



## Contribution des espèces végétales cultivées et de *Panicum maximum* à la stabilité structurale du sol de la concession de l'IFA-Yangambi à Kisangani

⊗ Liotho J<sup>1\*</sup>, ⊗ Kombele F<sup>2</sup> & ⊗ Alongo S<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi, Laboratoire d'agroécologie et ingénierie de l'environnement

<sup>2</sup>Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi, Laboratoire de gestion durable du sol

\* Correspondance: [jliotho.ifa@laecolie.org](mailto:jliotho.ifa@laecolie.org)

Copyright © 2022 Liotho et al. Open Access Article under [License CC BY-NC-4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Received: 01 Octobre 2021

Accepted: 13 mai 2022

Published: 25 juillet 2022

### RESUME

La présence de la plante améliore la stabilité structurale du sol et son infiltrabilité via les résidus végétaux et l'activité racinaire. Cette étude a été réalisée dans l'objectif d'évaluer le potentiel d'amélioration de la stabilité structurale du sol par quatre espèces végétales cultivées (bananier, canne à sucre, manioc, sorgho) en comparaison avec l'espèce *Panicum maximum* en jachère. Les mesures de la stabilité des agrégats à sec par la méthode Youker et McGuinness et la stabilité à l'eau par la méthode Kemper et Rosenau, ont été effectuées sur des échantillons prélevés dans les couches 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 et 40-50 cm de profondeur. L'étude des résultats a permis de constater une amélioration de la résistance des agrégats à l'éclatement à sec sous toutes les espèces végétales cultivées par rapport à l'espèce *Panicum maximum*. Toutefois, la culture de canne à sucre améliore significativement ( $p < 0,001$ ) la stabilité structurale du sol à sec par rapport aux autres espèces végétales étudiées mais très instable vis-à-vis de l'eau. Par ailleurs, toutes les espèces étudiées améliorent à moins de 20 % la stabilité des agrégats à l'eau bien que la culture de sorgho montre une amélioration significative ( $p < 0,001$ ) de l'aptitude des agrégats du sol à résister à l'action désagrégante de l'eau dans la couche 0-10 cm en comparaison avec les autres cultures. Ces résultats prouvent que les sols du site expérimental de l'IFA-Yangambi à Kisangani sont très sensibles aux épisodes pluvieux et par voie de conséquence à l'érosion hydrique.

**Mots-clés :** Stabilité, structure, sol, *Panicum maximum*, IFA-Yangambi, Kisangani.

### ABSTRACT

#### Contribution of cultivated plant species and *Panicum maximum* to the structural stability of the soil of the IFA-Yangambi concession in Kisangani

The presence of a plant improves soil structural stability and infiltrability via plant residues and root activity. This study was carried out to assess the potential for improving soil structural stability by four cultivated plant species (banana, sugarcane, cassava, sorghum) in comparison with the fallow species *Panicum maximum*. Measurements of dry aggregate stability using the Youker and McGuinness method and wet aggregate stability using the Kemper and Rosenau method were carried out on samples taken from the 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 and 40-50 cm depth layers. The results showed an improvement in the resistance of aggregates to dry shattering under all plant species grown compared to *Panicum maximum*. However, the sugarcane crop significantly ( $p < 0.001$ ) improved the structural stability of the soil in the dry condition compared to the other plant species studied but was very unstable towards water. On the other hand, all the species studied improve the stability of aggregates to water to less than 20% although the sorghum crop shows a significant improvement ( $p < 0.001$ ) in the ability of soil aggregates to resist the disintegrating action of water in the 0-10 cm layer compared to the other crops. These results prove that the soils of the IFA-Yangambi experimental site in Kisangani are very sensitive to rainfall events and consequently to water erosion.

**Keys words:** Stability, structure, soil, *Panicum maximum*, IFA-Yangambi, Kisangani

## 1. INTRODUCTION

La stabilité de la structure est l'aptitude des agrégats du sol à résister à l'action désagrégante de l'eau lors d'épisodes pluvieux. C'est un bon indicateur de la sensibilité des sols à la battance et à l'érosion hydrique (Le Bissonnais et al., 2002), et une composante reconnue de la qualité du sol car elle influence ses propriétés physiques clés (aération, circulation de l'eau, perméabilité, érodabilité), chimiques (échanges ioniques, séquestration du carbone) et biologiques (activités des microorganismes, croissance racinaire) (Roose, 1994 ; Amezketta, 1999). En ce sens, plus la stabilité structurale est importante, moins le sol est sensible à la battance, plus son infiltrabilité sera conservée dans le temps et moins il sera facile à éroder. La stabilité structurale est influencée par des facteurs intrinsèques et extrinsèques au sol. Les facteurs intrinsèques sont les constituants du sol (tels qu'argile, limon, sable, matières organiques, oxyhydroxydes de fer et d'aluminium et carbonates), et certaines caractéristiques chimiques (tels que force ionique et pH) (Leguédois et Le Bissonnais, 2003).

