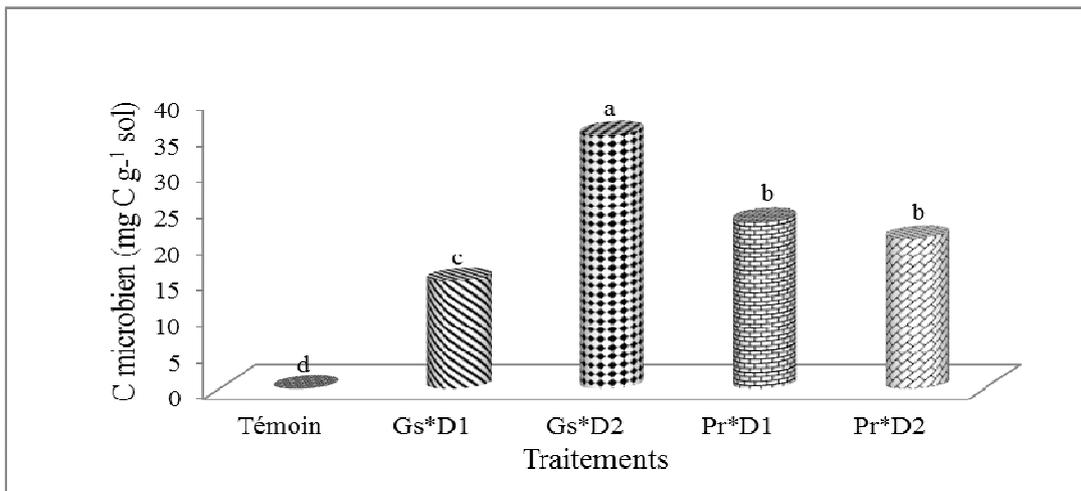


Figure 2 : Teneurs en C microbien en fonction des traitements (les moyennes ayant la même lettre indiquée sur chaque histogramme appartiennent à un groupe de valeur non significativement différent). Légende identique à celle de la Figure 1.

Une forte corrélation positive a été observée entre le C soluble et le C microbien, aussi bien dans les unités amendées avec des BRF de *G. senegalensis* ($r = 0,90$; p

$= 0,008$) que dans celles amendées avec *P. reticulatum* ($r = 0,93$, $p = 0,0002$), (Figure 3).

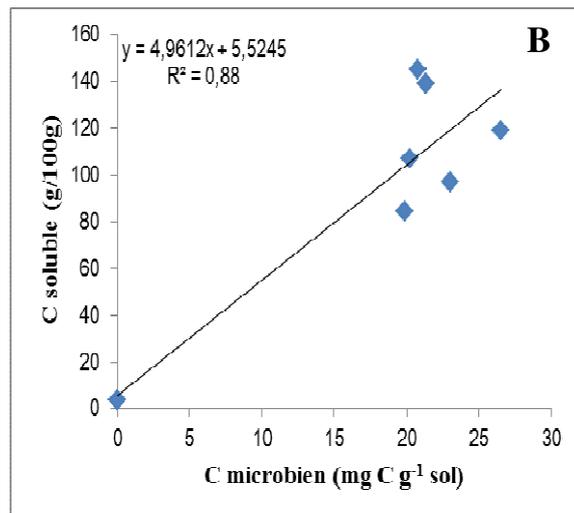
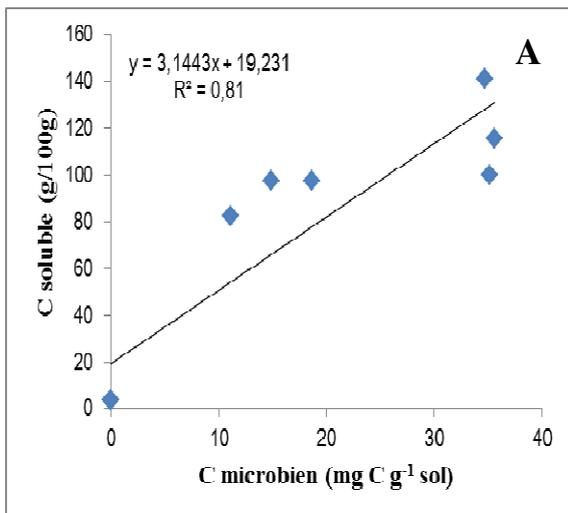


