Document généré le 19 avr. 2025 09:21

VertigO
La revue électronique en sciences de l'environnement

Biodiversité et biomasse pyrophyte au Togo

Wouyo Atakpama, Kossi Béssan Amegnaglo, Bareremna Afelu, Fousséni Folega, Komlan Batawila et Koffi Akpagana

Volume 19, numéro 3, décembre 2019

Varia

URI : https://id.erudit.org/iderudit/1071360ar

Aller au sommaire du numéro

Éditeur(s)

Université du Québec à Montréal
Éditions en environnement VertigO

ISSN

1492-8442 (numérique)

Découvrir la revue

Citer cet article

Atakpama, W., Amegnaglo, K. B., Afelu, B., Folega, F., Batawila, K. & Akpagana, K. (2019). Biodiversité et biomasse pyrophyte au Togo. *VertigO*, *19*(3).

Résumé de l'article

Les feux de végétation restent un facteur écologique important pour la gestion durable des écosystèmes. Cependant, la défaillance dans la gestion efficiente de ce dernier demeure une contrainte majeure pour la conservation de la biodiversité et l'équilibre écologique des écosystèmes tropicaux. En vue de donner des pistes pour une gestion efficiente des feux de végétation au Togo, une étude phytosociologique et une évaluation de la biomasse combustible ont été réalisées. Les inventaires phytosociologiques au sein de 354 placettes de 10 m x 10 m ont permis d'évaluer la flore pyrophyte. Les biomasses combustibles humide et sèche ont été quantifiées sur la base 1062 échantillons coupés à intérieur des quadras de 1 m x 1 m. La florule pyrophyte identifiée est de 466 espèces à dominance des Poaceae (40,48 %) dont la proportion est variable en fonction des conditions écologiques. À l'exception de la zone forestière (Zone IV, 16,64 %), on note une nette dominance des Paoceae dans les autres zones avec une proportion de plus de 40 %. Les espèces dominantes sont : *Chromolaena odorata*, *Sporobolus pyramidalis*, *Hyparrhenia rufa*, *Panicum maximum*, *Andropogon gayanus* et *Imperata cylindrica*. La similarité est plus élevée entre les zones I et II et entre les zones III et V. La biomasse des zones brûlées est estimée à 5,42 t MS/ha en moyenne. Les biomasses les plus élevées sont obtenues dans les zones écologiques V et III (7,30 t MS/ha et 6,15 t MS/ha), tandis que la plus faible correspond à la zone IV (3,65 t MS/ha). Des études à l'échelle régionale, préfectorale et locale seraient plus conseillées en vue de prendre en compte les réalités microclimatiques, de déterminer les vulnérabilités et d'en déduire des mesures spécifiques de gestion.

Tous droits réservés © Université du Québec à Montréal et Éditions en environnement VertigO, 2019

Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter en ligne.

https://apropos.erudit.org/fr/usagers/politique-dutilisation/

Cet article est diffusé et préservé par Érudit.

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche.

https://www.erudit.org/fr/

Biodiversité et biomasse pyrophyte au Togo

Wouyo Atakpama, Kossi Béssan Amegnaglo, Bareremna Afelu, Fousséni Folega, Komlan Batawila et Koffi Akpagana

Introduction

1 Les feux de végétation constituent un facteur écologique important dans la définition, le maintien et le changement du couvert végétal et de la diversité floristique . Au-delà de l'aspect écologique des feux sur les végétations dites naturelles notamment les savanes et les forêts, ces derniers restent aussi un facteur culturel et rituel. Ils sont utilisés par les populations surtout en milieu rural pour aménager les champs, les plantations, mais aussi pour conjurer les esprits .

2 Plusieurs études ont montré une corrélation directe entre l'occurrence et l'intensité des feux sur l'occupation et la prolifération des espèces invasives (Akodewou et al., 2019). Par ailleurs, l'accroissement de l'occupation spatiale des espèces invasives/ envahissantes et les graminées augmente l'intensité et la fréquence des feux . La grande capacité de dissémination et de régénération de ces espèces demeure de ce fait un facteur défavorable à la régénération naturelle des espèces endogènes.

3 L'impact des feux dépend donc du régime adopté et des stratégies d'aménagement. Les feux tardifs entrainent plus de dommages sur la disponibilité en eau, favorisent l'érosion des sols et dégradent la biodiversité . L'augmentation et la prolifération des espèces pyrophytes et l'occurrence et la sévérité des feux surtout tardifs sont des facteurs dépendants et défavorables à une gestion durable de la biodiversité. La vitesse et l'impact des feux de végétation sont aussi liés à la disponibilité de la matière sèche, au taux d'eau, à l'humidité ambiante dont résulte la vitesse de dessèchement de la matière combustible. La disponibilité de la matière combustible dépend de la durée de la saison des pluies, par conséquent du climat et de l'humidité et de la nature du sol . Ces derniers définissent la durée de croissance, la disponibilité en eaux, le type de végétation et la diversité floristique.

4 Les feux de végétation demeurent donc l'une des principales menaces pour les politiques de gestion, de conservation et de promotion de la foresterie et de gestion durable de la biodiversité. Elles constituent une source non négligeable de dégradation du couvert végétal et d'émission du carbone. En Afrique de l'Ouest où les prédictions des changements climatiques font état d'un impact assez significatif sur les écosystèmes et les ressources en terre et en eau , une attention particulière devrait être accordée à la gestion des feux de végétation. Ce contexte de gestion des feux n'en demeure pas moins prioritaire dans les politiques de gestion des feux au Togo, un pays ouest-africain où l'on assiste de plus en plus à la fréquence des feux de végétation avec pour conséquence les pertes matérielles et humaines.