Le climat est un agent extrinsèque essentiel : la pluie, la durée et l'intensité de périodes antérieures sèches ou humides affectent fortement la stabilité structurale, notamment parce qu'elles modifient l'intensité de l'éclatement et du gonflement des argiles (Le Bissonnais et al., 2007). En cuvette centrale congolaise, le phénomène de dégradation de sols est amplifié du fait de l'inadéquation entre les pratiques agricoles utilisées par rapport aux aptitudes culturales des sols (Alongo et al., 2013). En outre, beaucoup de chercheurs pensent que cette dégradation rapide des sols tropicaux provient de l'absence de prise en compte des contraintes physiques des sols lors de mise en culture d'une part, et d'autre part, de l'agressivité des pluies tropicales, laquelle peut provoquer des taux d'érosion impressionnants, dès que le sol est labouré et dénudé (1 à 700 t/ha/an pour des pentes de 1 à 25 %) (Roose, 1994). La restauration de la productivité des terres agricoles requière la parfaite maîtrise de l'érosion par des techniques classiques de conservation des sols.

La formation d'agrégats est un processus combiné des facteurs biologiques (racines, faune, microbes, champignons) et abiotiques (taille et valence des cations, texture, minéralogie des argiles). Les différents organismes vivant dans le sol (végétaux, animaux et microorganismes) contribuent à l'établissement de la structure stable (Lynch et Bragg, 1985, Oades, 1993). En ce sens, la stabilité structurale d'un sol et sa résistance à l'érosion sont plus importantes en présence de végétation par rapport à un sol nu (Rose, 1994, Cerda, 1998). Pour cela, l'équation universelle des pertes en terre (USLE) intègre dans sa formule un facteur « végétation ». En effet, d'une part la végétation atténue l'intensité des gouttes de pluie et leur impact sur l'éclatement des agrégats grâce à sa partie aérienne et d'autre part elle améliore la stabilité structurale du sol et son infiltrabilité via les résidus végétaux et l'activité racinaire (Styczen et Morgan, 1995 ; Gyssels et al., 2005).

Les racines des plantes agissent sur la stabilité des agrégats (i) par leur action mécanique, en ressemblant les particules minérales, (ii) par la quantité et la nature de leurs exsudats racinaires ; par l'intermédiaire de la microflore rhizosphérique (iv) par la déposition de racines mortes et (v) par la modification de l'état hydrique du sol (Tisdall et Oades, 1982 ; Morel et al., 1991). Cependant, la mise en culture continue et le travail excessif de sols de la station expérimentale de l'IFA Yangambi à Kisangani peut s'accompagner d'une décroissance de la stabilité des agrégats (Doran et Parkin, 1994) par une perte de porosité, de perméabilité, par une prise en masse, un état de dispersion, et par la formation d'une croûte de battance à la surface du sol (Boiffin, 1984 ; Le Bissonnais, 1988 ; Le Bissonnais, 1990). Après 3 à 5 ans, en fonction de la texture du sol et de l'agressivité des pluies, le rendement des cultures diminue, tandis que le sol perd 50 % de son humus (Roose, 1981). Il suffit de faire un constant pendant 3 ans sur les sols sableux comme ceux en étude et 15 ans sur les sols argileux pour constater une profonde dégradation des propriétés physiques, chimiques et biologiques des horizons labourés (Siband, 1974; Pieri, 1989 ; Feller, 1995).

La présente étude postule l'hypothèse de la dégradation physique des sols du site expérimental de l'IFA Yangambi à Kisangani consécutive à la mise en culture continue et au travail excessif du sol. Pour ce faire, l'étude évalue le potentiel d'amélioration ou de dégradation de la stabilité structurale du sol par quatre espèces végétales cultivées (bananier, canne à sucre, manioc, sorgho) en comparaison à une espèce non cultivée en jachère (*Panicum maximum*) dans la station expérimentale de l'IFA-Yangambi à Kisangani.

## 2. MATERIEL ET METHODES

### 2.1. Description de la zone d'étude

La présente étude a été menée dans le site expérimental de l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi à Kisangani entre 0°45' latitude Nord, 24°29' longitude Est et à 500 m d'altitude. Le climat du site appartient au type Af de la classification de Köppen, caractérisé par une température moyenne annuelle oscillant entre 24,6 °C (Bernard, 1945). Les précipitations sont abondantes, mais non uniformément réparties pendant l'année. La pluviométrie annuelle varie entre 1735,5 mm et 1835 mm avec des moyennes de 152 jours de pluies par an, février est le mois le plus sec de l'année tandis qu'octobre est le plus pluvieux. L'humidité relative moyenne de la région de Kisangani est très élevée toute l'année et oscille autour d'une moyenne annuelle de 83,7%. (Alongo et al., 2004).

