

# QUALITE ET VITESSE DE DECOMPOSITION DES LITIÈRES DES PRINCIPAUX ARBUSTES NATIFS DE LA SAVANE HUMIDE AU CENTRE DE LA CÔTE D'IVOIRE

L. N. KONAN<sup>1</sup>, D. J. A. N'GUESSAN<sup>1</sup>, A. W. KONE<sup>1</sup>, G. R. YAPO<sup>1</sup>, S. N. SALL<sup>2</sup>, E. HIEN<sup>3</sup>, A. YAO-KOUMAME<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Unité de Recherche Gestion Durable des Sols, UFR Sciences de la Nature, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

<sup>2</sup>Laboratoire des Sciences Biologiques, Agronomiques, Alimentaires et de Modélisation des Systèmes Complexes (LaBAAM), UFR S2ATA, Université Gaston Berger, BP234 Saint-Louis, Sénégal

<sup>3</sup>UFR Sciences de la Vie et de la Terre, Université Ouaga I Pr Joseph Ki Zerbo, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso

<sup>4</sup>UFR Sciences de la Terre et des Ressources Minières (STRM), Département de Pédologie et Aménagement du Sol, Université Felix Houphouët-Boigny, 22 BP 562 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

Auteur correspondant : [nguessanlouiskonan@yahoo.fr](mailto:nguessanlouiskonan@yahoo.fr) ; Tel : (+225) 07 57 36 73 87

## RESUME

Cette étude a été conduite en zone de savane humide de Côte d'Ivoire pour évaluer la qualité et la vitesse de décomposition des litières de feuilles de trois espèces d'arbustes dominantes: *Crossopteryx febrifuga*, *Terminalia schimperiana* et *Piliostigma thonningii* et la contribution des termites dans ce processus. La vitesse de décomposition a été suivie pendant six mois dans des sachets (Litterbags) puis le coefficient de décomposition  $k$  a été déterminé. La contribution des termites a été estimée à travers la quantité de sol « termitique » déposée sur les sachets. Les résultats montrent que les teneurs des litières en C, N, K et Mg étaient plus élevées avec *C. febrifuga* qu'avec *P. thonningii* et *T. schimperiana* respectivement. Le rapport N/P suivait exactement la même tendance. La teneur en P n'a pas varié significativement avec les espèces. Les rapports C/N et C/P n'ont pas non plus varié significativement. La concentration de Ca des litières était plus élevée avec *P. thonningii*. La densité surfacique des litières (caractéristique physique) était plus élevée avec *P. thonningii* qu'avec les autres espèces. La décomposition des litières de *T. schimperiana* (0,64 mois<sup>-1</sup>) était plus rapide que celles de *C. febrifuga* (0,52 mois<sup>-1</sup>) et de *P. thonningii* (0,39 mois<sup>-1</sup>). L'activité des termites était plus importante sous les litières les plus denses (*P. thonningii*). L'espèce *C. febrifuga* est apparue comme ayant le meilleur potentiel d'amélioration de la fertilité du sol.

**Mots clés** : Décomposition des litières, Fertilité des sols, *Crossopteryx febrifuga*, *Piliostigma thonningii*, *Terminalia schimperiana*, Termites

## ABSTRACT

### QUALITY AND DECOMPOSITION RATE OF NATIVE SHRUB SPECIES' LEAF LITTERS IN A WET SAVANNA IN CENTRAL CÔTE D'IVOIRE

This study was conducted in Central Côte d'Ivoire, aimed to assess the quality and rate of decomposition of the dominant native shrub species' leaf litters, namely *Crossopteryx febrifuga*, *Terminalia schimperiana* and *Piliostigma thonningii* and the termite's contribution in this process. Investigations took place in the Lamto Natural Reserve, including five replicate trees per species. Leaf litters were left to decompose in litterbags for six months and then, the decomposition coefficient ( $k$ ) was determined. The termites' contribution to decomposition was estimated by the amount of soil they deposited on the litterbags. Results showed that higher leaf litter C, N, K and Mg concentrations were associated with *C. febrifuga* compared to *P. thonningii* and *T. schimperiana*, respectively. The N/P ratio followed the same order. Litter P, C/N and C/P ratios did not varied across species. Higher litter Ca was observed with *P. thonningii*. Litter surface area was higher with *P. thonningii* compared to the other two species while decomposition was faster with *T. schimperiana* ( $k = 0.64 \text{ month}^{-1}$ ) followed by *C. febrifuga*

( $k = 0.52 \text{ month}^{-1}$ ) and *P. thonningii* ( $0.39 \text{ months}^{-1}$ ). The contribution of the termites to decomposition were found to be greater on high surface area-leaf litters, supposedly more ligneous (*P. thonningii*). These results suggest that *C. febrifuga* holds a greater ability to improve soil fertility.

**Keywords:** Leaf litter decomposition, Soil fertility, *Crossopteryx febrifuga*, *Piliostigma thonningii*, *Terminalia schimperiana*, *Termite*

## INTRODUCTION

En Afrique de l'ouest, particulièrement dans la zone de contact forêt-savane, les sols présentent un faible niveau de fertilité en raison des faibles teneurs et de la faible capacité d'absorption des argiles qu'ils contiennent (kaolinite et illites), (Riou, 1974 ; Oorts *et al.*, 2003, Koné *et al.* 2020). En Côte d'Ivoire comme dans d'autres pays de la sous-région, cette faiblesse est entretenue par la pratique de l'agriculture sur brûlis avec des conséquences sur les rendements des cultures vivrières et la biodiversité (N'Dri *et al.*, 2019). Afin d'améliorer le niveau de fertilité de ces sols, la promotion de systèmes agroforestiers (SAF) à base d'arbustes natifs pourrait être prometteuse. En effets, ces systèmes permettent de stocker du carbone dans la biomasse ligneuse et dans le sol à travers des entrées plus importantes de résidus végétaux (Cardinael, 2014 ; Rajab *et al.*, 2016 ; Blaser *et al.*, 2017 ; Asigbaase *et al.*, 2021). Toutefois, l'adoption de SAF sera facilitée si des effets bénéfiques de ces arbustes sont observés sur la fertilité du sol et sur les rendements des cultures. Dès lors, il apparaît urgent d'étudier les potentialités agronomiques de ces arbustes.