5 Dans le cadre de la gestion des feux de végétation, une bonne maitrise des paramètres floristiques et de la productivité en biomasse sont des indicateurs à prendre en compte dans les options d'aménagement. La caractérisation écologique des zones brûlées du Togo permettra de déterminer les paramètres biotiques (caractérisation de la flore et de la biomasse) et des conditions écologiques favorisant l'occurrence de feux de végétation. La présente étude est une contribution à la gestion durable du feu de végétation au Togo. Elle a pour objectif principal de : (i) caractériser la flore pyrophyte et (ii) évaluer la biomasse herbacée/ligneuse susceptible d'être consumée par les feux de végétation. Ces deux facteurs biotiques restent des éléments clés dans l'éclosion et la sévérité des feux de végétation.

Méthodologie

Description du milieu d'étude

6 Situé entre le Ghana, le Bénin et Burkina Faso, le Togo est subdivisé en cinq (5) régions administratives et socio-économiques. Sur la base de la géomorphologie et du climat, on distingue 5 zones écologiques : I, II, III, IV et V (Figure 1a et b). Dans le cadre de la réglementation des feux de végétation, le pouvoir central tient plus compte des réalités administratives qu'écologiques. Ce qui entraine des difficultés dans l'application des textes de réglementation de mise en feu de la végétation. Par ailleurs, les réglementations en matière du feu sont faiblement connues et appliquées par la population.

Figure 1a. Subdivisions écologiques du Togo. Localisation du Togo en Afrique.

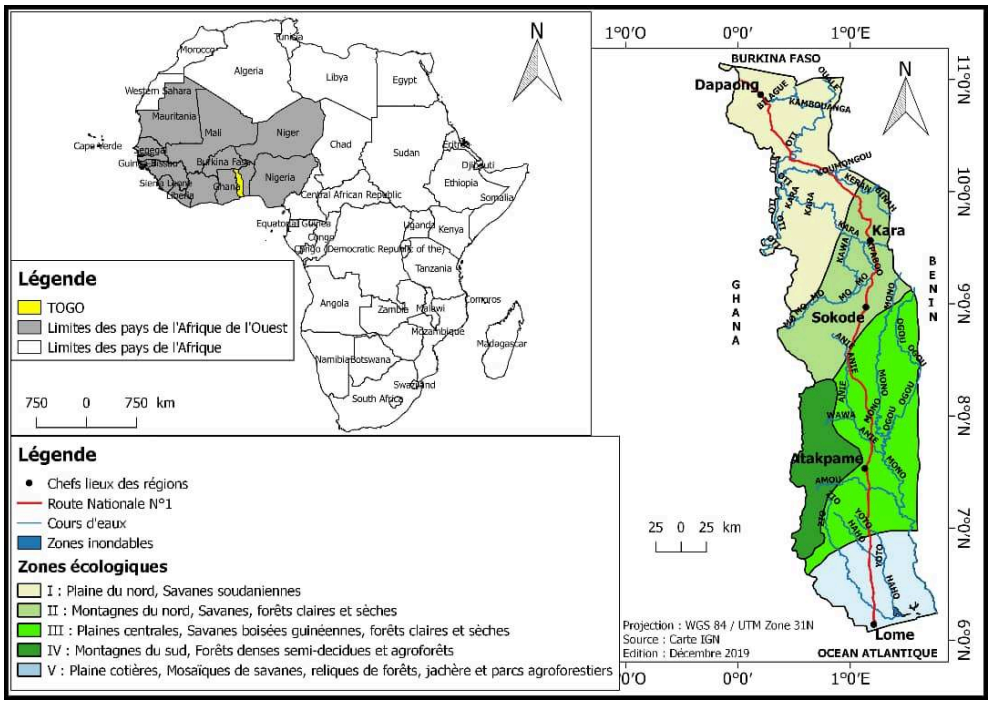
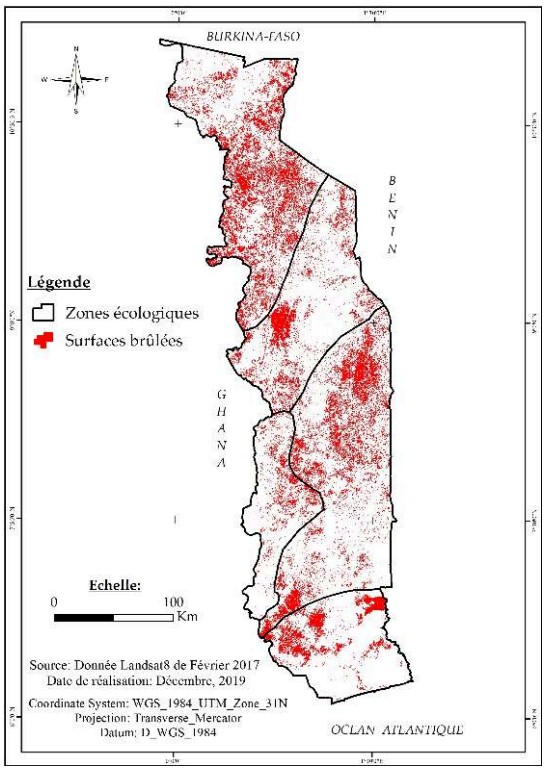


Figure 1b. Subdivisions écologiques du Togo. Carte des zones brulées au Togo en 2017.



7 Bien qu'elle soit traversée par une grande aire protégée (la réserve de faune Oti-Kéran-Mandouri), le contexte climatique et la végétation de la zone I constituent des facteurs très favorables à l'éclosion des feux (Badjana et al., 2012 ; Akpagana et Bouchet, 1994).

Par ailleurs, la fragilisation de la gestion de cette réserve suite aux troubles sociopolitiques des années 1990 a contribué à la dégradation des formations forestières.

8 La zone II ou zone région des montagnes du nord, est occupée par les forêts sèches, les forêts claires et les savanes . Ces formations végétales n'en demeurent pas moins affectées par les feux de végétation et l'exploitation du bois d'œuvre et du bois-énergie. Cependant, l'on note dans cette zone une relative conservation des ressources végétales plus circonscrites dans les réserves de faune d'Aledjo et de Fazao Malfakassa (Woegan et al., 2014).