Les sols étudiés dérivent des dépôts éoliens, ils sont sablo-argileux et généralement acides (Sys et al., 1961). C'est un ferralsol pauvre en éléments minéraux assimilables mais riche en oxyde libre de fer et d'aluminium, profond et présentant un profil complètement développé. Ils sont pauvres en bases et sont lessivés à cause de la décomposition rapide de la

matière organique, la fraction argileuse étant dominée par la kaolinite de néoformation (Van Wambeke, 1995).

La végétation originelle de Kisangani fut une forêt ombrophile sempervirente, cependant, on y trouve plusieurs formations végétales d'origine anthropique sous forme d'une mosaïque paysagère constituée des recrus forestiers, des forêts secondaires jeunes, les forêts secondaires vieilles en interaction avec la végétations non modifiées (forêt dense). La végétation du site d'étude est essentiellement dominée par les espèces végétales telles que *Panicum maximum*, *Panicum vulgare*, *Pueraria javanica*, *Cynodon dactylon*, *Digitaria eriantha*, *Sida acuta*, etc.

## 2.2. Echantillonnage du sol

Les échantillons utilisés provenaient de cinq sites constitués des champs de bananier, de canne à sucre, de manioc, de sorgho et d'une jachère largement dominée par l'espèce *Panicum maximum*. Sur chaque site, six fosses d'échantillonnage de 0,8 m x 0,6 m x 0,5 m ont été creusées dans les champs de cultures de bananier, de canne à sucre, de manioc, de sorgho et dans la jachère à *Panicum maximum* pris comme témoin, soit trente fosses au total. Six échantillons non remaniés de sol ont été prélevés au niveau de chaque couche habituellement travaillée par les instruments de culture et sous influence directe des plantes cultivées, soit 0-10 cm, 10-20, 20-30 cm, 30-40 et 40-50 cm de profondeur sous les quatre cultures et la jachère à *Panicum maximum* à l'aide d'un couteau de prospecteur.

## 2.3. Mesure de la stabilité structurale du sol

La stabilité structurale à sec a été évaluée par la méthode de tamisage à sec (Youker et McGuinness, 1956). Une prise de sol (30 g), séchée à l'air libre, est mise dans une colonne de tamis de mailles 2,5 ; 2 ; 0,25 ; 0,105 ; 0,1 et 0,05 mm, animée d'un mouvement à 1440 vibrations/minute pendant 5 minutes. Le refus de chaque tamis est pesé (Wi en g). L'indice de stabilité à sec est défini par le diamètre moyen pondéral « DMP » calculé à partir de la formule suivante :

$$DMP = \sum Xi.Wp$$

Avec Xi = diamètre moyen de deux classes de tamis successifs et Wp = (masse des agrégats correspondant à chaque classe Wi) / 150 g.

La stabilité structurale à l'eau est déterminée par la méthode Kemper et Rosenau (1986). Quatre grammes de la fraction (1-2 mm) obtenus lors du tamisage à sec (stabilité à sec) sont déposés dans un tamis (70 µm) animé d'un mouvement alternatif et plongé dans un gobelet contenant 100 ml d'eau distillée pendant 3 minutes. Les agrégats instables à l'eau se trouvent en suspension dans le gobelet, leur masse est pesée après séchage à l'étuve pendant 24 heures. La masse pesée correspond à la masse des agrégats instables à l'eau (MAI en g). Le tamis contenant les agrégats restants, les débris

de végétaux et les particules de sable est animé à nouveau d'un mouvement alternatif vertical dans un gobelet contenant 100 ml d'une solution d'Hexaméthaphosphate de sodium (2 g/l) jusqu'à dispersion complète (30 minutes environ). Les particules en suspension dans la solution correspondent aux agrégats stables à l'eau et leur masse (MAS) est déterminée après passage à l'étude pendant 24 heures à 105 °C. La masse du sable retenue dans le tamis est soustraite de la masse totale (4 g). Connaissant la masse des agrégats stables et les agrégats instables à l'eau, on définit l'indice (IS) à l'eau comme suit :

$$IS = [MAS/(MAS+MAI-MC)]*100$$

Avec MAS = masse des agrégats stables à l'eau (g) ; MAI = masse des agrégats instables à l'eau (g) et MC : masse de l'Hexaméthaphosphate de sodium utilisé (g).

## 2.4. Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel Statistica 6.0. L'analyse de la variance a été utilisée pour trouver l'effet significatif des espèces cultivées et non cultivées sur la stabilité structurale du sol. Le test de Tukey a été utilisé pour différencier les traitements à 5% après transformation préalable des données. Les calculs des coefficients de variations ont permis d'apprécier les variations verticales de la stabilité structurale au sein des profils étudiés.

## 3. RESULTATS

### 3.1. Stabilité structurale à sec

Il ressort des différents résultats présentés dans le tableau 1 qu'en général, les cultures étudiées assurent une bonne structure conservatrice des sols par rapport à l'espèce témoin *Panicum maximum*. Les cultures de canne à sucre et manioc améliorent de façon significative ( $p < 0,001$ ) la résistance des agrégats à l'éclatement à sec dans les deux couches de surface (0-10 cm) et (10-20 cm) en comparaison avec les cultures de bananier, sorgho et l'espèce *Panicum maximum*. De même, dans la couche 40-50 cm, l'indice de stabilité à sec (DMP) est significativement plus élevé ( $p < 0,01$ ) sous la culture de canne à sucre que sous les autres plantes cultivées étudiées.