La décomposition est un processus à travers lequel la production primaire retourne au sol sous forme de matière organique (Fontes *et al.*, 2014). Elle exerce un contrôle sur le cycle du carbone (Canadell *et al.*, 2007) et la disponibilité des nutriments, et donc sur la croissance des plantes et la structure des communautés vivant dans cet écosystème (Wardle, 2002 ; Delgado-Baquerizo *et al.*, 2016). Ce processus qui revêt une importance capitale dans le fonctionnement des agroécosystèmes (Cadish et Giller, 1997) se déroule à des rythmes différents, selon les caractéristiques physiques, chimiques et biochimiques des résidus végétaux (Tchichelle *et al.*, 2017 ; Chae *et al.*, 2019), mais aussi selon les conditions biophysiques du milieu, dont l'activité biologique du sol (Karberg *et al.*, 2008 ; Kazakou, 2009 ; Gessner *et al.*, 2010 ; Sarvade *et al.*, 2014). De toutes les caractéristiques chimiques et biochimiques, les concentrations en carbone (C), azote (N) et en phosphore (P), en lignine, en cellulose ainsi que les rapports

C/N, C/P et N/P comptent parmi celles qui déterminent le plus la vitesse de décomposition des litières (Tchichelle *et al.*, 2017 ; Chae *et al.*, 2019 ; Koné et Yao, 2021). Elle est d'autant plus rapide que le rapport C/N des litières est bas ou le rapport N/P est élevé. Les litières à C/N < 25 sont dites de bonne qualité (facilité de décomposition), celles de C/N > 25, de moyenne à mauvaise qualité (décomposition lente) (Kuo et Jellum, 2000). Certaines caractéristiques physiques aussi déterminantes sont la dureté (Graça *et al.*, 2005), qui peut être liée à la masse surfacique des feuilles (Cornwell *et al.*, 2008), l'épaisseur et la rigidité qui est due à une teneur élevée en fibres, notamment la lignine. En zones tropicales, les termites sont très actifs dans le processus de décomposition de par leur grande consommation de résidus végétaux (Dosso *et al.*, 2017).

Les espèces d'arbustes *Crossopteryx febrifuga* (G. Don.) Benth (Rubiaceae), *Terminalia schimperiana* Hochst. (Combretaceae) et *Piliostigma thonningii* (Schum.) Milne-Redh, (Fabaceae) sont répandues dans les zones de savane humide d'Afrique, qui s'étendent de l'Ouest au Centre du continent. Elles sont bien connues localement pour divers services qu'elles rendent aux populations : bois de chauffe, tuteurage des cultures, utilisation médicinale, etc. (Orwa *et al.*, 2009). Cependant, à ce jour, aucune étude n'a examiné la qualité et la décomposition des litières de ces arbustes ni leurs effets sur la fertilité du sol et les rendements des cultures vivrières dans ces zones alors que ces connaissances devraient contribuer à la promotion de ces arbustes auprès des agriculteurs.

L'objectif de cette étude était d'évaluer la vitesse de décomposition des litières de feuilles de trois espèces d'arbustes dominantes de la savane de Lamto que sont *C. febrifuga*, *T. schimperiana* et *P. thonningii*, et la contribution des termites dans ce processus. Les objectifs spécifiques sont les suivants : (i) identifier lesquels des paramètres physiques et chimiques influencent le plus la décomposition des litières de feuilles et (ii) déterminer si la contribution des termites dans la décomposition des litières est influencée par les caractéristiques physiques (notamment la densité surfacique) des litières.

## MATERIEL ET METHODES

### MILIEU D'ETUDE

L'étude s'est déroulée dans le Centre de la Côte d'Ivoire, précisément à la pointe du « V Baoulé », dans la réserve de Lamto (6° 13 et 6° 15 N, 4° 06 et 5° 03 O) située à 160 km au nord d'Abidjan, dans le département de Taabo, région administrative de l'Agneby-Tiassa (Figure 1). Le climat est de type tropical humide et se situe entre le régime équatorial à quatre saisons et le régime tropical à deux saisons. Les précipitations totales annuelles sont en moyenne de 1200 mm ; les températures sont élevées et relativement constantes tout au long de l'année, avec une moyenne mensuelle de

28,6 °C (Tiemoko *et al.*, 2020). La végétation est une mosaïque de forêt et de savane. La savane représente 80 % du couvert végétal et est caractérisée par une association d'Andropogoneae (*Andropogon* spp et *Hyparrhenia* spp), de *Borassus aethiopum* Mart. et d'arbustes tels que, par ordre d'abondance, *P. thonningii* (22,6 %), *Bridelia ferruginea* (18,8 %), *Annona senegalensis* (18,6 %), *C. febrifuga* (18,4 %) et *T. schimperiana* (6,62 %) (Soro *et al.*, 2018). Les sols sont majoritairement des Ferralsols moyennement désaturés reposant sur du matériel d'origine granitique. Les couches supérieures sont généralement de texture sableuse (60 à 80 %), la teneur du sol en carbone organique est faible en savane (~10 g C kg<sup>-1</sup>) et moyenne en forêt (~20 g C kg<sup>-1</sup>) (Koné *et al.*, 2020).