9 Dans la zone III (zone des plaines du sud), on note une dégradation de plus en plus poussée des formations à dominance de forêts claires . Cette zone constitue aujourd'hui un foyer de production du bois-énergie (Fontodji et al., 2009). La dégradation de ces formations forestières suite aux activités anthropiques et les feux de végétation entraine une savanisation (Akodewou et al., 2019).

10 Parmi les cinq (5) zones écologiques, seule la zone IV, zone des montagnes du sud-ouest est connue comme zone forestière. Ces dernières années sous l'effet combiné de l'avancée du front agricole avec la pratique de l'agriculture sur brûlis, les feux de végétation et l'exploitation, l'on assiste de plus en plus à la dégradation, à la déforestation et à la prolifération des espèces invasives et envahissantes dans cette zone (Akpagana et al., 1993).

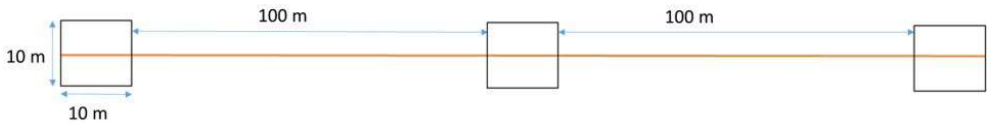
11 La zone V, malgré sa spécificité de zone humide, de forte urbanisation et d'occupation agricole n'en demeure pas moins sujette au feu. La végétation est constituée des bosquets, des îlots forestiers, des parcs agroforestiers et des prairies .

Collecte des données

12 La collecte des données a été réalisée du 15 octobre au 10 novembre 2018, période correspondant à la fin du cycle de la majorité des plantes herbacées. Le choix des zones d'échantillonnage a été effectué en tenant compte des zones de la récurrence des feux par zone écologique et de l'accessibilité (Figure 1a et b). Au total, 118 points d'échantillonnages ont été considérés lors de cette étude. Ces points sont répartis comme suit : 26 dans la zone I, 27 dans la zone II, 25 dans la zone III, 16 dans la zone IV et 24 dans la zone V.

13 Les inventaires phytosociologiques ont été effectués au sein des placettes de 10 x 10 m (Amegnaglo et al., 2018). Le nombre de placettes par point d'échantillonnage est de trois (3) et séparées d'une distance minimale de 100 m (Figure 2). Globalement les inventaires phytosociologiques ont été effectués au sein de 354 placettes sur toute l'étendue du territoire. Les formations végétales prises en compte sont les savanes, les jachères et les forêts claires, les forêts sèches et les forêts denses semi-décidues.

Figure 2. Dispositif d'inventaire phytosociologique.



14 Au sein de chaque placette, toutes les espèces présentes ont été relevées et affectées de leurs coefficients d'abondance dominance suivant l'échelle de Braun-Blanquet (1932).

Ces coefficients sont les plus utilisés dans la sous-région ouest-africaine . En plus des inventaires phytosociologiques, une fiche de descripteurs écologiques a été remplie afin de caractériser le milieu d'étude. Il s'agit de : la typologie des formations végétales, la topographie (pente, versants, sommet, plateaux), types d'herbacées dominantes (annuelle/pérenne), le passage de feu, la présence d'affleurement de roches, le type de sol, la couverture de la strate ligneuse.

15 Au sein de chaque placette, la biomasse est échantillonnée dans 3 carrés de 1 m x 1 m . Le nombre d'échantillons par site est de 9, soit un total de 1062. Les espèces ont été coupées au ras du sol à l'aide d'un sécateur de jardinier. La masse de la biomasse totale fraiche prélevée est directement mesurée à l'aide d'une balance de précision de troisième degré. Les échantillons ont été ensuite étiquetés (Figure 2) en y ajoutant le numéro du point et le nom de la localité la plus proche de même que les coordonnées géographiques (longitude, latitude et altitude) à l'aide d'un récepteur GPS (Global Positioning System). Les échantillons prélevés ont été séchés à l'étuve à 105 °C pendant 48 h, puis pesés de nouveau afin de déterminer la biomasse sèche .

Figure 3. Prélèvement de la biomasse.

Traitement des données

16 Les traitements et analyses des données collectées ont été réalisés avec le tableur Microsoft Excel, les logiciels Community Analysis Package (CAP 2.15) et R. Le tableur Excel a permis de saisir les données, de calculer les indices de diversité de Shannon et l'Équitabilité de Pielou, l'abondance des espèces recensées, des familles, des types biologiques et phytogéographiques, et la construction des graphiques. Le calcul des abondances des différentes espèces et des familles s'est basé sur les coefficients d'abondance/dominance de Braun-Blanquet (1932). L'analyse de la similarité floristique, basée de l'indice de Sorenson a été réalisée avec le logiciel Community Analysis Package (CAP 2.15). Une carte graphique de distribution des types biologiques a été ensuite effectuée avec R.

17 La biomasse herbacée (BH) est calculée suivant la formule :

$$BH = \left(\frac{1}{3}\right) \times \frac{10000}{s} \times \frac{\sum_{i=1}^{n} Pfi \times Psi}{100}$$