Dans les cinq couches étudiées, les sols sous la culture de bananier incluant la jachère à *Panicum maximum* présentent des indices (DMP) statistiquement comparables et faibles par rapport aux sols sous les trois autres espèces végétales cultivées ( $p < 0,01$ ). Les effets les plus distincts de l'influence des cultures en étude sur la stabilité de la structure à sec sont observés dans la couche 30-40 cm où la culture de canne à sucre assure une bonne amélioration de la résistance des agrégats à l'éclatement avec une meilleure valeur de stabilité à sec (0,813), alors que la culture de bananier montre un indice faible (0,551) dans la même couche, les autres espèces végétales présentent des indices de stabilité intermédiaires.

La comparaison moyenne des résultats à l'aide de test d'ANOVA après transformation des données a indiqué d'une façon globale des différences très hautement significatives ( $p < 0,001$ ) entre les quatre cultures et l'espèce *Panicum maximum* par rapport à leurs effets sur la stabilité structurale à sec pour l'ensemble des couches étudiées.

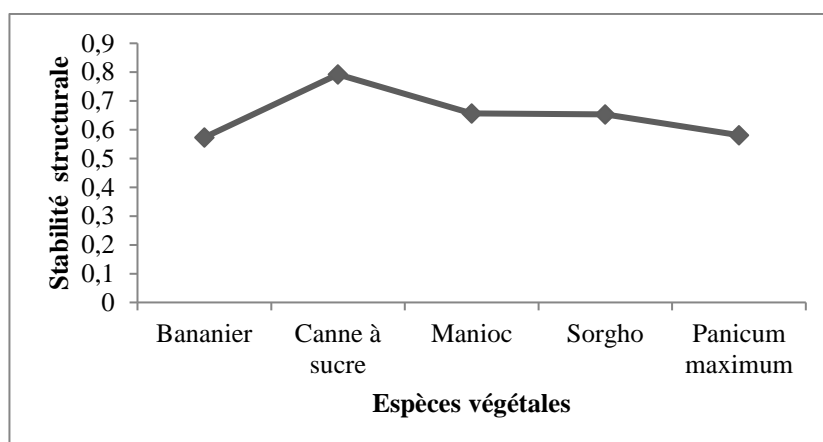
Pour les couches 0-10 et 10-20 cm, la comparaison des valeurs moyennes permet de distinguer trois groupes statistiquement différents appartenant respectivement : (1) cultures de canne à sucre + manioc, (2) culture de sorgho et (3) bananier + *Panicum maximum*. En revanche, pour les couches 30-40 et 40-50 cm, le test de Tukey indique qu'il existe une différence très hautement significative ( $p < 0,001$ ) entre la culture de canne à sucre

et les autres cultures ainsi que l'espèce *Panicum maximum*, très significative ( $p < 0,01$ ) entre les cultures de manioc + sorgho et la culture de bananier + *Panicum maximum*. Ces résultats renseignent qu'à long-terme, toutes les espèces végétales étudiées peuvent améliorer la stabilité à sec de ce sol. Toutefois, la culture de canne à sucre apparaît significativement la meilleure espèce cultivée sur l'amélioration de la stabilité des agrégats à sec due sans doute à son système racinaire qui compacte moins le sol. Enfin, on observe dans le tableau 1 ci-dessous que la stabilité structurale (DMP) des cinq couches étudiées est homogène pour l'ensemble des espèces végétales ( $CV < 30\%$ ) et la variation verticale moyenne des valeurs enregistrées est bien illustrée par les éléments de la figure 1.

**Tableau 1.** Effets des espèces végétales cultivées et non cultivée sur la stabilité structurale.  
(Table 1. Effects of cultivated and uncultivated plant species on structural stability).

Couche du sol	Espèces végétales				
	Bananier	Canne à sucre	Manioc	Sorgho	<i>Panicum maximum</i>
0 – 10	0,568a	0,785b	0,729b	0,666c	0,581a
10 – 20	0,598a	0,819b	0,758b	0,642c	0,575a
20 – 30	0,574a	0,751b	0,577a	0,636c	0,565a
30 – 40	0,551a	0,813b	0,614c	0,678c	0,591a
40 – 50	0,576a	0,793b	0,601c	0,645c	0,595a
<b>Moyenne</b>	<b>0,573</b>	<b>0,792</b>	<b>0,656</b>	<b>0,653</b>	<b>0,581</b>
<b>Ecart-type</b>	<b>±0,017</b>	<b>±0,027</b>	<b>±0,082</b>	<b>±0,018</b>	<b>±0,012</b>
<b>CV (%)</b>	<b>2,94</b>	<b>3,39</b>	<b>12,47</b>		<b>2,08</b>

Pour une même ligne, les valeurs moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes à  $p = 0,05$  (Test de Tukey).



