



Available online at <http://www.ifgdg.org>

Int. J. Biol. Chem. Sci. 17(3): 973-984, April 2023

ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print)

**International Journal  
of Biological and  
Chemical Sciences**

**Original Paper**

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

## **Détermination des centres de diversités des Poaceae d'Afrique de l'Ouest en vue de leur conservation**

Ange Pierre Kobenan ADJOUANI\*, Rodeleck Fursy Danho NEUBA,  
Antoine Tchimou AKAFFOU et Patricia Affoué KONAN

*Université Nangui Abrogoua, UFR-SN, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire.*

*\*Auteur correspondant ; E-mail : [akangepierre@gmail.com](mailto:akangepierre@gmail.com) ; Tel : (+225) 0708350794.*

Received: 08-12-2022

Accepted: 31-03-2023

Published: 30-04-2023

### **RESUME**

L'Afrique de l'Ouest subsaharienne a un cadre physiognomique privilégié pour la conservation des Poaceae (Gramineae). Cependant, la détermination des centres de diversité spécifique des Poaceae a été très peu abordée dans les travaux scientifiques. La présente étude avait pour objectif de cartographier les centres de diversité des Poaceae en Afrique de l'Ouest. Elle a donc nécessité la collecte de données d'occurrence sur GBIF et dans le Parc national de la Comoé. Au total, 134127 spécimens de Poaceae concernant l'Afrique de l'Ouest, regroupés en 116 genres et 402 espèces ont été considérés. La zone d'étude a été subdivisée en 506 mailles suivant une résolution spatiale d'une maille de 1.5 x 1.5 de côté pour analyser la distribution spatiale de la richesse spécifique. Les résultats montrent que certaines zones comme le nord du Burkina Faso ont été bien échantillonnées par contre d'autres comme le nord-est du Mali ne l'ont pas été. Aussi, la richesse spécifique des différentes grilles croît de la marge sud du Sahara à la latitude 10<sup>0</sup> N ; puis de la latitude 5<sup>0</sup> N au niveau du golfe de Guinée à la latitude 10<sup>0</sup> N. Cette diversité est aussi variable de l'est à l'ouest. La carte de distribution spatiale de l'ensemble des échantillons a mis en évidence les centres de diversités des Poaceae d'Afrique de l'Ouest.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés :** Distribution spatiale, Poaceae, Afrique de l'Ouest, Parc national de la Comoé.

## **Diversity of West African Poaceae, with emphasis on determining centers of diversity for their conservation**

### **ABSTRACT**

Sub-Saharan West Africa has a privileged physiognomic framework for the conservation of Poaceae (Gramineae). However, few studies addressing the aspect of determining the centers of specific diversity of this taxon have been published. This present study aimed at mapping the centers of diversity of Poaceae in West Africa. The study therefore required the collection of occurrence data on GBIF and in the Comoé National Park in Côte d'Ivoire. In total, 134127 specimens of Poaceae of West Africa, grouped into 116 genera and 402 species were considered. The study area was subdivided into 506 grids according to a spatial resolution of a grid of 1.5 x 1.5 on a side to analyze the spatial distribution of species richness. The results show that certain areas such as northern Burkina Faso were well sampled, while others such as northeastern Mali were not. Also, the specific richness of the different grids increases from the southern margin of the Sahara to latitude 10<sup>0</sup> N; then from

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v17i3.17>

9296-IJBCS

latitude 5° N at the level of the Gulf of Guinea to latitude 10° N. This diversity is also variable from east to west. The spatial distribution map of all specimens revealed the centres of diversity of the West Africa Poaceae.  
© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

**Keywords:** Poaceae, Center of diversity, spatial distribution, West Africa, Comoé National Park.

## INTRODUCTION

Selon Scholes et Archer (1997) les parcours tropicaux (prairies et savanes) représentent 20% de la couverture végétale terrestre actuelle. En outre, les savanes constituent un puits majeur de carbone (Grace et al., 2006), un habitat pour la faune et assurent la subsidence d'un cinquième de la population mondiale (Solbrig et al., 1996). Cependant, une grande partie des savanes hautement productives ont été converties à des fins d'exploitation (White et al., 2001). On assiste à des expansions de terres agricoles sous les tropiques avec de nombreuses savanes qui subissent des changements (Gibbs et al., 2010). Aussi, l'étendue spatiale de la biodiversité de ces biomes est menacée par le changement climatique (Higgins et Scheiter, 2012). Malgré ce haut niveau de vulnérabilité, les efforts de conservation sont encore entravés par un manque général de reconnaissance de leur valeur (Parr et al., 2014). Ainsi, le pourcentage de protection de ce biome est inférieur à celui de tous les autres biomes (Hoekstra et al., 2005). Dans les savanes humides africaines non perturbées, la strate herbacée est largement dominée par des Poaceae ou Gramineae (Williams et al., 2003). Cependant, on assiste à un phénomène d'empiètement ligneux qui entraîne une érosion de la biodiversité des Poaceae (Adamoli et al., 1990 ; Moleele et al., 2002 ; Kangalawe, 2009). Or Les Poaceae sont considérés comme la famille végétale probablement la plus précieuse pour l'humanité (Bouchenak-Khelladi et al., 2010). Ainsi, il est primordial de déterminer les centres de diversités des Poaceae en vue de la conservation de la diversité spécifique de ces espèces. Des travaux de recherche ont été menés dans le but de déterminer des variables environnementales influençant la diversité des Poaceae en Afrique de l'Ouest (Bocksberger et al., 2016). Aussi, Fournier (1990) a étudié leur

cycle phénologique ainsi que leur croissance. En outre, Koffi et al. (2019) ont abordé l'impact des régimes de feux appropriés sur les Poaceae pour la conservation de l'équilibre des savanes tropicales. Cependant, aucune étude scientifique n'aborde l'aspect de la détermination des centres de diversité spécifique de ces Poaceae en vue de faciliter leur conservation. Aussi, la détermination précédente des centres de richesse des Poaceae en Afrique était basée sur une interprétation intuitive des données de distribution (Linder, 2001). La présente étude a été réalisée pour mettre en exergue les zones de fortes diversités spécifiques des Poaceae d'Afrique de l'Ouest en vue de leur conservation. De façon spécifique, il a été question (i) d'identifier les zones importantes pour la conservation des Poaceae en Afrique de l'Ouest et (ii) d'identifier les zones de faible échantillonnage en vue de nouvelle prospection.