Figure 1 : Corrélation entre les quantités de C soluble et C microbien des sols amendés avec des BRF de *G. senegalensis* (A) et de *P. reticulatum* (B)

DISCUSSION

Composition biochimique des bois raméaux : Les bois raméaux de *G. senegalensis* et de *P. reticulatum* ont eu des teneurs en N faibles (1,39% et 1,17% respectivement), inférieures à la valeur critique (1,5%) suggérée par Bartholomew (1965), Allison (1973) et Beauchemin (1990). Ceci explique les ratios C/N élevés obtenus avec les BRF de *G. senegalensis* (31) et ceux de *P. reticulatum* (38,4) et qui pourraient fortement

occasionner une immobilisation de N par les microorganismes lors de leur incorporation au sol. En effet, selon les auteurs précités, une immobilisation de N survient lorsque du matériel végétal en l'occurrence les BRF contient moins de 1 à 1,5% de N sur une base sèche, ce qui est le cas des BRF utilisés. De plus, le ratio lignine/N, indice de décomposabilité proposé par Berg et al., (1982), est presque 10 fois plus élevé pour les BRF

de *P. reticulatum* (60,26) que pour ceux de *G. senegalensis* (6,57) et présage d'une dégradation plus rapide des BRF de *G. senegalensis* et d'une immobilisation de N plus prononcée avec les BRF de *P. reticulatum*.

Propriétés chimiques des sols : En valeur absolue, le gain d'une unité de pH obtenu en fin d'expérimentation montre que les BRF étudiés permettent d'équilibrer le pH en neutralisant celui des sols (ferrugineux tropicaux) faiblement acides. Des résultats similaires ont été obtenus par Marschner & Noble (2000) lors d'une étude effectuée en laboratoire avec de la litière foliaire de *Melia azedarach*, *Castanea sativa* et *Saccharum officinarum* sur sol acide bien que la durée d'incubation n'ait été que de 20 jours à 25°C. Les taux de C ont positivement évolué dans les sols de toutes les unités expérimentales en fin d'incubation. Ils ont été plus importants dans celles amendées avec les doses les plus élevées de BRF (Gs*D2 = 0,81 g/100 g ; Pr*D2 = 0,98 g/100 g vs Gs*D1 = 0,43 g/100 g ; Pr*D1 = 0,57 g/100 g). L'augmentation, en valeur absolue, de la teneur en N dans les sols amendés avec du BRF de *G. senegalensis* et sa diminution dans ceux amendés avec du BRF de *P. reticulatum*, par rapport au témoin, pourraient être due à la fluctuation des teneurs en N disponible pour l'activité microbienne et à la décomposabilité de ces amendements. En effet, les BRF de *P. reticulatum*, riches en lignine (70,57%) avec un ratio lignine/N de 60,26 sont plus récalcitrants à l'attaque microbienne que ceux de *G. senegalensis* (lignine = 9,14% ; ratio lignine/N = 6,57). Cette situation accroît les besoins azotés des microorganismes occasionnant la forte immobilisation du N disponible et entraînant ainsi une diminution de N total dans les sols amendés avec *P. reticulatum*. L'effet inverse a été observé avec les BRF de *G. senegalensis*. Des études antérieures ont montré des résultats similaires avec des broyats de litières de *Faidherbia albida*, stimulateur de la minéralisation de l'azote après 140 jours d'incubation, alors que *Andropogon gayanus*, *Azadirachta indica*, *Casuarina equisetifolia* et *Eragrostis tremula* induisaient une immobilisation (Diallo, 2005). Après une incubation de 16 semaines, Constantinides & Fownes (1994) ont également constaté que les litières de *A. indica* et *C. equisetifolia* entraînaient une immobilisation de l'azote du sol. Bending & Turner (1999) ont quant à eux observés 6 mois d'immobilisation d'azote suite à l'incorporation au sol de résidus de blé alors que pour Das et al., (1993) celle-ci a duré 3 mois avec l'incorporation de résidus de sorgho. Au terme de l'incubation, le ratio C/N était significativement plus élevé dans les sols amendés avec du BRF de *P. reticulatum* qu'avec celui de *G.*