**Figure 1.** Variation verticale de la stabilité structurale moyenne à sec des sols entre 0 – 50 cm de profondeur sous la culture de bananier, canne à sucre, manioc, sorgho et *Panicum maximum* dans le site expérimental de l'IFA-Yangambi à Kisangani, en R.D. Congo. (Figure 1. Vertical variation of average dry soil structural stability between 0 - 50 cm depth under banana, sugarcane, cassava, sorghum and *Panicum maximum* in the IFA-Yangambi experimental site in Kisangani, DRC).

### 3.2. Stabilité structurale à l'eau

Les résultats des mesures de la stabilité structurale à l'eau sont consignés dans le tableau 2, leurs variations verticales dans le profil étant mieux illustrée par la figure 2. D'après le tableau 2 ci-dessous, les sols échantillonnés présentent généralement une cohésion faible, le taux d'agrégats stables à l'eau est partout inférieur à 20 % quelle que soit la couche du sol considérée. Ces résultats suggèrent d'emblée que les sols du site expérimental de l'IFA-Yangambi à Kisangani sont moins résistants aux aléas pluvieux et de ce fait très sensible à l'érosion hydrique.

La culture de sorgho a montré un taux d'agrégats moyen le plus élevé (7,6 %), les cultures de bananier, de manioc et Panicum maximum présente des indices intermédiaires (3,5 à 5,3 %) et la culture de canne à sucre, l'indice le plus bas avec 2,7 % (tableau 2). Dans la couche 10-20 cm, les valeurs trouvées du taux d'agrégats stables à l'eau sous Panicum maximum et la culture de sorgho sont statistiquement comparables et significativement élevées ( $p < 0,01$ ) que les autres espèces végétales cultivées. Pour la couche de 20 à 30 cm, la culture de canne à sucre présente les indices les plus faibles, alors que les cultures de manioc et sorgho y compris l'espèce Panicum maximum présentent des indices de stabilité à l'eau plus ou moins similaires.

L'analyse statistique indique qu'il existe des différences significatives de la stabilité à l'eau des sols étudiés sous différentes espèces végétales. Le test de comparaison multiple permet de dégager deux groupes statistiquement différents pour les couches 0-10, 10-20 et 20-30 cm de

profondeur (tableau 2). Malgré ces différences statistiques, les espèces végétales présentent un potentiel d'amélioration de la stabilité à l'eau faible due probablement aux faibles taux de matières organiques associés à ces sols. En outre, un travail du sol excessif diminue la stabilité de la structure, de même qu'une hydratation trop brutale des agrégats, suivie d'une dessiccation rapide. La destruction de la structure ou la désagrégation se produit par une perte de porosité, de perméabilité, par une prise en masse, un état de dispersion, et par la formation d'une croûte de battance à la surface du sol.

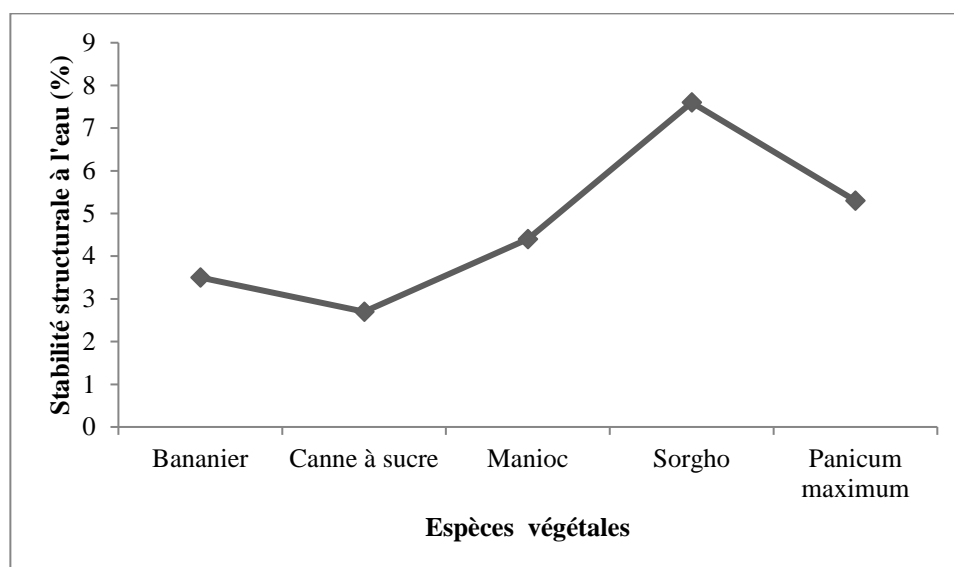
Enfin, l'instabilité des agrégats vis-à-vis de l'eau est causée par la désagrégation mécanique due à l'énergie cinétique d'eau, par le gonflement-retrait des argiles et des matières organiques qui entraînent une microfissuration et lors de l'humectation rapide par le piégeage d'air dans les pores (éclatement). Ainsi, plusieurs propriétés physiques contribuent à la stabilité des agrégats, qui est une propriété intégrative : la cohésion interparticulaire, l'hydrophobie et le système poral.