## MATERIEL ET METHODES

### Milieu d'étude

Les données d'occurrences des Poaceae extraites en grande partie sur GBIF sont celles localisées en Afrique de l'Ouest (Figure 1). L'Afrique de l'Ouest est limitée à l'ouest et au sud par l'océan atlantique (20° O et 4° N) et la frontière entre le Niger et le Tchad à l'est (20° E). En outre afin de réduire l'influence des biais liés au sous-échantillonnage de la zone saharienne, le site d'étude a été restreint à l'Afrique de l'Ouest subsaharienne. Plus précisément en dessous du désert du Sahara au nord (20° N). La collecte des données supplémentaires s'est déroulée dans le Parc national de la Comoé (Figure 2) ; plus précisément, dans la zone Sud-Est du Parc. La collecte s'est déroulée sur une période 15 mois allant de septembre 2018 à décembre 2019. Ce Parc est situé dans le nord-est de la

Côte d'Ivoire entre les latitudes 8°30' et 9°37' Nord et les longitudes 3°07' et 4°26' Ouest.

### **Importations des données d'occurrences**

Cette étude se base sur les données de distribution des espèces de Poaceae d'Afrique de l'Ouest subsaharienne. Une collection de 133389 spécimens géoréférencés des Poaceae d'Afrique de l'Ouest a été obtenue de la base de données en ligne GBIF ([www.gbif.org](http://www.gbif.org)). Le logiciel R à travers les fonctions telles que `occ_data()`, `name_backbone`, `occ_search()` et `rgbif`, a servi à télécharger les spécimens géoréférencés.

### **Collecte des données au Parc national de la Comoé**

La projection des coordonnées d'occurrence issu de GBIF ont permis d'identifier les zones de faible échantillonnage. Une de ces zones a été choisie. Ainsi, un inventaire floristique a été effectué à l'aide de la méthode itinérante dans la partie sud est du Parc national de la Comoé.

### **Nettoyage des données**

Le nettoyage est important pour des données provenant de base de données en ligne comme GBIF. Ce nettoyage s'est fait en deux grandes étapes selon la démarche proposée par Hijmans et al. (1999). En effet, ces étapes consistent à visualiser et géoréférencer les coordonnées importées de GBIF. La visualisation des coordonnées consiste à projeter les coordonnées des spécimens sur une carte d'Afrique subsaharienne occidentale. Aussi, une comparaison du pays telle que spécifiée par les enregistrements avec le pays impliqué par les coordonnées a été effectuée (Hijmans et al., 1999). En outre, les spécimens dont les coordonnées ne correspondaient pas à la localité et au pays ont été géoréférencés à partir de leur différente localité et à l'aide de Géolocate (<http://www.geolocate.org/web/WebComGeoref.aspx>) en ligne. Pour la deuxième étape, les spécimens ayant des coordonnées qui ne concordaient pas

au pays et dont les localités sont absentes ont été supprimés pour éviter d'éventuels biais.

### **Détermination de la richesse spécifique des Poaceae d'Afrique de l'Ouest**

Pour cette étude, un système de maillage utilisé par plusieurs auteurs tels que Crisp et al. (2001) et Tuo (2017) a été employé. C'est une démarche analytique qui consiste à utiliser des mailles de différentes tailles : 0,2°-0,25°-0,50°-0,75°-1,00°-1,25°-1,50°-1,75°-2°-2,5°. Ces analyses ont pour but de choisir la taille qui permet d'avoir au moins 10 % de mailles vides afin d'éviter la perte énorme d'informations comme indiqué sur la (Figure 3), c'est la maille de taille 1,5°×1,5° qui permet d'avoir moins de 10% de mailles vides. Dans la suite du travail, des mailles de 1,5°×1,5° sont retenus pour les différentes analyses spatiales. Les modèles de richesse des espèces de Poaceae en Afrique occidentale ont été obtenus par un simple comptage du nombre d'espèces enregistrées pour chaque carré de la maille (Linder, 2001). On obtient ainsi une estimation de la diversité de la grille (Pearson et Juliano, 1993) ou de la richesse en espèces (Kershaw et al., 1995). Les données de distributions ont été simplifiées en un score de présence ou d'absence pour chaque entité sur chacune des mailles de 1,5 x 1,5 (Linder, 2001). Une espèce sera considérée comme présente dans une maille lorsqu'elle est enregistrée une fois ou de nombreuses fois dans cette maille. Elle est considérée comme absente si elle n'a jamais été enregistrée à partir de cette grille. Dans cette étude, la densité de prospection est exprimée par le nombre total de spécimens collecté par maille (Ndayishimiye, 2011).

### **Cartographie et analyse spatiale**

Les résultats de traitements produits par R 4.1.1 ont été importés dans Qgis 2.14.2. Ils ont permis de procéder à la cartographie de la richesse spécifique et de fournir un modèle de diversité des Poaceae d'Afrique de l'Ouest.