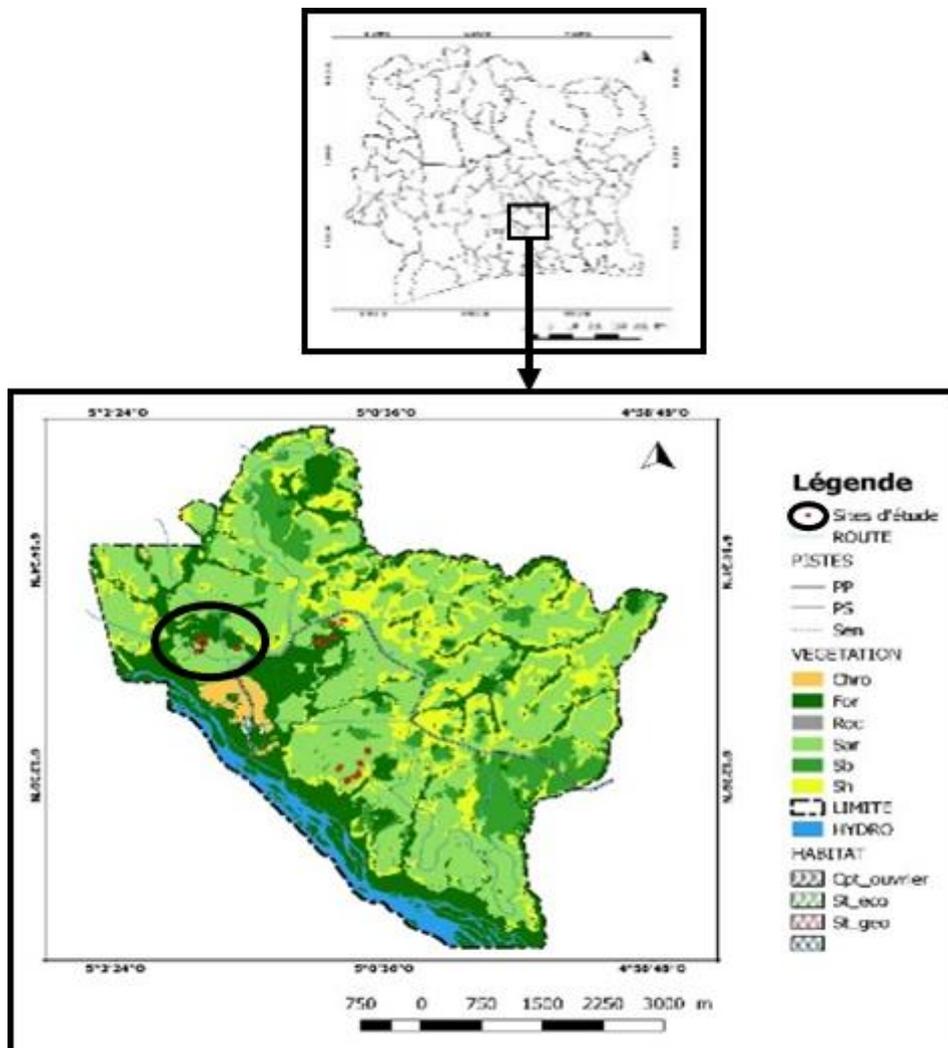


Figure 1 : Carte de la situation géographique du milieu d'étude.

*Geographic situation of the study area.*

## CHOIX ET DESCRIPTION DES ESPECES D'ARBUSTES

Les critères ayant guidé le choix des espèces d'arbustes sont la représentativité et la taille. Les espèces retenues étaient les suivantes, avec une brève description (Orwa et al., 2009). *P. thonningii* (4 à 15 m de hauteur, enracinement profond), *T. schimperiana* (10 à 20 m de haut, croissance assez rapide) et *C. febrifuga* (1,8 à 15 m de haut, avec des branchettes en couronne arrondie et pendantes).

## DISPOSITIF EXPERIMENTAL

L'étude a été menée de mai à novembre 2018 (6 mois) pendant la saison des pluies. Cinq parcelles de 2500 m<sup>2</sup> ont été délimitées, puis 1 arbuste de chaque espèce a été choisi par parcelle, soit au total 5 individus par espèce, distants d'au moins 10 m les uns des autres. Les paramètres étudiés étaient : les teneurs en carbone et en nutriments (N, P, K, Ca et Mg) de la litière et leur vitesse de décomposition, la densité ou masse surfacique des feuilles et l'activité des termites à travers la masse des structures biogéniques laissées par ces derniers.

## CARACTERISATION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES LITIERES DE FEUILLE

Les teneurs des litières en C et en N ont été déterminées par combustion sèche de 4 mg de litière broyée et tamisée à < 0,1 mm, à l'aide d'un autoanalyseur CHN (EA1112 Thermo Finnigan Series, France). Le pH du sol a été déterminé uniquement dans l'eau en utilisant une électrode en verre, dans un rapport sol/eau de 1/2,5. Le phosphore (P) a été déterminé après extraction par attaque nitro-perchlorique, suivie de lecture au colorimètre de la solution colorée au bleu de molybdène. Les bases totales ont été extraites à l'aide de l'acétate d'ammonium tamponné à pH = 7 et dosées au spectrophotomètre d'absorption atomique.

En plus des paramètres chimiques, un paramètre physique, la densité surfacique ou masse surfacique des litières de feuille a été mesurée. Elle a été évaluée pour chacun des 15 arbustes impliqués dans l'étude en prélevant un morceau de dimensions 8 cm x 4 cm au niveau de la partie médiane d'une feuille et en le pesant ensuite sur une balance de précision 0,001g. La densité surfacique (mg/cm<sup>2</sup>) a été calculée en faisant le rapport de la masse d'un morceau de feuille (mg) sur sa surface (cm<sup>2</sup>).

## ETUDE DE LA VITESSE DE DECOMPOSITION DES LITIERES

La vitesse de décomposition a été évaluée par la méthode des sachets de litière « litterbags ». Les feuilles nouvellement tombées ont été collectées pendant la grande saison sèche de l'année 2017, lorsque les chutes étaient abondantes. Elles ont ensuite été séchées à l'étuve à 60°C pendant 24h puis conservées dans des sachets plastiques jusqu'à utilisation. Pour chaque arbuste, 6 sachets de nylon (25 cm x 25 cm de dimensions et 2 mm de maille) contenant 10 g de litière de feuilles ont été apprêtés, soit 30 sachets par espèce et 90 sachets pour toute l'expérimentation. Ces sachets ont ensuite été déposés sous les arbustes respectifs, à la surface du sol. Le suivi étant prévu pour une durée de 6 mois, les 6 sachets apprêtés par individu correspondent à 6 dates de retrait espacé d'un mois.

Une fois retiré du terrain, chacun des sachets de litière était directement mis dans un sachet en plastique pour éviter la perte des particules de terre qui y étaient attachées. Au laboratoire, les sachets de litière en décomposition ont été séchés à l'étuve à 60°C pendant 24 heures. Les particules de sol ont ensuite été soigneusement séparées des résidus de litière et pesées. La masse de sol attaché aux sachets, correspondant majoritairement à des structures biogéniques des termites (plaquages et galeries), a été estimée au fil des retraits de sachets. Elle traduisait le niveau d'activité des termites au cours de la décomposition des litières de feuilles. Les restes de litière ont également été pesés afin de faire la différence entre la masse initiale et la masse restante de litière. L'évolution de la masse a été ajustée au modèle exponentiel simple pour la détermination du coefficient de décomposition k (Olson, 1963). L'équation correspondante est:

$$X_t/X_0 = e^{-kt}$$

k est le coefficient de décomposition, un estimateur de la vitesse de décomposition, X<sub>0</sub> est la masse initiale de litière et X<sub>t</sub>, la masse de litière restante au temps t.