La variation verticale du taux d'agrégats stables à l'eau dans les sols sous les cultures de canne à sucre, sorgho et Panicum maximum est très hétérogène ( $CV > 30\%$ ), alors qu'elle demeure relativement homogène sous les cultures de bananier et de manioc. La faible résistance des agrégats vis-à-vis de l'eau dans les cinq couches étudiées pour toutes les espèces végétales est bien illustrée par figure 2.

**Tableau 2. Effets des espèces végétales cultivées et non cultivées sur la stabilité structurale à l'eau.**

Couche du sol	Espèces végétales				
	Bananier	Canne à sucre	Manioc	Sorgho	<i>Panicum maximum</i>
0 – 10	4,8a	4,9a	6,0a	17,6b	5,6a
10 – 20	4,3a	2,6a	4,3a	7,1b	8,2b
20 – 30	3,7a	2,1a	5,3b	5,4b	5,3b
30 – 40	2,0nd	2,6nd	3,1nd	4,8nd	3,7nd
40 – 50	3,1nd	1,5nd	3,1nd	3,1nd	3,7nd
<b>Moyenne</b>	<b>3,5</b>	<b>2,7</b>	<b>4,4</b>	<b>7,6</b>	<b>5,3</b>
<b>Ecart-type</b>	<b>±0,011</b>	<b>±0,013</b>	<b>±0,013</b>	<b>±0,058</b>	<b>±0,019</b>
<b>CV (%)</b>	<b>29,86</b>	<b>46,12</b>	<b>29,88</b>	<b>75,58</b>	<b>35,22</b>

Pour une même ligne, les valeurs moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes à  $p = 0,05$  (Test de Tukey), nd : non déterminé



**Figure 2.** Variation verticale de la stabilité structurale moyenne à l'eau des sols entre 0 – 50 cm de profondeur sous la culture de bananier, canne à sucre, manioc, sorgho et *Panicum maximum* dans le site expérimental de l'IFA-Yangambi à Kisangani, en R.D. Congo. (Figure 2. Vertical variation of the average structural stability to water of soils between 0 - 50 cm depth under banana, sugarcane, cassava, sorghum and *Panicum maximum* in the experimental site of IFA-Yangambi in Kisangani, D.R. Congo).

#### 4. DISCUSSION

Les valeurs de stabilité structurale à sec évaluée par la technique Youker et McGuinness sont plus ou moins acceptables et sont déterminantes pour la valeur du DMP moyen. C'est le test le plus drastique qui discrimine le mieux l'effet des espèces végétales, distinguant les 3 groupes suivants : bananier + *Panicum maximum* / *Panicum maximum* + sorgho + manioc / canne à sucre. Tous les groupes ont un potentiel d'amélioration de la cohésion des agrégats à sec lors d'une agression extérieure. En effet, de nombreux travaux de recherche conduits dans des écosystèmes très contrastés sur des modes différenciés de gestion des sols montrent que, aussi bien sous climat tempéré que tropical et subtropical, les systèmes de culture ont un impact sur les qualités des sols (Séguy et Bouzinac, 1999 ; Bayer *et al.*, 2000).

Par ailleurs, les sols échantillonnés dans cette étude sont très instables vis-à-vis de l'eau (tableau 2), tous les sols étudiés présentent l'indice de stabilité (IS) ou le taux d'agrégats stables à l'eau inférieur à 20 %. Ceci peut s'expliquer par le faible taux de matière organique des sols de la concession expérimentale de l'IFA Yangambi à Kisangani. Ces résultats sont soutenus par la littérature qui signale que, la stabilité structurale à l'aide du test à l'eau, déterminée par la méthode de Kemper et Rosenau (1986), est très souvent, positivement corrélée avec le pourcentage d'argile et de matière organique.

Dans une étude antérieure, Ilonga et al. (2014) ont trouvé que l'indice de stabilité structurale (Is) était positivement et significativement corrélée à la matière organique du sol. Mais ils ont aussi signalé que Is discriminait mieux que DMP dans les milieux tels que la forêt dense, la zone de lisière et la jachère herbeuse. En outre, leurs résultats ont montré que les 2 indices de stabilité étaient

positivement et significativement corrélés entre eux au seuil de probabilité de 10%.

Ainsi, l'apport de matière organique devrait permettre une amélioration de la stabilité de ces sols soumis à la mise en culture et travail excessifs. En effet, la matière organique protège les agrégats contre l'éclatement au moment de l'humectation (Saidi *et al.*, 1999).