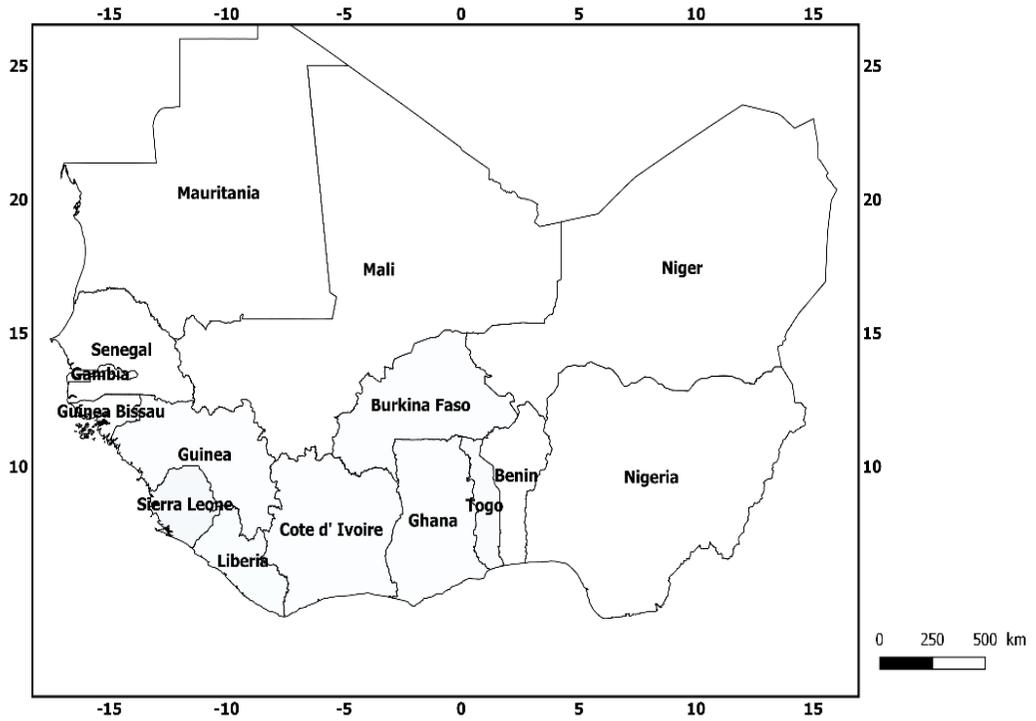


Figure 1 : Afrique de l'Ouest subsaharienne.

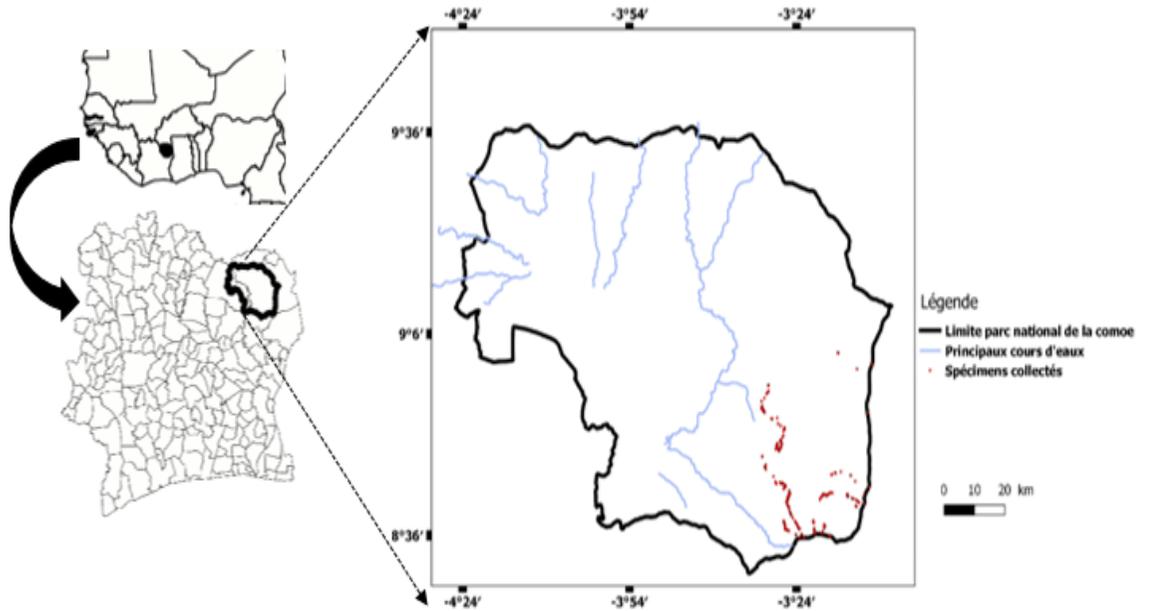
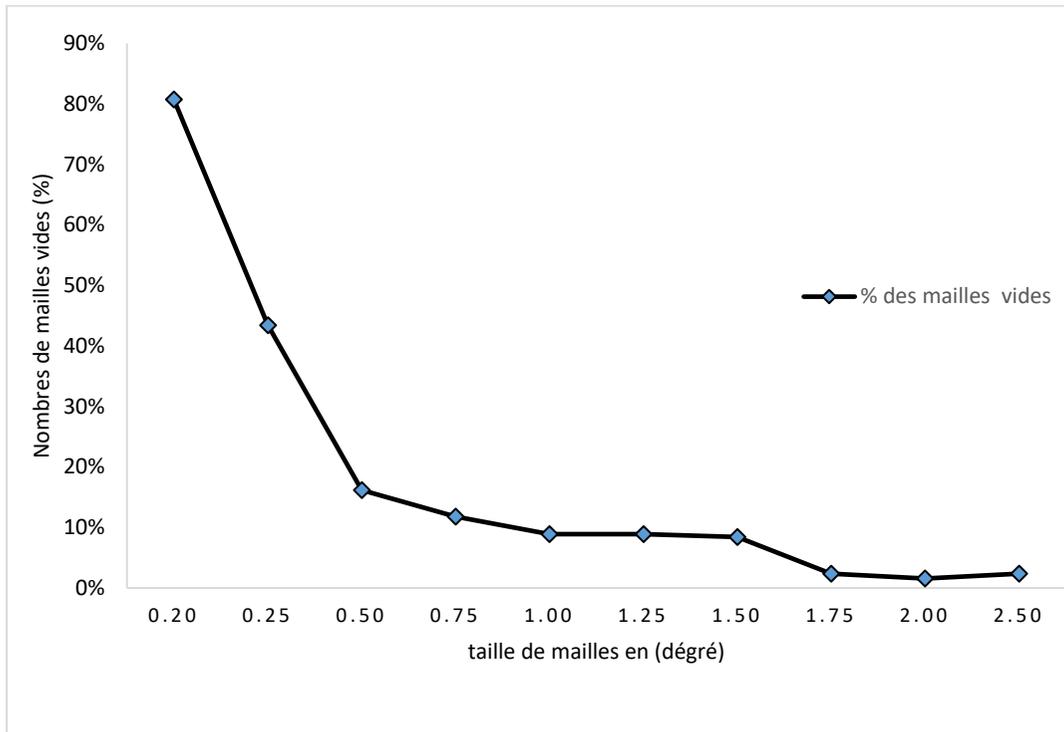


Figure 2 : Spécimens de Poaceae collecté dans le parc national de la Comoé.