senegalensis. En effet, lorsqu'un amendement à faible teneur en azote (rapport C/N élevé) est incorporé au sol, sa décomposition par les microorganismes responsables engendre l'immobilisation d'une quantité importante de l'azote disponible dans le sol (Diallo, 2005). Ce qui explique le déficit en azote engendré par les BRF de *P. reticulatum* et l'accroissement du ratio C/N observé. Le C microbien, indicateur de l'activité biologique dans le sol, est étroitement liée à la qualité des résidus organiques apportés comme amendements. Les résultats obtenus après 63 jours d'incubation ont montré que l'apport des BRF stimule la biomasse microbienne comparé au témoin sans amendements (6,008 g de C/g sol). Chez *G. senegalensis* cette biomasse a été d'autant plus importante que la quantité de BRF apportée était élevée (Gs*D1 = 14,89 g C/g de sol et Gs*D2 = 35,14 g C/g de sol) contrairement aux BRF de *P. reticulatum* pour lesquels il n'y a pas eu de différence significative entre les deux doses. Des résultats comparables obtenus par Aggangan et al. (1999) ont montré que l'apport de litière de *Eucalyptus globulus* avait une influence significative sur la biomasse microbienne dont l'augmentation était positivement corrélée à la quantité des apports de litière. Par ailleurs, quel que soit le type de BRF considéré, l'augmentation de la dose incorporée au sol a entraîné un accroissement de leurs teneurs en C soluble. Cette fraction labile du C organique, facilement minéralisée et fonction des quantités de matières organiques apportés, doit être facilement disponible pour stimuler des activités microbiennes comme indiquée dans les travaux de Shi & Marschner (2014). En effet, la forte corrélation existant entre le carbone soluble et le C microbien, aussi bien pour les BRF de *G. senegalensis* ($r = 0,90$; $p = 0,0008$) que pour ceux de *P. reticulatum* ($r = 0,93$; $p = 0,0002$) indique que l'abondance de la communauté microbienne est positivement corrélée à la quantité de C disponible pour satisfaire leurs besoins énergétiques (Zech et al., 1997 ; Garcia-Gil et al., 2000 ; Shi & Marschner, 2014). Ainsi, les microorganismes impliqués dans la décomposition de ces BRF consomment préférentiellement cette fraction labile de la matière organique des BRF durant les premières étapes de leur décomposition. Ces résultats corroborent ceux de Mafongoya et al. (1998) ; Ghani et al. (2003) et Shi & Marschner (2014) et mettent en exergue l'importance des apports carbonés dans le développement de la communauté microbienne hétérotrophe (Chaussod, 2001) responsable de la dégradation des matières organiques exogènes. De plus, la hausse des quantités de BRF apportées, induisant une augmentation du C soluble et microbien, dans les sols amendés avec *G.*

senegalensis s'accompagne également d'un accroissement des teneurs en N dans ces mêmes unités, contrairement à celles amendées avec du BRF de *P. reticulatum*. Ceci témoigne de l'immobilisation de N avec les BRF de *P. reticulatum*, plus riche en lignine (70,51% vs 9,14% pour *G. senegalensis*) et donc plus récalcitrant à l'action des microorganismes décomposeurs. Les résultats similaires relevés par Bending et Turner (1999) corroborent ceux obtenus avec les BRF de *G. senegalensis* dans cette étude alors que pour *P. reticulatum* il y a contradiction. Il ressort de cette étude, réalisée sur des sols ferrugineux tropicaux du Bassin arachidier, que les BRF de *G. senegalensis* et de *P. reticulatum* à la dose D2 constituent de bonnes sources

de carbone pouvant améliorer positivement les propriétés chimiques du sol. Ces BRF offrent ainsi des possibilités d'utilisation comme amendements dans la fertilisation organique des sols. Néanmoins, avec des teneurs en composés pariétaux (lignine, cellulose) plus faibles et des ratios C/N et lignine/N plus bas, les BRF de *G. senegalensis* se décomposent plus rapidement et accroissent davantage les propriétés chimiques du sol que ceux de *P. reticulatum*. Ce qui confère aux BRF de *G. senegalensis* le statut de meilleur amendement par rapport à *P. reticulatum*. Toutefois, des études devront être menées pour statuer sur les déterminants de l'immobilisation de N lors de l'incorporation au sol des BRF de *P. reticulatum*.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le West African Agriculture Productivity Program (WAAPP) de la Banque Mondiale, le Centre d'Étude Régional pour l'Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse (CERAAS/ISRA) et l'Université de Liège-Gembloux à travers les Unités de

Science du Sol, de Zootechnie et le Laboratoire d'Écologie Microbienne pour avoir mis à disposition les ressources matérielles, financières et humaines nécessaires à la mise en œuvre de cette étude.