La stabilité structurale décroît globalement avec la profondeur, cependant, la couche 0 – 20 cm marque une légère augmentation des stabilités moyennes sous toutes les espèces végétales. Il semblerait que la culture de canne à sucre permet l'établissement des stabilités structurales à sec les plus fortes mais très instables à l'eau. Par ailleurs, la culture de sorgho et le *Panicum maximum* ont tendance à améliorer la stabilité des agrégats vis-à-vis de l'eau alors que la culture de bananier, canne à sucre et manioc présentent des valeurs plus faibles de l'indice de la stabilité structurale à l'eau (tableau 2). Les deux premiers peuvent à long terme protéger le sol contre la dégradation physique ; qu'elle se fasse par désagrégation mécanique, par éclatement, ou par gonflement (El-Brahli *et al.*, 1997 ; Mrabet, 2001). Ceci peut s'expliquer par les conditions d'exploitation et le système racinaire de ces espèces qui sont différentes.

En outre, la culture de sorgho étant envahie par les mauvaises herbes permet d'avoir une structuration du sol conservative, et permettant également une accumulation de matière organique en retardant sa dégradation, ce qui accroît la stabilité structurale à l'eau. Les restitutions de cations et en particulier des alcalino-terreux flocculants (Ca et Mg), par la décomposition des litières et par l'enracinement abondant, contribuent à accroître la stabilité structurale. Sous la culture de bananier, manioc et canne à sucre, la stabilité structurale diminue vers la

surface et les couches de profondeur (20-50 cm) en raison de la teneur en matière organique relativement faible, de sa dégradation rapide, et de la lixiviation des cations polyvalents dans cette partie du sol fréquemment mise à nu (Haynes et Swift, 1990 ; Amézketa, 1999).

## 5. CONCLUSION

Les résultats de cette étude attestent que les espèces végétales étudiées ont des effets qui permettent de reconstituer la stabilité structurale à sec des sols de la concession expérimentale de l'IFA-Yangambi à Kisangani. Pour cela, la culture de canne à sucre participe significativement à la construction d'une bonne structure avec le temps, qui est fortement souhaitable pour soutenir la productivité agricole et pour préserver la qualité environnementale. Par ailleurs, les sols du site expérimental de l'IFA-Yangambi à Kisangani, sont très instables vis-à-vis de l'eau et par voie de conséquence, à l'érosion hydrique. Toutefois, on a noté une bonne évolution de la stabilité des agrégats à l'eau sous la culture de sorgho 8 mois après plantation en fonction des couches des sols étudiés. De ce qui précède, les résultats permettent de conclure que le choix du système de culture est déterminant dans la genèse de la structure du sol. Plus le système est intensifié, plus le sol a une bonne stabilité structurale à sec. Cependant, dans le site expérimental de l'IFA-Yangambi à Kisangani, la pratique de jachère devient de plus en plus nécessaire pour réussir à la régénération de la fertilité du sol. Ainsi, il faut obligatoirement choisir un système de culture qui intègre la jachère.

## Remerciements

Les auteurs remercient l'IFA-Yangambi et plus particulièrement les collègues de laboratoire d'agroécologie et ingénierie de l'environnement pour leur collaboration.

## REFERENCES

Alongo, L., (2004). Détermination de propriétés hydriques des quelques sols de Kisangani. Mémoire inédit, IFA-Yangambi.

Alongo S., Visser M., Drouet T., Kombele F., Colinet G. (2013). Effet de la fragmentation des forêts par l'agriculture itinérante sur la dégradation de quelques propriétés physiques d'un ferralsol échantillonné à Yangambi, Tropicultura.

Amézketa, E. (1999). Soil aggregate stability : a review. *Journal of Sustainable Agriculture* 14 : 83-151.

Barthès, B. et Roose, E. (2001). La stabilité de l'agrégation, un indicateur de la sensibilité des sols au ruissellement et à l'érosion : validation à plusieurs échelles. *Cath. Agric.* 10, 185-193.

Bayer C., Meilniczuk J., Amado T.J.C., Martin-Neto L., and Fernandes S.V. (2000). Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol effected by tillage and cropping systems in southern Brazil. *Soil & Tillage Res.* 54 : 101-109.

Bernard, E. (1945). Le climat écologique de la cuvette équatoriale congolaise. Yangambi, publication INEAC, Hors série, p.18.

Boiffin, J. (1984). La dégradation structurale des couches superficielles du sol sous l'action des pluies. Thèse de docteur – ingénieur. INAPG, 320 p.

Cerda, A. (1998). Soil Aggregate Stability under Different Mediterranean Vegetation Types. *Catena*, 32, 73-86.

Doran, J.W. and Parkin and T.B. (1994). Defining and Assessing Soil Quality. In : Doran, J.W., Coleman, D.C., Bezdicek, D.F. and Stewart, B.A., Eds., *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*, Soil Science Society of America Journal, Madison, 3-21.

El-Brahli A., Bouzza A. et Mrabet R. (1997). Stratégies de lutte contre les mauvaises herbes dans plusieurs rotations céréalières en conditions de labour et de non-labour. Rapport d'activité 96-97. INRA Centre Aridoculture Settati, Maroc.