**Figure 3 :** Taille des mailles en fonction du pourcentage (%) des mailles vides.

## RÉSULTATS

### Analyse floristique

Au total, 133389 spécimens de Poaceae, ont été obtenus après le nettoyage et le géoréférencement des Poaceae de la base de données issue de GBIF. Aussi, le nombre de spécimens récoltés au Parc national de la Comoé est de 738. Ainsi, la base de données est constituée de 134127 spécimens regroupés en 116 genres et 402 espèces. Les genres qui regroupent les plus grands nombres d'échantillons sont : *Pennisetum* L. Rich. Avec 9675 échantillons (7% des échantillons ; 6 espèces), *Andropogon* L. avec 8689 échantillons (6,32% des échantillons ; 17 espèces) et *Panicum* L. avec 7945 échantillons (5,78% des échantillons ; 35 espèces). La carte de distribution des 134127 échantillons de Poaceae obtenue (Figure 4) montre que ces végétaux colonisent tous les biotopes d'Afrique de l'Ouest.

### Densité de prospection

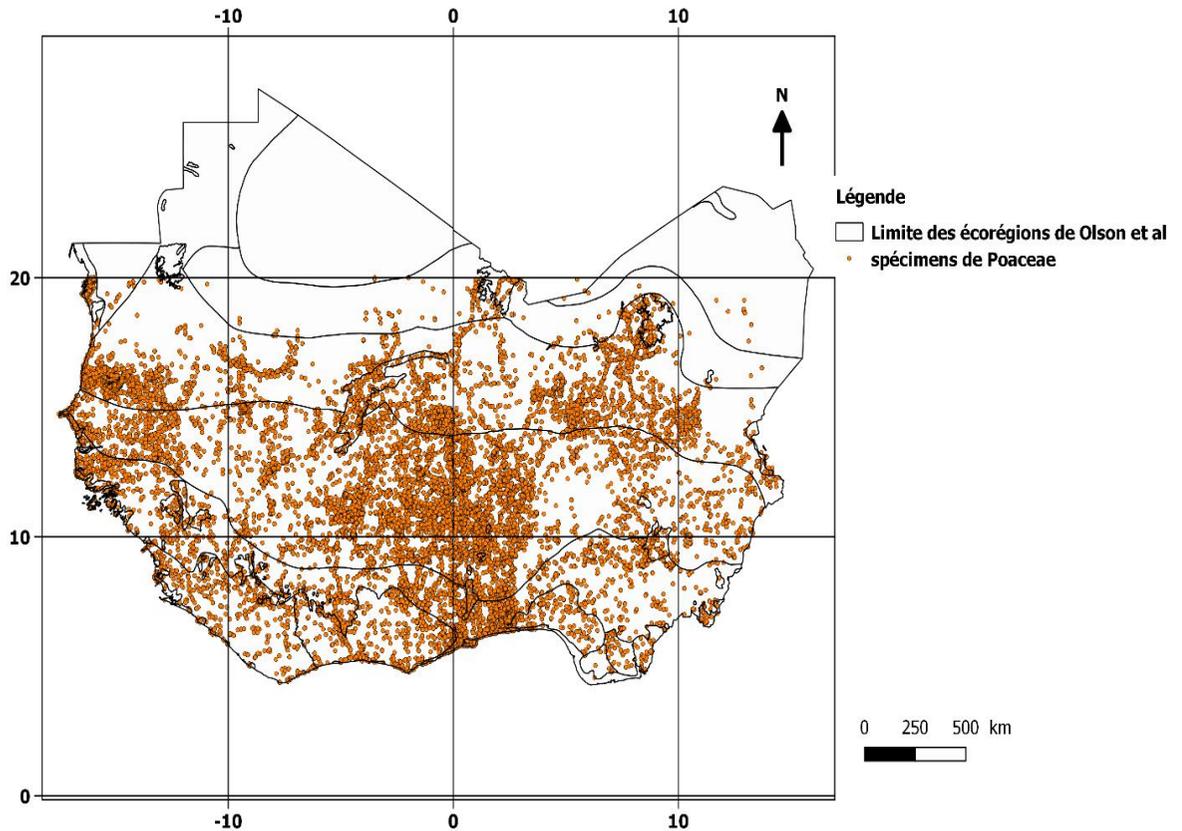
La récolte des spécimens n'a pas été uniforme sur tout le territoire. Elle varie de 7446 spécimens dans le carré de la grille au nord du Burkina Faso, à un spécimen enregistré dans plusieurs grilles comme celles de la zone de transition régionale du Sahara (Figure 5). Certains pays comme le Bénin, le Togo et le Burkina Faso ont été bien explorés. Cependant, d'autres comme la Mauritanie, le Mali et le Niger l'ont été partiellement (Figure 5). Par conséquent, ce sont les secteurs phytogéographiques de grandes tailles et qui transitent dans des zones bien connues, qui apparaissent densément ou très densément explorées par endroit (Figure 6). Ainsi, au regard du spectre phytogéographique (Figure 7), 45% des espèces de Poaceae ont été récoltées dans le centre régional d'endémisme soudanien. La zone de transition régionale guinéo-congolaise/ Soudanienne vient en deuxième position avec 19% des espèces. Elle est suivie par la zone de transition régionale du

sahel qui regorge 20% des espèces. Puis par le centre régional d'endémisme guinéo-congolaise et la zone de transition régionale du Sahara qui comptent respectivement 13% et 3% des espèces.

#### Analyse du modèle de diversité des grilles

La diversité spécifique par grille est très variable allant de 207 espèces dans le carré de la grille localisée au niveau du Togo à une espèce recensée dans les grilles situées dans la zone de transition au niveau du Sahara (Figure 8). La richesse spécifique des différentes grilles croît de la marge sud du sud du Sahara à la latitude 10°N et de la latitude 5°N à la latitude 10°N. Mais les grilles situées à 5°N sont plus diversifiées dans l'ensemble que celles situées à 20°N. Cependant, la diversité des grilles est

aussi variable de l'Est à l'Ouest. Cette variance Est-Ouest montre des centres de diversité de la grille, dont les plus évidents sont les suivants : le Bénin en passant par le sud du Burkina Faso, le nord-est de la Côte d'Ivoire y compris le nord du Ghana et le Togo. Cette région est la plus diversifiée d'Afrique de l'Ouest en espèces de Poaceae. Ces grilles comptent 70 à 207 espèces (Figure 8). La deuxième zone la plus diversifiée est le sud du Mali, avec deux grilles adjacentes qui contiennent respectivement 129 et 140 espèces. Une grande partie de la diversité se localise en Côte d'Ivoire (Figure 8), plus particulièrement au niveau du mont Nimba (128 espèces). Au centre dans le « v Baoulé » et au sud-est (110 à 128 espèces).