## ANALYSES STATISTIQUES

Les moyennes des paramètres étudiés ont été comparées à l'aide du test d'ANOVA à un facteur après vérification de l'homogénéité des variances au moyen du test de Bartlett. Lorsque les différences entre les espèces étaient significatives, le test post Anova de Tukey a été

utilisé pour séparer les moyennes. Les régressions linéaires simples ont été réalisées pour explorer les liens entre les caractéristiques des litières et la vitesse de décomposition, puis entre la densité surfacique des litières de feuille et la masse de sol termitique. Les différences étaient considérées significatives lorsque  $p < 5\%$ . Les tests statistiques ont été réalisés avec la version 3.1.1 du logiciel R (R Core Team, 2014 ; <http://www.r-project.org/>).

## RESULTATS

### CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES LITIÈRES

Les teneurs en N et Mg ainsi que le rapport N/P

des litières de feuilles étaient significativement plus élevés avec *C. febrifuga* qu'avec les deux autres espèces. La teneur en carbone des litières de feuilles était sensiblement plus élevée ( $p < 0,1$ ) avec *C. febrifuga*, suivie de *P. thonningii* et plus faible avec *T. schimperiana*. La densité surfacique des litières était, elle aussi, sensiblement plus élevée ( $p < 0,1$ ) pour *P. thonningii* comparée aux deux autres espèces. La teneur en K était significativement plus élevée avec *C. febrifuga* et *P. thonningii* qu'avec *T. schimperiana*. La teneur en Ca était significativement plus élevée avec *P. thonningii* qu'avec les deux autres espèces. La teneur des litières en P et les rapports C/N et C/P n'ont pas montré de variation significative entre les espèces (Tableau 1).

**Tableau 1 :** Caractéristiques des litières (moyenne  $\pm$  erreur standard) des trois espèces d'arbustes étudiées, le p (Anova) et le F (Anova).

*Litter characteristics (mean  $\pm$  standard error) of the three species of shrubs.*

Espèces d'arbustes	<i>C. febrifuga</i>	<i>P. thonningii</i>	<i>T. schimperiana</i>	p	F
Densité de la litière (mg/cm <sup>2</sup> )	12,68 $\pm$ 0,87 <sup>a</sup>	14,37 $\pm$ 1,12 <sup>a</sup>	12,59 $\pm$ 0,62 <sup>a</sup>	0,088	2,98
C (% de litière)	45,85 $\pm$ 1,22 <sup>a</sup>	44,71 $\pm$ 0,78 <sup>a</sup>	41,14 $\pm$ 1,69 <sup>a</sup>	0,058	3,64
N (% de litière)	0,86 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup>	0,73 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	0,67 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	0,003	9,49
P (% de litière)	0,14 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,16 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,15 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,2	1,85
K (% de litière)	0,48 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup>	0,45 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	0,35 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	0,005	8,6
Ca (% de litière)	2,06 $\pm$ 0,21 <sup>a</sup>	2,17 $\pm$ 0,40 <sup>b</sup>	1,16 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>	0,047	3,96
Mg (% de litière)	0,57 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	0,44 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	0,43 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	< 0,001	19,22
C/N	53,98 $\pm$ 3,65 <sup>a</sup>	63,02 $\pm$ 4,32 <sup>a</sup>	62,45 $\pm$ 4,21 <sup>a</sup>	0,252	1,55
C/P	337,47 $\pm$ 28,30 <sup>a</sup>	279,1 $\pm$ 11 <sup>a</sup>	275,63 $\pm$ 6,04 <sup>a</sup>	0,14	3,84
N/P	6,25 $\pm$ 0,28 <sup>b</sup>	4,49 $\pm$ 0,25 <sup>a</sup>	4,49 $\pm$ 0,31 <sup>a</sup>	< 0,001	13,04

\* Sur une ligne, les valeurs suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de 0,05 ( $P < 0,05$ ) selon le test d'ANOVA.

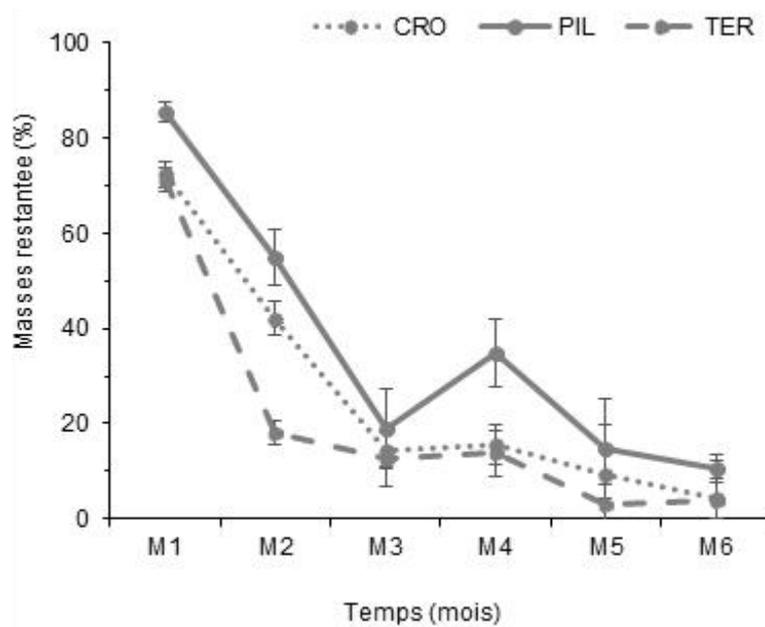
*On the same line, the values followed by the same letters are not significantly different at the threshold of 0.05 ( $P < 0.05$ ) according to the ANOVA test.*

### VITESSE DE DECOMPOSITION DES LITIÈRES

#### Masse restante de litière

La masse restante de la litière au bout de 6 mois de décomposition n'a pas varié significativement entre les espèces. Il restait 10,68 %, 4,28 % et 4 % de litière,

respectivement, pour *P. thonningii*, *C. febrifuga* et *T. schimperiana*. Elle s'est généralement déroulée en deux phases principales : la première s'étalant sur les trois premiers mois et au cours de laquelle la décomposition était rapide (80 % de la masse initiale a disparu pour toutes les espèces) et la seconde, caractérisée par une décomposition relativement lente, sur les trois derniers mois (Figure 2).