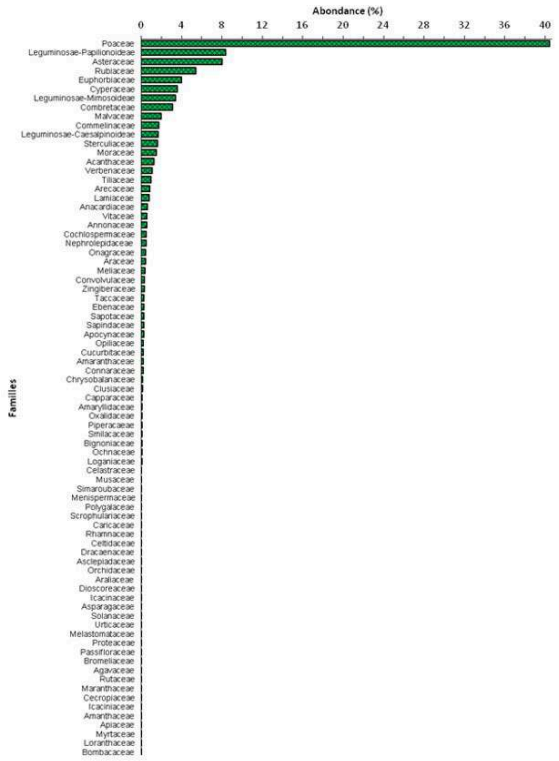
18 Le nombre « 3 » représente le nombre de placettes par placeau, « *Pfi* » le poids frais en gramme (g) de l'échantillon i mesuré sur le terrain, « *Psi* » le poids sec en g de l'échantillon après séchage et « *s* » la superficie échantillonnée en m². Les données ont été exprimées en tonnes de matière sèche par hectare (t MS.ha-1), puis converties en tonnes de carbone par hectare (t C.ha-1) en considérant la valeur de 50 % pour la teneur en carbone .

Résultats

Diversité spécifique de la flore pyrophyte du Togo

19 Au total, une florule de 466 espèces végétales réparties au sein de 79 familles et 291 genres a été identifiée. Les espèces les plus abondantes dans les zones échantillonnées sont : *Chromolaena odorata* (L.) R.M. King., *Sporobolus pyramidalis* P. Beauv., *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf., *Panicum maximum* Jacq., *Andropogon gayanus* Kunth. et *Imperata cylindrica* (L.) Raeusch. avec des abondances relatives de 4,33 %, 3,73 %, 2,95 %, 2,82 %, 2,56 % et 2,49 %. Ce sont les espèces caractéristiques les plus représentées dans les habitats constamment sujets aux différents régimes de feux annuels à l'échelle nationale. On note une très forte abondance des Poaceae (40,48 %). Les Leguminosae-Papilionoideae (8,40 %), les Asteraceae (8,05 %) et les Rubiaceae (5,43 %) viennent en seconde position. Les autres familles sont représentées par moins de 5 % (Figure 4). Cette florule varie significativement en fonction des zones écologiques.

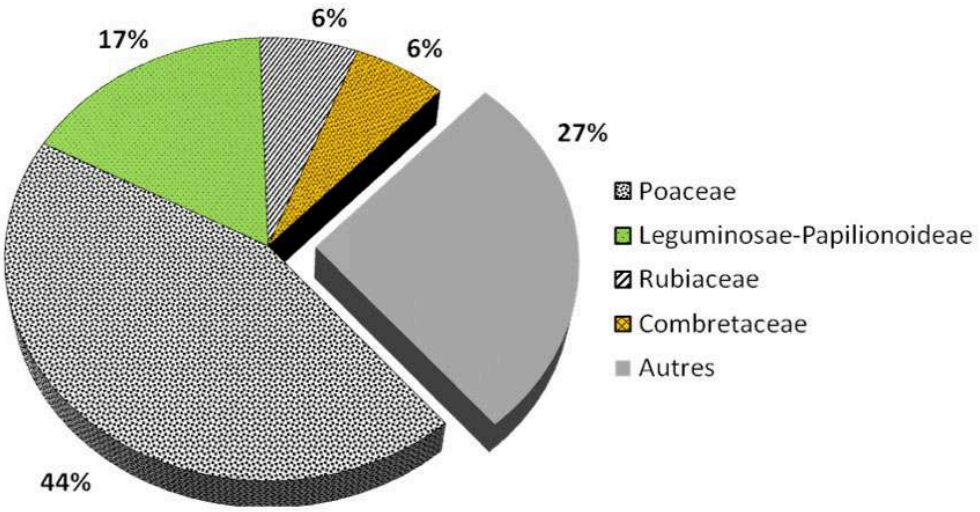
Figure 4. Spectre général de l'abondance/dominance des familles de plantes.



20 La florule est de 206 espèces réparties en 49 familles et 129 genres dans la zone écologique I. *Heteropogon contortus* (L.) P. Beauv. ex Roem & Schult. (7,75 %), *Diheteropogon amplectens* (Nees) W.D.Clayton (6,88 %), *Loudetia hordeiformis* (Stapf) C.E. Hubbard (6,32 %) et *A. gayanus* (6,14 %) sont les espèces les plus représentées dans les espaces brûlées. Cette prédominance des espèces de la famille des Poaceae ressort clairement dans le spectre d'abondance/dominance des familles où cette famille occupe à elle seule 44,04 % des espaces. Les Poaceae sont secondées par les Leguminosae-

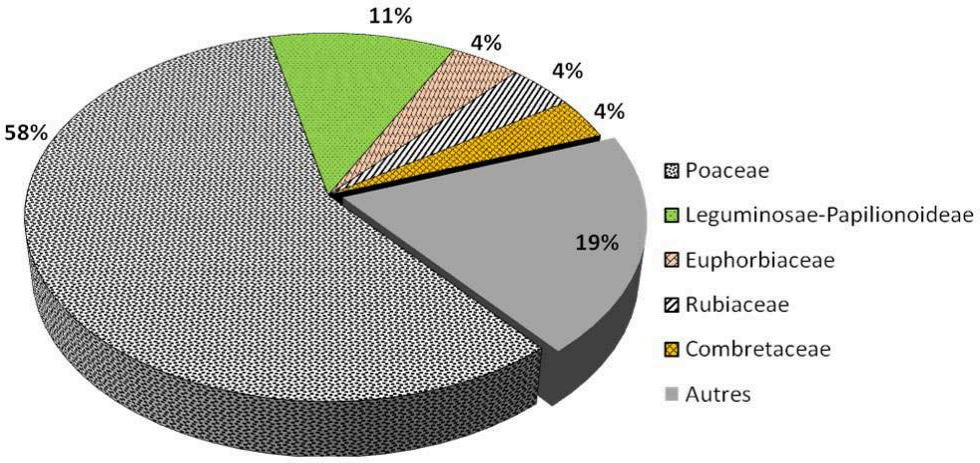
Papilionoideae (16,54 %). Les Rubiaceae et les Combretaceae viennent en troisième position. Les 45 familles restantes ne représentent que 26,95 % de l'ensemble (Figure 5).