**Figure 4:** Ecorégion de Olson et al. (2001) superposé aux points d'occurrences (134127) provenant de GBIF et des collectes de données aux PNC.

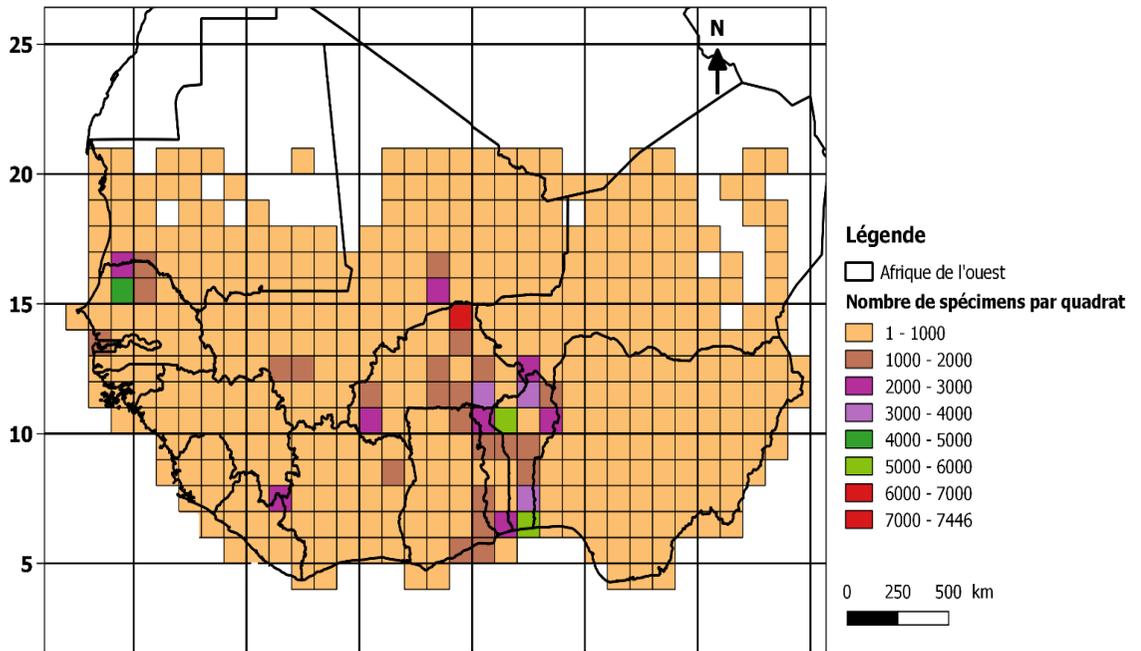


Figure 5 : Carte de densité de récolte des spécimens de Poaceae par quadra en Afrique de l'Ouest.