RÉFÉRENCES

- Aggangan RT, O'connel AM, Grath JFM, Dell B, 1999. The effects of *Eucalyptus globulus* Labill, Leaf litter on C and N mineralization in soils from pasture and native forest. *Soil Biology and Biochemistry* 31: 1481-1487.
- Allison FE, 1973. *Soil Organic Matter and Its Role in Crop Production, Development in Soil Science 3*, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Netherlands. 637 pp.
- Asselineau E, and Domenech G, 2007. *De l'arbre au sol : Les bois Raméaux Fragmentés*, Rouergue (Editeur), Edition révisée, Presses de Pollina, Luçon. 190 pp.
- Ba MF, Samba SAN, Bassène E, 2014. Influence des bois raméaux fragmentés (BRF) de *Guiera senegalensis* J,F, Gmel et de *Piliostigma reticulatum* (DC) Hochst sur le productivité du mil, *Pennisetum glaucum* (L.). *International Journal of Biological and Chemistry Sciences* 8: 1039-1048.
- 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. *Cahier agriculture* 19 : 280-287.
- Bartholomew WV, 1965. Mineralization and immobilization of nitrogen in the décomposition of plant and animal residues, In *Soil Nitrogen*, Bartholomew WV, Clark FE (Editor), American Society of Agronomy Inc.; Madison. 285-308 pp.
- 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, *Canadian Journal of Soil Science* 72: 89-95.
- 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. *Canadian Journal of Soil Science* 70: 555-564.
- Beauchemin S, N'Dayegamiye A, Laverdière MR, 1992b. Phytotoxicité des matériaux ligneux frais et compostés utilisés comme amendements organiques des sols. *Canadian Journal of Soil Science* 72 : 177-181.
- Bending GD, and Turner MK, 1999. Interaction of biochemical quality and particle size of crop residues and its effect on the microbial biomass and nitrogen dynamics following incorporation into soil. *Biology and fertility of soils* 29: 319-327.
- Berg B, Wessen B, Ekbohm G, 1982. Nitrogen level and lignin decomposition in scots pine needle litter. *Oikos* 38: 291-296.
- Boli Z, and Roose E, 2000. Rôle de la jachère de courte durée dans la restauration de la productivité des