Figure 5. Spectre de l'abondance/dominance des familles de plantes de la zone I.



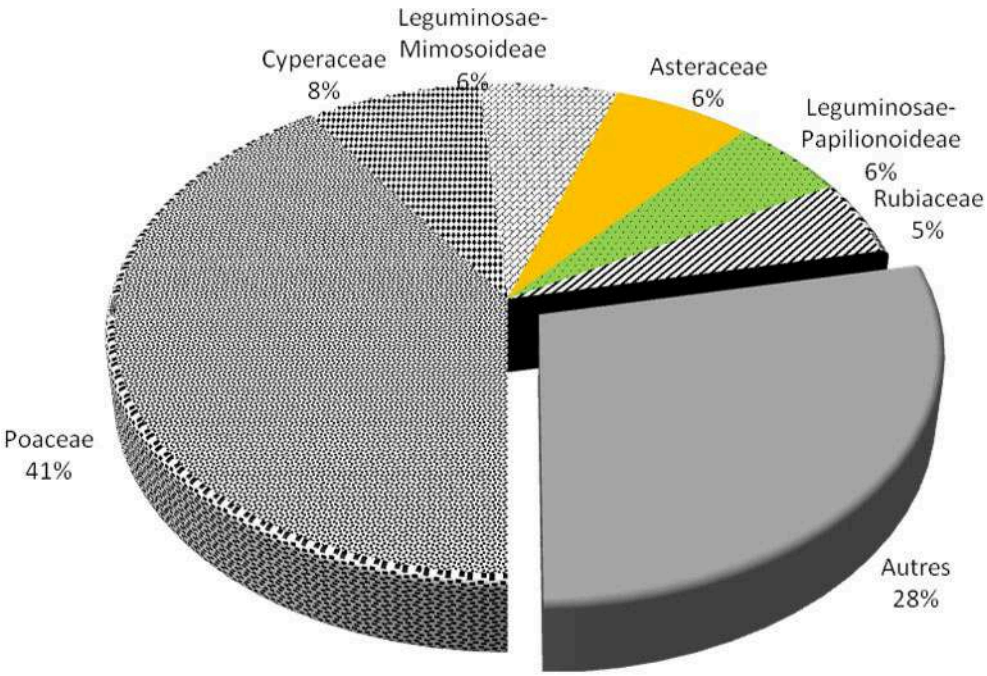
21 La florule de la zone II est de 185 espèces reparties en 48 familles et 102 genres. Les espèces caractéristiques sont : *H. rufa* (13,94 %), *Loudetia togoensis* (Pilg.) C.E.Hubbard (7,82 %), *Elionurus ciliaris* Kunth (5,15 %) et *A. gayanus* (5,14 %). Les Poaceae (57,60 %), suivie des Leguminosae-Papilionoideae (11,16 %) sont les familles les plus représentées. Elles sont suivies par les Euphorbiaceae (4,20 %), les Rubiaceae (4,00 %) et les Combretaceae (3,60) (Figure 6).

Figure 6. Spectre de l'abondance/dominance des familles de plantes de la zone II.



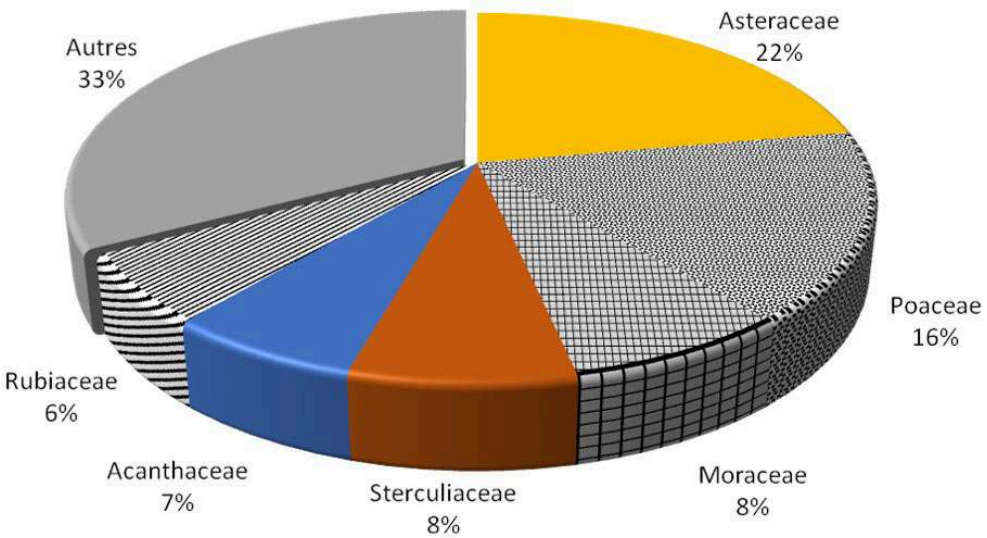
22 Dans la zone III, 177 espèces réparties en 49 familles et 129 genres ont été identifiées. *D. amplectens* (5,64 %), *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arn. (5,42 %), *Paspalum scrobiculatum* L. et *C. rotondus* demeurent les espèces dominantes. Les Poaceae et les Cyperaceae restent par conséquent les familles dominantes avec respectivement 42,24 % et 13,20 % (Figure 7). Cette florule montre un climat relativement humide. Cette zone diffère des deux (2) premières par la forte représentativité des Poaceae et la présence des Cyperaceae.

Figure 7. Spectre de l'abondance/dominance des familles de plantes de la zone III.