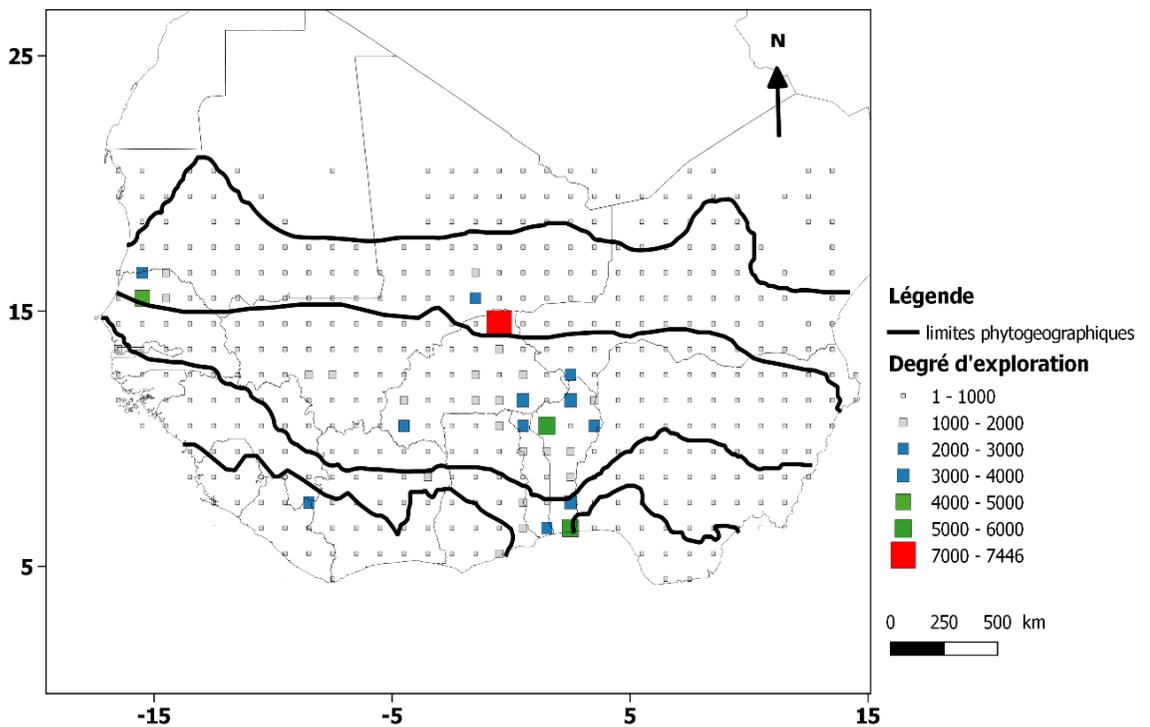
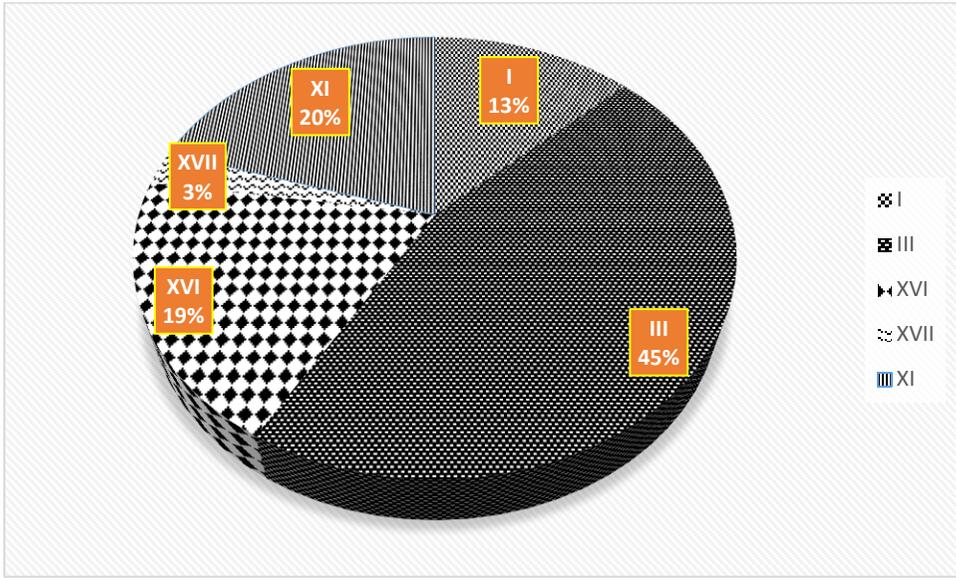
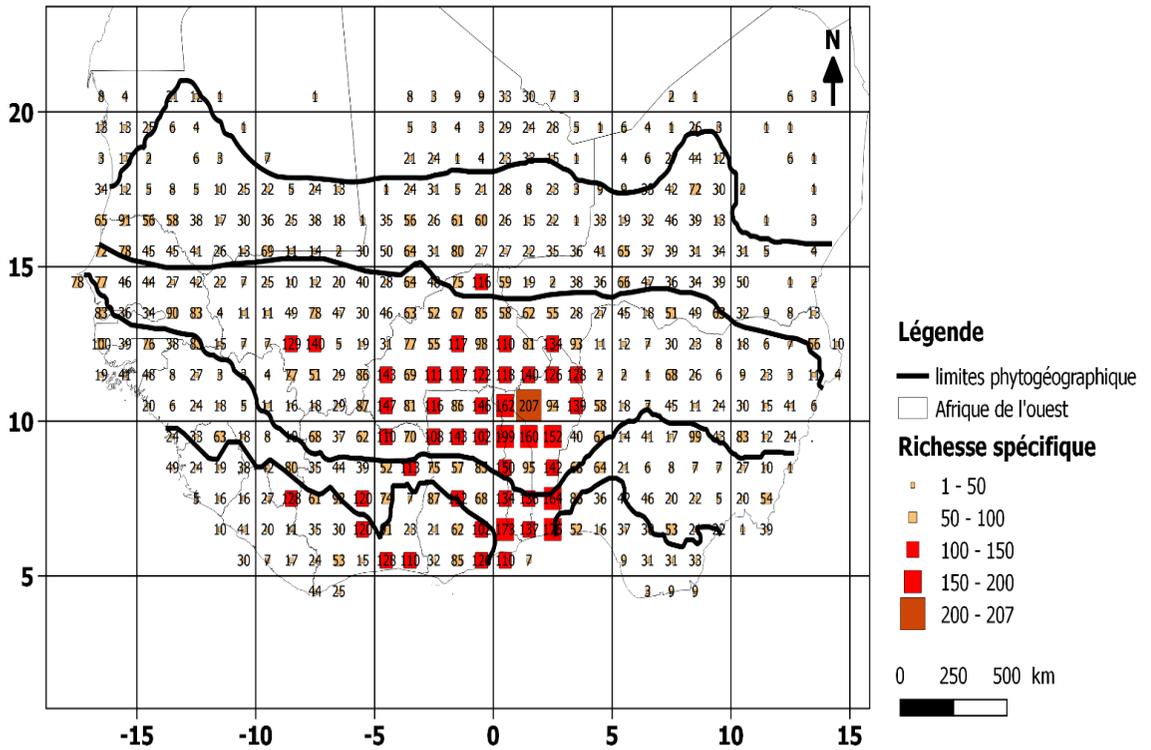


Figure 6 : Carte de la densité d'exploration superposée aux principales phytochories de White (1983).



**Figure 7:** Spectre phytogéographique des Poaceae et richesse de la flore par rapport aux principales phytochories de White (1983).



**Figure 8:** Richesse spécifique des Poaceae d’Afrique de l’Ouest superposé aux principales phytochories de White (1983).

## DISCUSSION

Les Poaceae se rencontrent dans toutes les écorégions de Olson et al. (2001) et dans toutes les principales phytochories de White (1983) situées en Afrique de l'Ouest. Aussi, la majorité des espèces récoltées sont à large distribution spatiale. Cela pourrait s'expliquer par leur forte proportion dans de nombreux écosystèmes et leur grande richesse en espèces (Linder, 2018). En effet, cette famille possède de nombreuses espèces dont les lignées se naturalisent et deviennent envahissantes en se propageant à partir des sites d'introduction (Linder, 2018). Par contre, certaines espèces ont des aires de répartition réduite. Elles sont parfois confinées à un pays ou à des secteurs restreints. En effet, certaines espèces ont eu une aire beaucoup plus vaste, mais n'ont pu s'adapter aux changements climatiques relativement rapides (Schnell, 1970). Les zones les mieux échantillonnées sont celles situées au nord et à l'est du Burkina Faso, ainsi que le Bénin et le Togo. Les zones de forte prospection à l'est du Burkina Faso, au Bénin et au Togo se localisent respectivement au niveau du Parc national de Kaboré Tambi, de la Pendjari et de la Kéran. Les fortes récoltes dans ces zones seraient dues au fait qu'elles se localisent ou environnent dans la majeure partie des cas, les parcs et réserves de ces différents pays. C'est le cas de la Côte d'Ivoire où l'on compte 113 espèces au niveau du parc national de la Comoé, 120 espèces au niveau de la réserve écologique de Lamto et 128 espèces dans la zone de la réserve intégrale du mont Nimba. Cependant, d'autres pays comme la Mauritanie, le Mali et le Niger l'ont été partiellement. Ainsi, certains espaces très diversifiés en espèces de Poaceae restent encore sous échantillons. Ces constats sont conformes à ceux de Linder (2012) qui affirme qu'en Afrique tropicale l'ensemble des données relatives aux plantes est quelque peu biaisé en faveur des zones bien collectées.