Feller, C. (1995). La matière organique dans les sols tropicaux à argile 2/1. Thèse doct. d'État, université de Strasbourg, Orstom, 393 p.

Gyssels G, Poesen J. and Bochet E. (2005). Impact of plant roots on the resistance of soils to erosion by water : a review.

Haynes, R.J. and Swift R.S. (1990). Stability of soil aggregates in relation to Organic constituents and soil water content. *Journal of Soil Sciences*, 41, 73-83.

Ilonga, B.B., Risasi, E.R. et Kombele, B.F. (2014). Contribution de la matière organique et de l'argile à la stabilité structurale du sol en condition de la fragmentation forestière à Yangambi, RD Congo. *Revue CRIDUPN* n° 059b, juin 2014.

Kemper, W.D. and Rosenau R.C. (1986). Aggregate stability and size distribution. In : A. Klute (ed.). *Methods of Soil Analysis : Part 1, Physical and Mineralogical Methods*. American Society of Agronomy Monograph, 2nd ed. Madison, Wisconsin, pp. 425-442.

- Le Bissonnais Y. (1988). Analyse des mécanismes de désagrégation et de la mobilisation des particules de terres sous l'action des pluies. Thèse de Doctorat, Univ. d'Orléans, 225p.
- Le Bissonnais, Y. (1990). Experimental study and modeling of soil surface crusting processes. In : Catena supplement 17 : soil Erosion Experiments and models. R.B. Bryan (Ed), 13-28.
- Le Bissonnais Y., Montier C., Jamagne M., Daroussin J. and King D. (2002). Mapping erosion risk for cultivated soil in France. *Catena*, 46, pp. 207-220.
- LeBissonnais Y., De Noni G., Blavet D., Laurent J., Asseline J. and Chenu C. (2007). Erodibility of Mediterranean vineyard soils : relevant aggregate stability methods and significant soil variables. *European Journal of Soil Science*, 58, pp. 188-195.
- Leguédou, S. and Le Bissonnais, Y. (2003). Size fractions resulting from an aggregate stability test, interrill detachment and transport. *Earth Surface Processes and Landform*. Accepted pour publication
- Lynch J. and Bragg E. (1985). Microorganisms and soil aggregate stability advances in *Soil Science*, 2, pp. 133-171.
- Morel J.L., Habib L., Plantureux S., Gukert A.(1991). Influence of maize root micilage on soil aggregate stability. *Plant and Soil*, 136, pp. 111-119.
- Mrabet, R. (2001). No-tillage Farming : Renewing Harmony between Soils and Crops in Semiarid Morocco. In *Proceedings Third International Conference on Land Degradation (ICLD3) and Meeting of the IUSS Subcommision C – Soil and Water Conservation*. Rio de Janerio, Brazil, September 17-21, 2001.
- Pieri, C. (1989). Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricole au Sud du Sahara. Paris, Cirad Montpellier, Agridoc-International, 444 p.
- Roose, É. (1981). Dynamique actuelle des sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique occidentale. Paris, Orstom, coll. Trav. et Doc., 130, 566 p.
- Roose, É. (1994). Introduction à la gestion conservatoire de l'eau et des sols (GCES). *Bull. FAO des Sols*, 70, Rome, 420 p.
- Saidi D., Douaoui A., Le Bissonnais Y. et Walter C. (1999). Sensibilité de la surface des sols des plaines du Chélif à la dégradation structurale. *Etude et Gestion des Sols* ; 6 : 15-25.
- Séguy, L. & Bouzinac S. (1999). Cultiver durablement et proprement les sols de la planète, en semis direct. CIRAD-CA/GEC, 47p.
- Siband, P. (1974). Évolution des caractères et de la fertilité d'un sol rouge de Casamance. *L'Agronomie Tropicale*, 29 (12) : 1228-1248.
- Styczen, M. and Morgan R.(1995). Engineering properties of vegetation. In Morgan R.P.C., Rickson R.J. (Eds), *Slope stabilization and erosion control: A bioengineering approach*. E&F.N. Spon, London, pp.5-58.
- Sys C., Van Wambeke A., Frankart R., Gilson P., Pecrot A., Berce J.M. et Jamagne M. (1961). La cartographie des sols au Congo : ses principes et ses méthodes. Bruxelles : Publ. INEAC., série scient. n° 66, 141p.
- Tisdall, J.M. and Oades, J.M. (1982). Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science*, 33, pp. 141-163
- Van Wambeke et Liben.(1957). Carte des sols et de la végétation du Congo-Belge et du Ruanda-Urundi, INEAC, Bruxelles.
- Van Wambeke, A.(1995). Les sols des tropiques : propriétés et appréciation. CTA & Huy Trop asbl. 335p. WRB, 2009
- Youker, R.E. and McGuinness, J.L.(1956). A short method of obtaining mean weight-diameter values of aggregate analysis of soils. *Soil Sci*. 83 : 291-294.