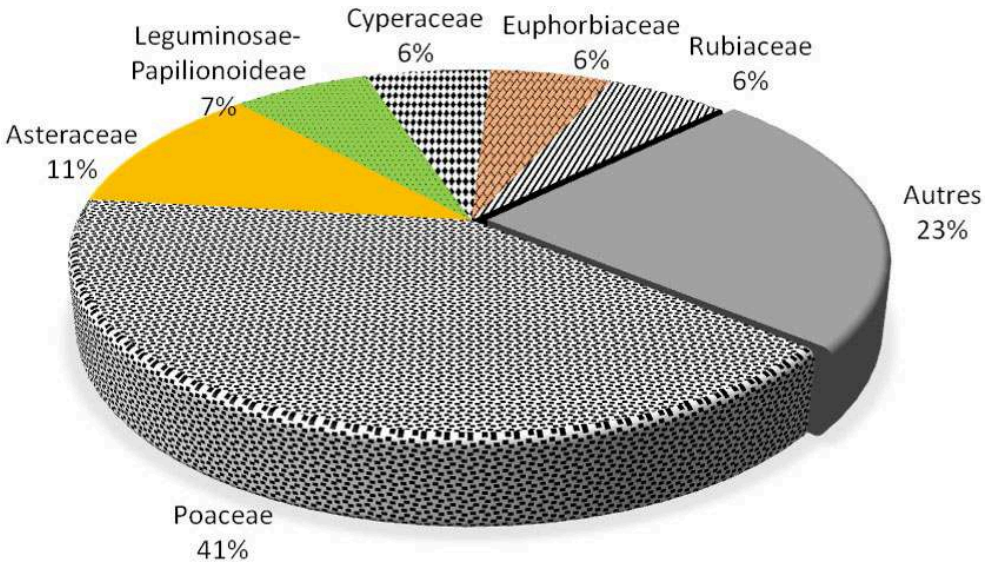
23 La diversité floristique des sites échantillonnés de la zone IV est 133 espèces représentées par 48 familles et 114 genres. Cette florule est dominée par les espèces invasives/envahissantes : *C. odorata* (14,14 %) et *Panicum maximum* Jacq. (6,88 %). Les familles dominantes sont : les Poaceae (16,63 %), les Moraceae (07,82 %), les Sterculiaceae (7,78 %), les Acanthaceae (6,74 %) et les Rubiaceae (6,09 %) (Figure 8). Cette zone se diffère des autres par une florule caractéristique des savanes guinéennes et une forte représentativité des espèces invasives/envahissantes. La prédominance des espèces invasives/envahissantes dans la flore pyrophyte de la zone IV est une conséquence directe de la dégradation de la végétation originelle de cette zone due en particulier aux activités humaines. On note une plus faible diversité dans la zone IV. Cette différence est liée aux types de formations végétales.

Figure 8. Spectre de l'abondance/dominance des familles de plantes de la zone IV.



24 Un total de 162 espèces représentées par 38 familles et 123 genres a été recensé dans la zone V. Les espèces caractéristiques sont : *S. pyramidalis* (8,03 %), *Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv. (6,58 %) et *P. maximum* (6,27 %). Les Poaceae (40,78 %) constituent la famille dominante, suivie des Asteraceae (11,40 %). On note aussi les Leguminosae-Papilionoideae, les Cyperaceae, les Ephorbiaceae et les Rubiaceae (Figure 9).

Figure 9. Spectre de l'abondance/dominance des familles de plantes de la zone V.



Comparaison de flore pyrophyte suivant les zones écologiques

25 Le dendrogramme de la figure 10 ressort la similarité floristique entre la flore pyrophyte des différentes zones écologiques. Les indices de similarité de Sorensen montrent une plus forte similarité entre les zones I et II, et entre les zones III et IV avec des valeurs respectives de 0,52 et 0,51 (Tableau 1). Par contre, les plus faibles similarités s'observent entre la zone IV et les zones I et II respectivement 0,22 et 0,25.

Figure 10. Dendrogramme montrant les similarités floristiques entre les zones écologiques.