La richesse spécifique la plus grande est observée dans le carré de la maille situé au nord du Togo (207 espèces), par contre, les mailles les plus pauvres sont situées dans la zone de transition au niveau du Sahara (1 espèce). En outre, nos résultats corroborent

ceux de Bocksberger (2016). Cet auteur stipule que la plus grande richesse en espèces de Poaceae se trouve dans la région de savane soudanienne qui recouvre le nord du Togo, tandis que les faibles richesses ont été trouvées dans la région du Sahara. En effet, cette richesse en espèce de Poaceae en zone de savane soudanienne serait due aux précipitations moyennes annuelles enregistrées dans cette zone de l'Afrique de l'Ouest (Edwards et Smith ; 2010). Par ailleurs, cette richesse spécifique augmente dans l'ensemble du sud du Sahara vers la latitude 10<sup>0</sup> Nord. Aussi, cette diversité diminue dans l'ensemble de la latitude 10<sup>0</sup> N à la latitude 5<sup>0</sup> N à l'exception des mailles situées au sud du Togo et du Bénin. Cette remarque a déjà été faite par Bocksberger (2016), il affirme que dans le Sud, la richesse en Poaceae diminue fortement vers les régions plus forestières. Ces observations seraient dues à la corrélation qui existe entre latitude et diversité des grilles (Linder, 2001). Aussi, cette corrélation est un phénomène mondial (Brown, 1988 ; Kaufman et Willig, 1998). En effet, la présence d'une mosaïque de forêts-savane au sud du Bénin et du Togo expliquerait la forte richesse spécifique qui y est observée. La région la plus diversifiée est le Bénin en passant par le sud du Burkina Faso, l'est et le nord-est de la Côte d'Ivoire y compris le nord du Ghana et le Togo. Selon Bocksberger (2016), la plus grande richesse en espèces de Poaceae se trouve dans la région de savane soudanienne de Côte d'Ivoire, Ghana, Togo et l'ouest du Nigeria. Ces différentes régions de forte diversité sont les mêmes à la différence de l'ouest du Nigeria cité par Bocksberger (2016) et du Togo obtenu lors de ces travaux. Cette différence serait causée par les différentes méthodologies utilisées pour trouver la région de forte richesse spécifique. Bocksberger (2016) utilisait des variables climatiques pour prédire la richesse spécifique potentielle, contrairement à cette étude où la richesse spécifique a été obtenue par un simple décompte des différentes espèces de chaque maille. Outre le changement de diversité entre les grilles adjacentes évoquées, on observe également un changement important de l'est vers l'ouest. Ce résultat soutient celui de

Linder (2001) qui affirme qu'il y a une diversité Est- Ouest qui s'exprime sous forme de centre d'endémisme.

### Conclusion

Le niveau de prospection botanique en Afrique de l'Ouest est révélé par la carte de densité de récolte des Poaceae par quadra. Les pays comme le Bénin, le Togo et le Burkina Faso ont été bien explorés. Les zones les mieux prospectées sont celles situées aux alentours des parcs nationaux et des réserves. Cependant, d'autres pays comme la Mauritanie, le Mali et le Niger ont été partiellement explorés. En outre, certaines espèces ont une large amplitude écologique, d'autres par contre sont inféodées à un type particulier d'habitats. Les espèces limitées aux régions géographiques restreintes sont des espèces menacées d'extinction. L'analyse de la distribution spatiale des espèces montre trois zones de diversité des Poaceae en Afrique de l'Ouest. Ce sont : la zone de savane soudanaise de la Côte d'Ivoire et du Ghana, le sud du Burkina Faso, le nord et le sud du Togo et du Bénin ; le sud du Mali entre Bamako et Kita ; l'est de la Côte d'Ivoire au niveau de la réserve du mont Nimba et au sud-est. Ces zones de diversité, ainsi mises en évidence sont caractérisées par une diversité de biotopes formés essentiellement par les savanes, les galeries forestières et les forêts claires favorables au développement et à la conservation des espèces de Poaceae.

### CONFLIT D'INTÉRÊTS

Les auteurs déclarent qu'aucun conflit d'intérêts ne les oppose quant à la réalisation du présent travail.

### CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Ce projet a été initié et approuvé par RFND qui a dirigé les travaux. Les travaux de terrain ont été exécutés par APKA, ATA et PAK ont participé à la rédaction du manuscrit.

### REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier tous ceux qui ont facilité les travaux de terrain en particulier au Directeur général, le Colonel

KOUADIO Yao Roger pour avoir facilité la collecte des spécimens de Poaceae.

### RÉFÉRENCES

- Adamoli J, Sennhauser, E, Acero, JM, Rescia A. 1990. Stress and disturbance: vegetation dynamics in the dry Chaco region of Argentina. *Journal of Biogeography*, **17**(4): 491-500. DOI: <https://doi.org/10.2307/2845381>
- Bocksberger G, Schnitzler J, Chatelain, C, Daget, P, Janssen T, Schmidt M, Zizka G. 2016. Climate and the distribution of grasses in West Africa. *Journal of Vegetation Science*, **27**(2): 306-317. DOI: 10.1111/jvs.12360
- Bouchenak-Khelladi Y, Verboom GA, Savolainen V, Hodkinson, TR. 2010. Biogeography of the grasses (Poaceae): a phylogenetic approach to reveal evolutionary history in geographical space and geological time. *Botanical Journal of the Linnean Society*, **162**(4): 543-557. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2010.01041.x>
- Brown JH. 1988. Species diversity. Analytical biogeography. In *An Integrated Approach to the Study of Animal and Plant Distributions*, Myers AA, Giller PS (eds). Chapman and Hall: London.
- Crisp MD, Laffan S, Linder HP, Monro A. 2001. Endemism in the Australian flora. *Journal of Biogeography*, **28**: 183-198. [http://biology-assets.anu.edu.au/hosted\\_sites/Crips/pdfs/Crips\\_2001\\_endemism.pdf](http://biology-assets.anu.edu.au/hosted_sites/Crips/pdfs/Crips_2001_endemism.pdf)
- Edwards EJ, Smith SA. 2010. Phylogenetic analyses reveal the shady history of C4 grasses. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **107**(6): 2532-2537. DOI: 10.1126/science.1177216
- Fournier A. 1990. Phénologie, croissance et production végétales dans quelques savanes d'Afrique de l'Ouest. Doctoral dissertation. Université de Paris 6.
- Gibbs HK, Ruesch AS, Achard F, Clayton MK, Holmgren P, Ramankutty N, Foley JA. 2010. Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the