**Figure 2** : Evolution de la masse des litières au cours du temps selon les espèces.

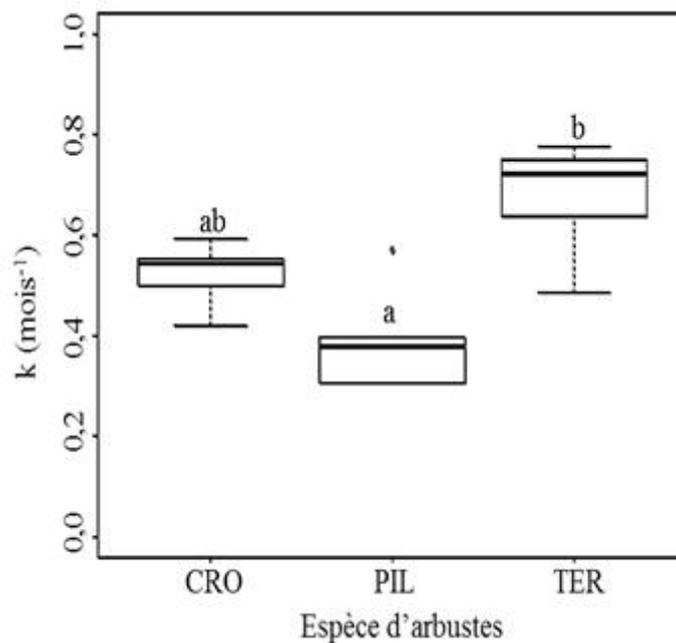
*Litter mass evolution during the time according to species.*

TER = *T. schimperiana*, PIL = *P. thonningii*, et CRO = *C. febrifuga*

### Vitesse de décomposition

La cinétique de décomposition différait d'une espèce à l'autre, telle que reflétée par la variation significative du coefficient de décomposition ( $k$ ) entre les espèces ( $p = 0,002$ ). Le coefficient de décomposition des litières de *T. schimperiana*

( $0,64 \pm 0,1 \text{ mois}^{-1}$ ) était significativement plus élevé que celui des litières de *P. thonningii* ( $0,39 \pm 0,08 \text{ mois}^{-1}$ ). Le coefficient de décomposition des litières de *C. febrifuga* ( $0,52 \pm 0,05 \text{ mois}^{-1}$ ) était intermédiaire des deux autres et ne leur était pas significativement différents (Figure 3).



**Figure 3** : Coefficients de décomposition ( $k$ ) des litières en fonction des espèces d'arbustes.

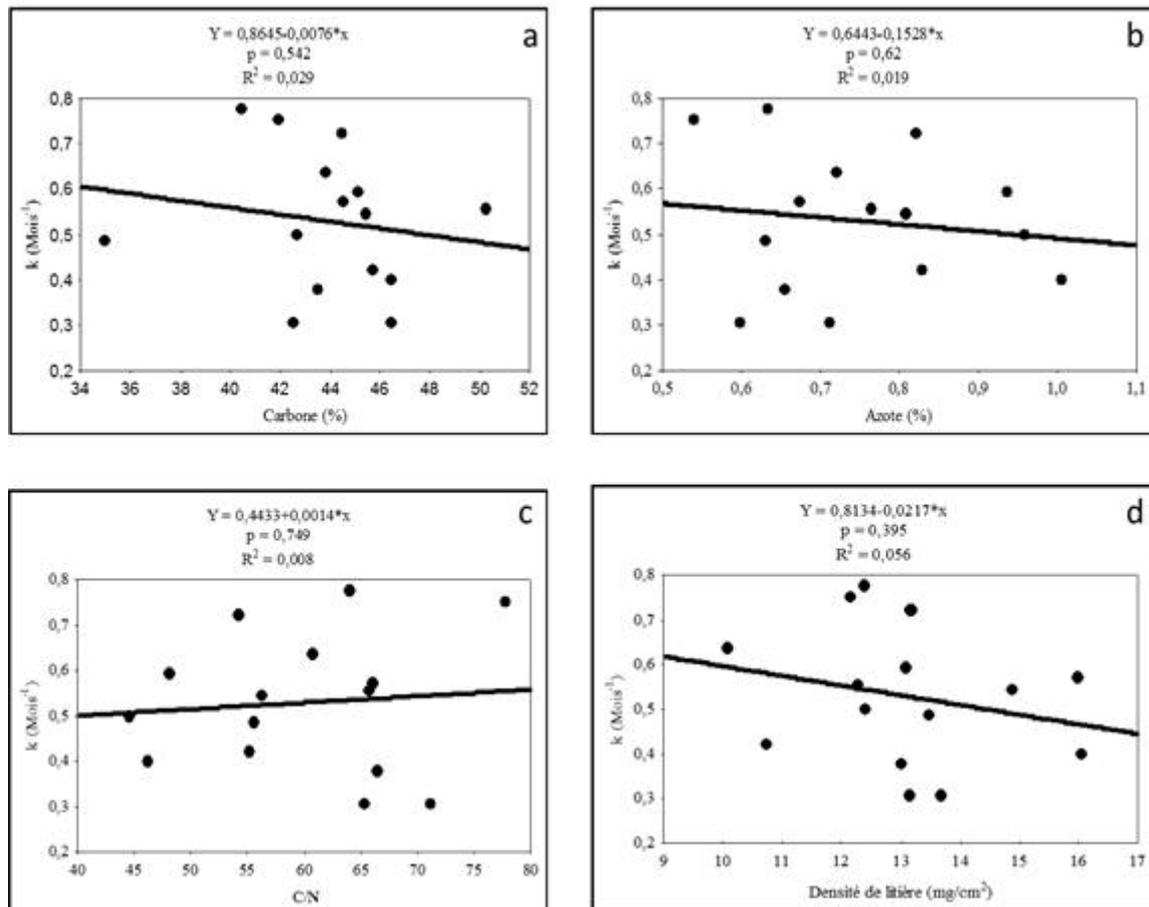
Decomposition rate ( $k$ ) of the litters according to the shrubs species.