- sols dégradés par la culture continue en savane soudanienne humide du Nord-Cameroun, In: Floret C, et Pontanier R, (Editeur), La jachère en Afrique tropical, Paris, John Libbey Eurotext. 149-154 pp,
- Bremner JM, Mulvaney CS, 1982. Nitrogen-total, In Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties, A, L, Page (Editeur), American Society of Agronomy, Inc., American Science Society of America, Inc., Madison. 595-624 pp.
- Constantinides M, and Fowes JH, 1994. Nitrogen mineralization from leaves and litter of tropical plants: Relationship to nitrogen, lignin and soluble polyphenol concentrations. *Soil Biology and Biochemistry* 26: 49-55.
- Das SK, Reddy GS, Harma KL, Vittal KPR, Vankateswarlu B, Reddy MN, Reddy YVR, 1993. Prediction of nitrogen availability in soil after crop residues incorporation. *Fertiliser reseacher* 37: 209-215.
- Diallo MD, 2005. Effet de la qualité des litières de quelques espèces végétales sahéliennes sur la minéralisation de l'azote, Thèse de 3^{ème} cycle, Département de Biologie Végétale, Université Cheikh Anta Diop, 150 pp.
- FAO, CSE, 2003. L'évolution de la dégradation des terres, Projet FAO Land Degradation Assessment (LADA) : FAO, 62 pp.
- Floret C, and Pontanier R, 1993. Recherches sur la jachère en Afrique tropicale, In : Floret C, Pontanier R, Serpentié G, (Editeur), 5^{ème} édition, La jachère en Afrique tropicale, UNESCO, Paris, 11-54 pp.
- Garcia-Gil JC, Plaza C, Soler-Rovira P, Polo A, 2000. Long-term effects of municipal solid waste compost application on soil enzyme activities and microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry* 32: 1907-1913.
- Gay E, Lachance L, Lapointe RA, 1983. Emploi des bois raméaux fragmentés et de lisiers en agriculture, Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, Presse Universitaire, Département des Sciences du Bois et de la Géomatique, Université Laval, Québec, 79 pp.
- Ghani A, Dexter M, Perrott KW, 2003. Hot-water extractable carbon in soils : a sensitive measurement for determining impacts of fertilisation, grazing and cultivation, *Soil Biology and Biochemistry* 35: 1231-1243.
- 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, In Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux (ed), Département des Sciences du Bois et de la Forêt, Faculté de Foresterie et de Géomatique, Université Laval, Québec, 11 pp.
- Guay E, Lachance L, Lapointe RA, 1983. Emploi des bois raméaux fragmentés et des lisiers en agriculture, In Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux (ed), Département des Sciences du Bois et de la Forêt, Faculté de Foresterie et de Géomatique, Université Laval, Québec, 79 pp.
- Hendrickson O, 1987. Notes: Winter Branch Nutrients in Northern Conifers and Hardwoods. *Forest Science* 33: 1068-1074.
- Joergensen RG, 1995. The fumigation extraction method, In Methods in applied soil microbiology and biochemistry, Alef K, Nannipieri P, (Editeurs), Academic press, London, 382-396 pp.
- Khouma M, 2002. Rapport sur les ressources en sols du monde : Les grands types de sols au Sénégal, In 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 pp.
- 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, In Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux (ed), Département des Sciences du Bois et de la Forêt, Faculté de Foresterie et de Géomatique, Université Laval: Québec; Canada, 21pp.
- Mafongoya PL, Giller KE, Palm CA, 1998. Decomposition and nitrogen release patterns of trees prunings and litter. *Agroforestry systems* 38: 77-97.
- Maignien R, 1965. Notice Explicative : Carte pédologie du Sénégal au 1/1 000 000, ORSTOM (Éditeur), Centre de Dakar-Hann, Dakar, Sénégal, 66 pp.
- Marschner B, and Noble AD, 2000. Chemical and biological processes leading to the neutralisation of acidity in soil incubated with litter materials. *Soil Biology & Biochemistry* 32: 805-813.
- Melillo JM, Aber JD, Muratore JF, 1982. Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. *Ecology* 63: 621-626.
- Müller MM, Sundman V, Soininvaara O, Meriläinen A, 1998. Effect of chemical composition on the

- release of nitrogen from agricultural plant materials decomposing in soil under field conditions, *Biology and Fertility of Soils* 6: 78-83.
- Ndayegamiye A, and Dube A, 1986. L'effet de l'incorporation de matières ligneuses sur l'évolution des propriétés chimiques du sol et sur la croissance des plantes, *Canadian Journal of Soil Science* 66: 623-631.
- Noël B, 1997. Mémoire de l'usage du B.R.F. Le comment et le pourquoi, In Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux (ed), Département des Sciences du Bois et de la Forêt, Faculté de Foresterie et de Géomatique, Université Laval: Québec; Canada, 18 pp.
- Ölhinger R, 1995. Biomass C by fumigation-extraction technique, In: *Methods in soil biology*, Schinner, Ölhinger, Kandeler, Margesin (Editeurs), 56-58 pp.
- PNAE, 2005. Plan National d'Action pour l'Environnement, Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature, République du Sénégal, 123 pp.
- Shi A, and Marschner P, 2014. Soil respiration and microbial biomass after residue addition are influenced by the extent by which water-extractable organic C was removed from the residues. *European Journal of Soil Biology* 63: 28-32.
- Soumaré MD, Mkeni PNS, Khouma M, 2002. Effects of *Casuarina equisetifolia* composted litter and ramial-wood chips on tomato growth and soil properties in Niayes, Senegal. *Biological Agriculture and Horticulture* 20 : 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. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 64: 1-26.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA, 1991. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science* 74: 3583-3597.
- Zech W, Senesi N, Guggenberger G, Kaiser K, Lehmann J, Miano TM, Schroth G, 1997. Factors controlling humification and mineralisation of soil organic matter in the tropics. *Geoderma* 79 : 117-161.