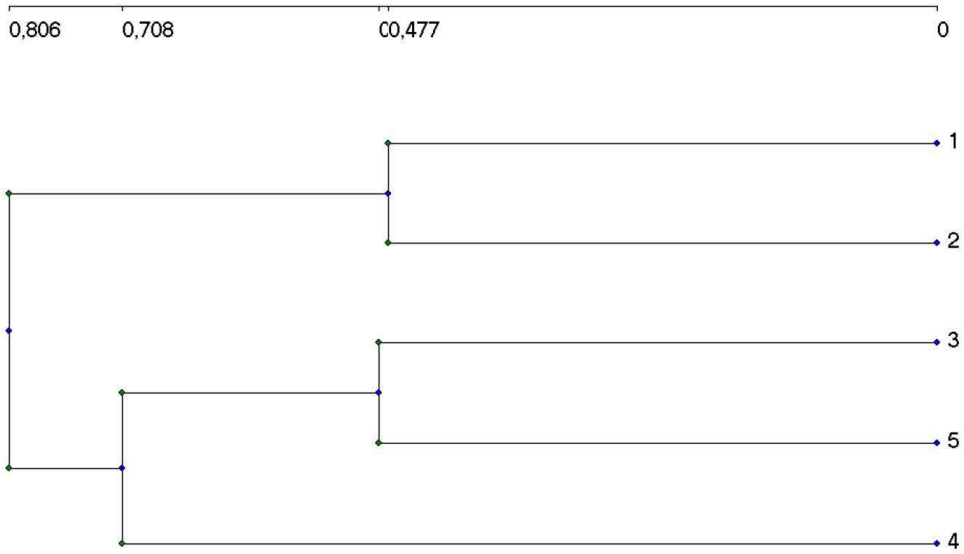


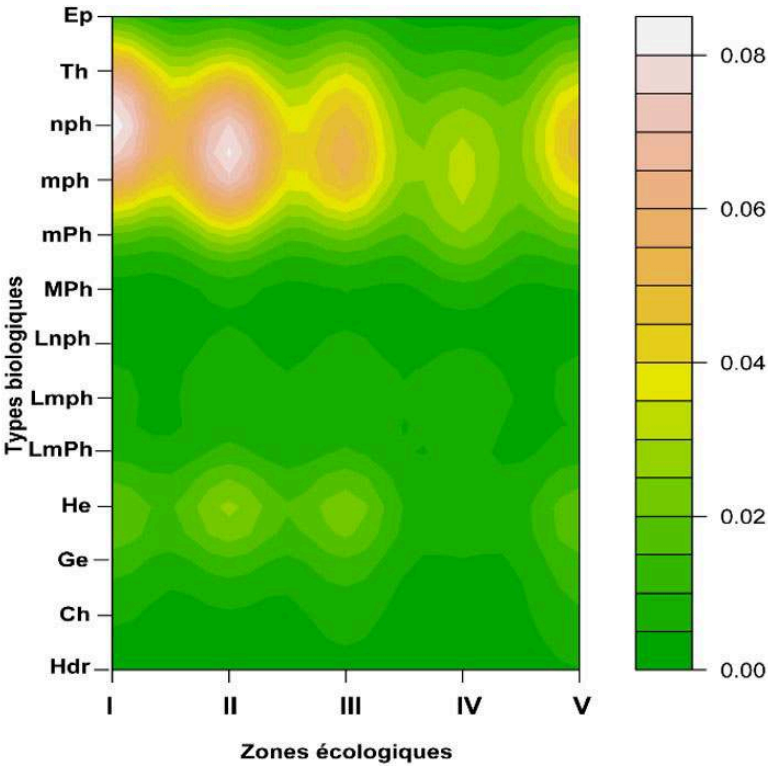
Tableau 1. Résultats du test de similarité de Sorenson de la diversité spécifique entre les zones écologiques.

Zone écologique	I	II	III	IV
II	0,52			
III	0,44	0,47		
IV	0,22	0,25	0,34	
V	0,36	0,34	0,51	0,35

26 La carte de distribution des espèces suivant les types biologiques (Figure 11) montre une individualisation de la zone I par la forte représentativité des thérophytes et leur quasi-absence dans la zone IV. Par ailleurs, les nanophanérophytes sont plus représentées dans les zones I et II et très faiblement perceptibles dans la zone IV.

27 La flore étudiée est caractérisée par les phanérophytes, les thérophytes, les chaméophytes, les hémicryptophytes, les épiphytes, les hydrophytes et les géophytes. Les thérophytes, les nanophanérophytes et les microphanérophytes sont les types biologiques les plus représentés dans les zones écologiques I et II, mais sous représentées dans les zones IV. Les mésophanérophytes (mPh) et les mégaphanérophytes (MPh) par contre sont plus dominants dans la zone IV et moins dans la zone I. Les lianes mésophanérophytes (LmPh) et les chaméophytes (Ch) enregistrent une forte densité respectivement dans les zones IV et V. Les 05 zones écologiques présentent des densités proches en géophytes (G), en hémicryptophytes (H) et en lianes nanophanérophytes (LnPh).

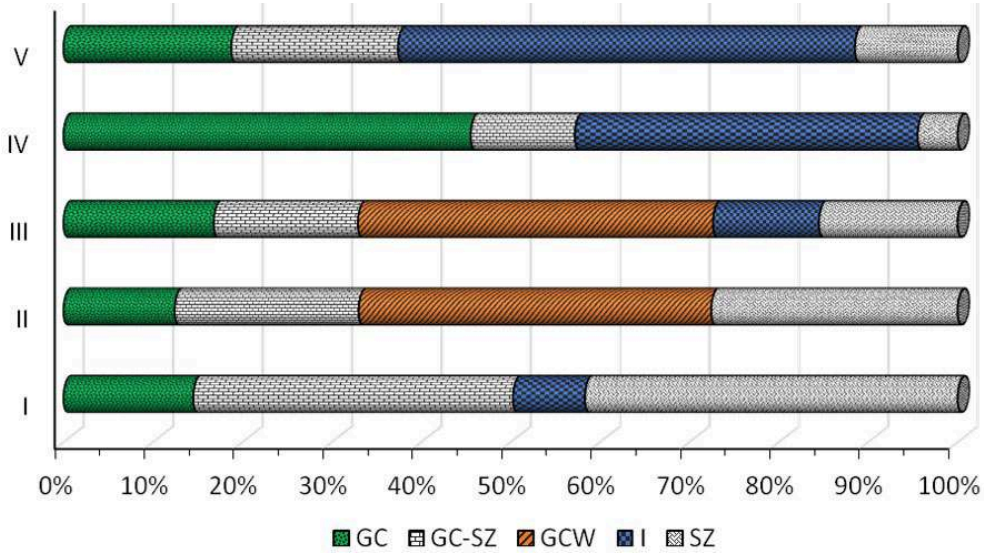
Figure 11. Carte de distribution des types biologiques de la flore pyrophyte recensée.



Mp : mésophanérophytes, np : nanophanérophytes, Th : thérophytes, mP : mésophanérophytes, h : hémicriptophytes, Lmp : lianes microphanérophytes, G : géophytes, Ch : Chamephytes, Lnp : lianes nanophanérophytes, Par : parasite, Hyd : hydrophytes, MP : mégaphanérophytes.

28 En se basant sur la fréquence de rencontre de chaque type phytogéographique en fonction de la zone écologique, on note que la zone III est celle qui rassemble tous les types d'espèces confondues. Seules les zones II et III contiennent particulièrement et avec des probabilités de contact quasiment identiques pour les espèces appartenant au massif forestier occidental (GCW). Cette caractéristique rapproche donc ces deux (2) zones. On note aussi une diminution graduelle du contact des espèces introduites dans la flore pyrophyte du sud vers le nord, avec une quasi-absence dans la zone II. La zone IV s'individualise par le taux élevé de fréquence des espèces guinéo-congolaises et une faible fréquence des espèces soudano-zambéziennes. La situation inverse s'observe dans la zone I (Figure 12).