TER = *T. schimperiana*, PIL = *P. thonningii*, et CRO = *C. febrifuga*

### Régression entre les caractéristiques des litières et le coefficient de décomposition $k$

Les tests de régression simple effectués entre

les caractéristiques des litières et la vitesse de décomposition ( $k$ ) n'ont montré aucun lien significatif (Figure 4).

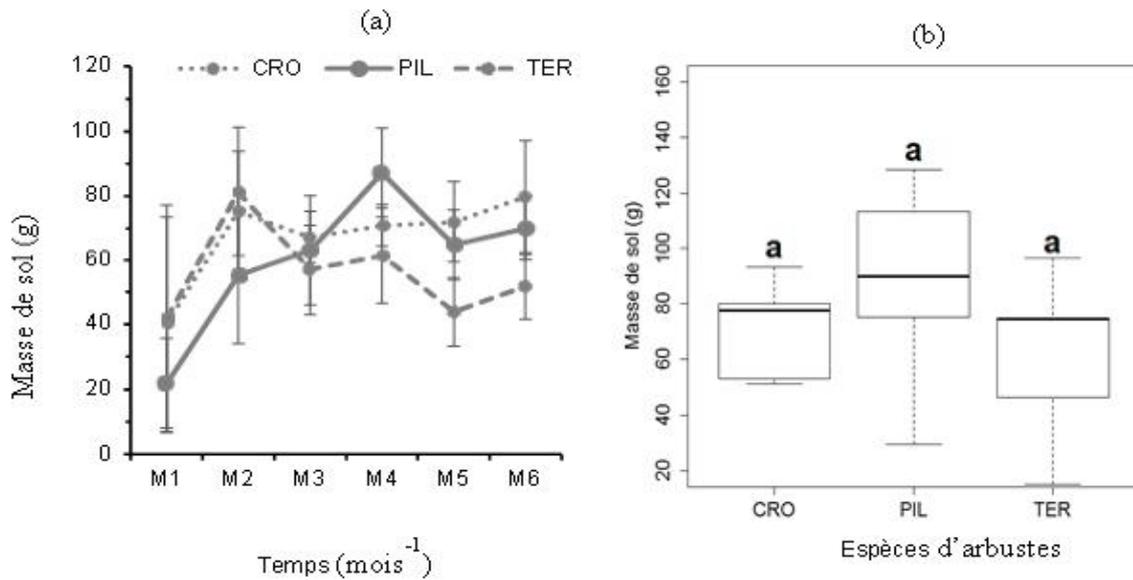
**Figure 4** : Courbes de régression du coefficient de décomposition  $k$  en fonction des caractéristiques de la litière.

Regressions between decomposition rate and litter characteristics.

### Masse de sol déposé sur les sachets par les termites

La masse de sol déposé sur les sachets par les termites a suivi une dynamique similaire mais inverse de celle de la perte de masse de litière en décomposition, dans le temps et selon les types de litière (Figure 5a). Elle tendait à être plus élevée sur les litières présentant les densités surfaciques les plus élevées, supposant

plus ligneuses, c'est-à-dire celles de *P. thonningii*. Cependant, cette masse n'a pas montré de différences significatives entre les espèces d'arbustes considérées (Figure 5b). Le dépôt de ce sol a eu lieu en deux phases. Une phase d'augmentation rapide pendant les deux premiers mois, et une phase de faible augmentation au cours des quatre derniers mois, avec les trois espèces.



**Figure 5 :** Evolution de la masse de sol déposée par les termites au cours du temps (a) et masse cumulée de sol « termitique » (b).

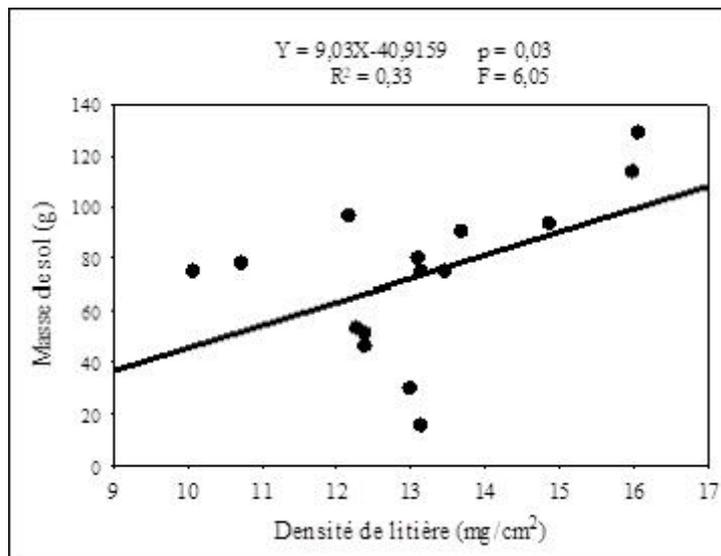
*Evolution of the mass of termites deposited soil during the time (a) and cumulative mass of «termite» soil (b).*

TER = *T. schimperiana*, PIL = *P. thoningii*, CRO = *C. febrifuga* et M = Mois = month

### Influence de la densité surfacique sur la masse de sol lié à l'activité des termites

significativement influencée par la densité surfacique des litières de feuilles ( $p = 0,03$ ). Elle augmentait avec l'augmentation de la densité des feuilles (Figure 6).

La masse de sol termitique est apparue



**Figure 6 :** Courbe de régression de la masse de sol déposée par les termites en fonction de la densité de la litière.

*Regressions between termites deposited soil and litter density.*

## DISCUSSION

Cette étude a montré que les litières des différentes espèces d'arbustes étudiés sont de qualité différente, celles de *C. febrifuga* étant les plus riches en azote, celles de *T. schimperiana* les plus pauvres en carbone et celles de *P. thonningii* étant les plus dures. Si l'azote favorise la décomposition, le carbone et la rigidité (ou récalcitrance) des litières la ralentissent (Chae *et al.*, 2019; Sauvadet *et al.*, 2020). Quoique les régressions effectuées dans cette étude n'aient pas montré une influence significative des paramètres physiques et chimiques des litières sur la vitesse de décomposition  $k$ , cette dernière s'est avérée significativement plus élevée avec les litières de *T. schimperiana* qu'avec celles de *P. thonningii* et dans une moindre mesure, celles de *C. febrifuga*. En outre, les valeurs de  $k$  (*T. schimperiana* > *C. febrifuga* > *P. thonningii*) se rangeaient parfaitement dans l'ordre inverse de celui de la densité surfacique des litières (*T. schimperiana* < *C. febrifuga* < *P. thonningii*), ce qui suggère que la densité surfacique des litières (qui pourrait refléter leur récalcitrance) avait une influence plus forte sur la vitesse de décomposition ( $R^2 = 0,06$ ) que les caractéristiques chimiques des litières ( $0,01 < R^2 < 0,03$ ), soit une influence 2 à 6 fois plus forte de la densité surfacique. Cette observation rejoint celle faite par Sauvadet *et al.* (2020) sur des litières d'espèces d'arbres non légumineuses dans un système agroforestier à base de cacaoyers au Cameroun et par Chae *et al.* (2019) dans des plantations de conifères, en Corée du Sud.