- 1980s and 1990s. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **107**(38): 16732-16737. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.0910275107>
- Grace J, José JS, Meir P, Miranda HS, Montes RA. 2006. Productivity and carbon fluxes of tropical savannas. *Journal of Biogeography*, **33**(3): 387-400. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01448.x>
- Higgins SI, Scheiter S. 2012. Atmospheric CO<sub>2</sub> forces abrupt vegetation shifts locally, but not globally. *Nature*, **488**(7410): 209-212. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature11238>.
- Hijmans RJ, Schreuder M, De la Cruz J, Guarino L. 1999. Using GIS to check coordinates of genebank accessions. *Genetic Resources and Crop Evolution*, **46**(3): 291-296.
- Hoekstra JM, Boucher TM, Ricketts TH, Roberts C. 2005. Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. *Ecology Letters*, **8**(1): 23-29. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00686.x>
- Kangalawe RYM (2009) Ecosystems changes and implications on livelihoods of rural communities in Africa. *Afr J Ecol*, **47**: 1–2. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2028.2008.01042>.
- Kaufman DM, Willig MR. 1998. Latitudinal patterns of mammalian species richness in the New World: the effects of sampling method and faunal group. *Journal of Biogeography*, **25**(4): 795-805. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.1998.2540795.x>
- Kershaw M, Mace GM, Williams PH. 1995. Threatened status, rarity, and diversity as alternative selection measures for protected areas: a test using Afrotropical antelopes. *Conservation Biology*, **9**(2): 324-334. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1995.9020324.x>
- Koffi KF, N'Dri AB, Lata JC, Konaté S, Srikanthasamy T, Konan M, Barot S. 2019. Effect of fire regime on the grass community of the humid savanna of Lamto, Ivory Coast. *Journal of Tropical Ecology*, **35**(1): 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0266467418000391>.
- Linder HP, Klerk HM, Born J, Burgess ND, Fjeldså J, Rahbek C. 2012. The partitioning of Africa: Statistically defined biogeographical regions in sub-Saharan Africa. *Journal of Biogeography*, **39**(7): 1189-1205. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2012.02728.x>
- Linder HP, Lehmann CE, Archibald S, Osborne CP, Richardson DM. 2018. Global grass (Poaceae) success underpinned by traits facilitating colonization, persistence and habitat transformation. *Biological Reviews*, **93**(2): 1125-1144. DOI: <https://doi.org/10.1111/brv.12388>
- Linder HP. 2001. Plant diversity and endemism in sub-Saharan tropical Africa. *Journal of Biogeography*, **28**(2): 169-182. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2001.00527.x>
- Moleele NM, Ringrose S, Matheson W, Vanderpost C. 2002. More woody plants? The status of bush encroachment in Botswana's grazing areas. *Journal of Environmental Management*, **64**(1): 3-11. DOI: <https://doi.org/10.1006/jema.2001.0486>
- Ndayishimiye J. 2011. Diversité, endémisme, géographie et conservation des Fabaceae de l'Afrique Centrale. Thèse de Doctorat, Université Libre de Bruxelles.
- Olson DM, Dinerstein E, Wikramanayake ED, Burgess ND, Powell GV, Underwood, EC, Kassem KR. 2001. Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth A new global map of terrestrial ecoregions provides an innovative tool for conserving biodiversity. *BioScience*, **51**(11): 933-938. DOI: [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0933:TEOTWA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0933:TEOTWA]2.0.CO;2)
- Parr CL, Lehmann CE, Bond WJ, Hoffmann WA, Andersen AN. 2014. Tropical grassy biomes: misunderstood, neglected, and

- under threat. *Trends in Ecology et Evolution*, **29**(4): 205-213. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.02.004>
- Pearson DL, Juliano SA. 1993. Evidence for the influence of historical processes in co-occurrence and diversity of tiger beetle species. In *Species Diversity in Ecological Communities: Historical and Biogeographical Perspectives*, Ricklefs, Schluter D (eds). University of Chicago Press: Chicago; 194-202.
- Schnell R. 1970. *Introduction à la Phytogéographie des Pays Tropicaux* (Vol. 1). Edition Gauthier-Villars: Paris.
- Scholes RJ, Archer SR. 1997. Tree-grass interactions in savannas. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **28**(1): 517-544. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.28.1.517>
- Solbrig OT, Medina E, Silva JF. 1996. Biodiversity and tropical savanna properties: a global view. *Scope-Scientific Committee on Problems of the Environment International Council of Scientific Unions*, **55**: 185-211.
- Tuo FN, Koffi KJ, Kouassi AF, Kone M, Adama B, Bogaert J. 2017. Etude de la diversité, de l'endémisme et de la distribution spatiale des Rubiaceae de Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(2): 777-797. DOI: 10.4314/ijbcs.v11i2.20
- White F. 1983. *The Vegetation of Africa* (Vol. 20). Unesco: Paris.
- White R, Murray S, Rohweder M. 2001. *Grassland Ecosystems: Pilot Analysis of Global Ecosystems*. World Resources Institute: Washington, DC.
- Williams RJ, Woinarski JCZ, Andersen AN. 2003. Fire experiments in northern Australia: contributions to ecological understanding and biodiversity conservation in tropical savannas. *International Journal of Wildland Fire*, **12**(4): 391-402. DOI: <https://doi.org/10.1071/WF03025>