La décomposition des litières de feuilles s'est généralement déroulée en deux principales phases : une phase de décomposition rapide (trois premiers mois) et une deuxième phase au cours de laquelle la décomposition était relativement lente, en concordance avec la description faite par Berg et McClaugherty (2008). Selon ces auteurs, la première phase (rapide) correspond à la décomposition de composés solubles (sucres, protéines...), de la cellulose et de l'hémicellulose solubles non lignifiées (Heim et Frey, 2004). La deuxième phase (lente), serait caractérisée par la dégradation des tissus lignifiés qui demandent plus de temps, car plus difficiles à dégrader. La masse de litière restante à la fin de l'étude n'a pas significativement varié entre les espèces

d'arbustes, probablement parce que le délai de 6 mois était suffisamment long pour que les litières des trois espèces se soient presque complètement décomposées.

La récalcitrance des litières, exprimée par la densité surfacique, s'est avérée influencer significativement le niveau d'activité des termites. En effet, la masse de sol termitique était relativement plus élevée sur les sachets de litière de *P. thonningii*, qui se décomposaient plus lentement. Dans les écosystèmes de savanes, les termites semblent avoir une contribution plus importante dans la décomposition des litières. Ils peuvent en consommer jusqu'à 6 à 7 t ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>, soit 50 % du matériel végétal tombé au sol ; les *Macrotermitinae* aussi appelés « termites champignonnistes », plus abondants dans les zones de savane, sont même capables de recycler près de 95 % de la production annuelle de litière (Collins, 1981). Lors des retraits des sachets à litière, les termites étaient en effet observés en grand nombre dans les sachets ; certains sachets de litière ont même été vidés de leur contenu dès le premier mois de décomposition. L'intensité de l'activité des termites est d'autant plus grande dans cette savane que les feux de brousse y sont récurrents, réduisant la disponibilité des litières, leur ressource nutritive. Cette ressource était encore plus rare pendant la période de l'étude, qui s'est déroulée quelques mois après le passage du feu annuel. Dosso *et al.* (2017) ont également montré que la décomposition des résidus végétaux dans la savane de Lamto était en partie liée à l'intensité de leur récolte par les termites. Cela pourrait expliquer le fait qu'au cours de la présente étude, 80 % de la masse initiale de litière ait été dégradée durant la première phase dite rapide, et ce, pour toutes les trois espèces.

## CONCLUSION

Il ressort de cette étude que la masse de litière restante à la fin des expérimentations n'a pas varié de manière significative entre les trois espèces. La vitesse de décomposition des litières de *T. schimperiana* était plus élevée que celle des deux autres espèces, notamment *P. thonningii* où la différence est significative. Par ailleurs, elle a semblé beaucoup plus influencée par la densité surfacique des litières (caractéristique physique) que par leurs

caractéristiques chimiques. Enfin, l'activité termitique de décomposition est apparue plus prononcée sur les litières de *P. thonnngii* qui affichaient la densité surfacique la plus élevée, donc vraisemblablement plus ligneuses. L'espèce *C. febrifuga* est apparue comme ayant le meilleur potentiel d'amélioration de la fertilité du sol.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions WARA (West African Research Association), le CORAF/WECARD à travers le projet "Sustainable soil-water-nutrient management under increasing climatic change and variability" et le réseau CaSA (Carbone des Sols pour une agriculture durable en Afrique) pour leur contribution financière à la réalisation de cette étude.

## REFERENCES

- Asigbaase M., Dawoe E., Lomax B.H. et Sjogersten S. 2021. Biomass and carbon stocks of organic and conventional cocoa agroforests, Ghana. *Agric. Ecosyst. Environ.* 306 (2021): 107192.
- Berg B. et McClaugherty C. 2008. *Plant Litter: Decomposition, Humus Formation, Carbon Sequestration.* (3<sup>e</sup> éd.). Springer-Verlag: Berlin Heidelberg Germany, 279 p.
- Blaser W.J., Oppong J., Yeboah E. et Six J. 2017. Shade trees have limited benefits for soil fertility in cocoa agroforests. *Agric. Ecosyst. Environ.* 243 (2017): 83–91.
- Cadish G. et Giller K.E. 1997. *Driven by Nature: Plant litter quality and decomposition.* Wallingford: CAB Int. 432 p.
- Canadell J.G., Le Quere C., Raupach M.R., Field C.B., Buitenhuis E.T., Ciais P., Conway T.J., Gillett N.P., Houghton R.A. et Marlandi G. 2007. Contributions to accelerating atmospheric CO<sub>2</sub> growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 104 (47): 18866–18870.
- Cardinael R., Chevallier T., Barthès B., Dupraz C. et Chenu C. 2014. Impact de l'agroforesterie sur le stock de carbone organique du sol sous climat méditerranéen. 12. Journées d'Etude des Sols (JES), Le Bourget du lac, France. hal-01268709, 184-185.
- Chae H.M., Choi S.H., Lee S.H., Cha S., Yang K.C. et Shim J.K. 2019. Effect of litter quality on needle decomposition for four pine species in Korea. *Forests.* 10 (5): 371.
- Collins N.M. 1981. The role of termites in the decomposition of wood and leaf litter in southern guinea savanna of Nigeria. *Oecologia* 51: 389-399.
- Cornwell W.K., Cornelissen J.H.C., Amatangelo K., Dorrepaal E., Eviner V.T., Godoy O., Hobbie S.E., Hoorens B., Kurokawa H., Pérez-Harguindeguy N., Quested H.M., Santiago L.S., Wardle D.A., Wright I.J., Aerts R., Allison S., Bodegom P.V., Brovkin V., Chatain A., Callaghan T.V., Díaz S., Garnier E., Gurvich D.E., Kazakou E., Klein J.A., Read J., Reich P.B., Soudzilovskaia N.A., Vaieretti M.V. et Westoby M. 2008. Plant species traits are the predominant control on litter decomposition rates within biomes worldwide. *Ecol. Lett.* 11 (10): 1065-1071.
- Delgado-Baquerizo M., Maestre F.T., Reich P.B., Jeffries T.C., Gaitan J.J., Encinar D., Berdugo M., Campbell C.D. et Singh B.K. 2016. Microbial diversity drives multifunctionality in terrestrial ecosystems. *Nat. Commun.* 7: 10541.
- Dosso K., Koné F., Kra K.D. et Konaté S. 2017. Décomposition des résidus végétaux par les termites et apport de matière organique au sol dans la région de Lamto (Côte d'Ivoire). *J. Anim. Plant Sci.* 33 (3): 5320-5331.
- Fontes A.G., Gama-Rodrigues A.C., Gama-Rodrigues E.F., Sales M.V., Costa M.G. et Machado R.C.R. 2014. Nutrient stocks in litter fall and litter in cocoa agroforests in Brazil. *Plant Soil* 383: 313–335.
- Gessner M.O., Swan C.M., Dang C., McKie B., Bardgett C., Wall D. et Hättenschwiler S. 2010. Diversity meets decomposition. *Trends Ecol. Evol.* 25 (6): 372-380.
- Graça M.S., Bärlocher F. et Gessner M.O. 2005. *Methods to Study Litter Decomposition: a Practical Guide.* Springer, Pays-Bas, 313 p.
- Heim A. et Frey B. 2004. Taux de décomposition de la litière à un stade précoce pour les forêts suisses. *Biogéochimie* 70 (3): 299–313.
- Karberg N.J., Scott N.A. et Giardina C.P. 2008. Methods for estimating litter decomposition. In *Field measurements for forest carbon monitoring: A landscape scale approach*, MC Hoover (éd.). Springer, New York: pp 103–111.
- Kazakou E., Violle C., Roumet C., Pintor C., Gimenez O. et Garnier E. 2009. Litter quality

- and decomposability of species from a Mediterranean succession depend on leaf traits but not on nitrogen supply. *Ann. Bot.* 104: 1151–1161.
- Koné A.W. et Yao M.K. 2021. Soil microbial functioning and organic carbon storage: can complex timber tree stands mimic natural forests? *J. Environ. Manage.* 283 (2021): 112002.
- Koné A.W., Kassin E.K., Ettien J.B.D., Konaté Z. et Gnahoua G.M. 2020. Le carbone des sols des zones de forêts et de savanes en Côte d'Ivoire Impacts de *Chromolaena odorata* et des légumineuses. In : Chevallier T, Razafimbelo TM, Chapuis-Lardy L, Brosard M (éd.), Carbone des sols en Afrique: Impacts des usages des sols et des pratiques agricoles. Rome/Marseille, FAO/IRD: pp 193-210.
- Kuo S. et Jellum E.J. 2000. Long-term winter cover cropping effects on corn (*Zea mays* L.) production and soil nitrogen availability. *Biology Fertility Soils.* 31: 470-477.
- N'Dri A.B., Koné A.W., Loukou S.K.K., Barot S. et Gignoux J. 2019. Carbon and nutrient losses through biomass burning, and links with soil fertility and yam (*Dioscorea alata*) production. *Expl. Agric.* 55 (5): 738-751.
- Olson J.S. 1963. Stockage d'énergie et équilibre des producteurs et des décomposeurs dans les systèmes écologiques. *Ecology* 44 (2): 322–331.
- Oorts K., Vanlauwe B. et Merckx R. 2003. Capacités d'échange cationique des fractions de matière organique du sol dans un Lixisol ferrugineux avec différents apports de matière organique. *Agric. Ecosyst. Environ.* 100 (2-3): 161–171.
- Orwa C., Mutua A., Kindt R., Jamnadass R. et Anthony S. 2009. Agroforestry database: a tree reference and selection guide version 4.0. <http://www.worldagroforestry.org/sites/treedbs/treedatabases.asp>
- Rajab Y.A., Leuschner C., Barus H., Tjoa A. et Hertel D. 2016. Cacao cultivation under diverse shade tree cover allows high carbon storage and sequestration without yield losses. *PLoS One* 11 (2): e0149949.
- Riou G. 1974. Les sols de la savane de Lamto. In: Analyse d'un écosystème tropical humide : la savane de Lamto (Côte d'Ivoire). Les facteurs physiques du milieu. Publications du laboratoire de Zoologie de l'ENS, Paris, pp 3-38.
- Sarvade S., Singh R., Prasad H. et Prasad D. 2014. Agroforestry practices for improving soil nutrient status. *Popular Kheti* 2 (1): 60-64.
- Sauvadet M., Saj S., Freschet G.T., Essobo J.D., Enock S., Becquer T., Tixier P. et Harmand J-M. 2020. Cocoa agroforest multifunctionality and soil fertility explained by shade tree litter traits. *J. Appl. Ecol.* 57: 476–487.
- Soro Y., N'Dri A.B., Bakayoko A. et Gignoux J. 2018. Analyse de la végétation dans un écotone forêt-savane d'Afrique de l'ouest dans un contexte de boisement des savanes. *REB-PASRES.* 1 (3)
- Tchichelle S.V., Epron D., Mialoundama F., Koutika L-S., Harmand J-M., Bouillet J-P. et Mareschal L. 2017. Differences in nitrogen cycling and soil mineralization between a eucalypt plantation and a mixed eucalypt and *Acacia mangium* plantation on a sandy tropical soil. *South. For.* 79 (1): 1-8.
- Tiemoko D.T., Yoroba F., Diawara A., Kouadio K., Kouassi B.K. et Yapou A. L.M. 2020. Understanding the local carbon fluxes variations and their relationship to climate conditions in a Sub-Humid Savannah-Ecosystem during 2008-2015: Case of Lamto in Côte d'Ivoire. *Clim. Atmos. Sci.* 10: 186-205.
- Wardle D.A. 2002. Islands as model systems for understanding how species affect ecosystem properties. *J. Biogeogr.* 29: 583–591.