Figure 12. Répartition des types phytogéographiques de la flore pyrophyte suivant les zones écologiques.



GC : espèces de la zone guinéo-congolais, SZ : SZ : espèces de la zone soudano-zambéziens,GC-SZ : espèces connue dans les deux zones guinéo-congolais et soudano-zambéziens, GCW : espèce appartenant au massif forestier occidental, I : espèce introduites.

Variation de la biomasse et écologie

29 La productivité moyenne de la biomasse herbacée sèche dans l'ensemble est de 5,42 t MS/ha. La biomasse fraiche est évaluée en moyenne à 14,46 t/ha, soit un taux d'eau de 61,45 %. À l'échelle de la zone d'étude le stock de carbone dans la biomasse brûlée est de 2,71 t C/ha. Ces valeurs varient lorsqu'on considère les différentes zones écologiques.

30 Les biomasses fraiches sont similaires et ont les plus fortes valeurs respectivement dans les zones III et V (Tableau 2). Il en est de même entre les autres zones où l'on constate de valeurs plus faibles et similaires en comparaison aux deux (2) premières zones. La variabilité des biomasses échantillonnées est plus élevée dans les zones III et moindre dans les zones I et II.

31 La productivité moyenne de la biomasse pyrophyte est plus élevée dans la zone V et moins élevée dans la zone IV (Tableau 2, Figure 13). De façon générale, les tests statistiques montrent une différence significative entre les zones ($p = 0{,}001$). La variation de la biomasse sèche suit la même tendance que celle de la biomasse fraiche au sein des zones I et II où les valeurs restent analogues. La variation des masses des échantillons reste plus élevée dans les zones III et IV et faible dans la zone V. Cependant, en fonction du taux moyen d'eau, la valeur la plus grande est obtenue dans la zone IV et la valeur la plus petite dans la zone II.

32 La variation de la teneur en carbone suit la même tendance que la biomasse sèche. Cependant, il n'existe pas de corrélation entre la biomasse sèche et la biomasse fraiche. Cette différence s'explique par la variation de la teneur en eau des échantillons.

Figure 13. Variation de la biomasse sèche suivant les zones écologiques.

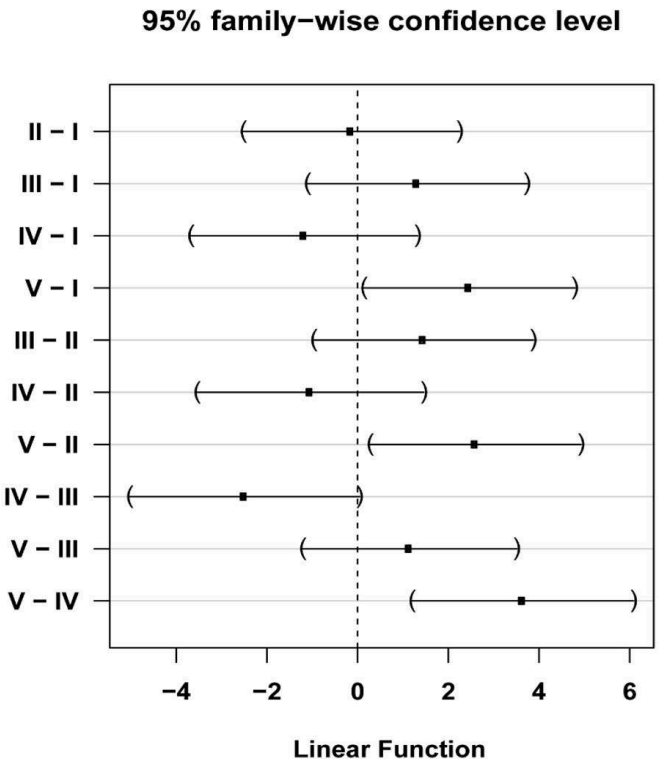


Tableau 2. Moyennes et coefficients de variation des paramètres de la biomasse.

Paramètres \ Zones		I	II	III	IV	V	*p*
Biomasse fraiche	Moy (t MS/ ha)	12,31 ± 4,82	11,11 ± 4,36	**18,60 ± 14,17**	11,62 ± 5,79	18,03 ± 7,03	0,008
	CV	39,15	39,22	**76,17**	49,84	38,91	-
Biomasse sèche	Moy (t MS/ ha)	4,83 ± 2,29	4,69 ± 1,89	6,15 ± 3,26	3,65 ± 2,43	**7,30 ± 2,73**	0,001
	CV	47,43	40,23	53,09	**66,63**	37,47	-
Taux d'eau	Moy (%)	61,26 ± 6,22	57,40 ± 6,53	63,55 ± 10,81	**68,01 ± 10,79**	58,56 ± 7,48	0,001
	CV	10,15	11,38	**17**	15,87	12,77	-

Moy. = moyenne ; Cv = coefficient de variation ; *p* = degré de significativité

33 La variation de la biomasse est dépendante de la nutrition carbonée qui est dépendante des facteurs écologiques. La teneur en eau de la biomasse est liée au climat (pluviométrie, température et humidité) ainsi que les types de végétations et leur diversité floristique. Les types d'espèces (plantes crassulessentes, pérennes ou annuelles) influencent le taux d'eau des échantillons. La productivité abondante de la biomasse herbacée dans les zones écologiques V et III est liée à la disponibilité en eau

plus élevée due à la durée plus longue de la saison des pluies. Par contre, la courte durée de la période humide et les sols moins profonds réduisent la disponibilité en eaux et favorisent le développement des plantes herbacées à cycle court dans zones I et II. Par conséquent, la productivité en biomasse devient faible et la vitesse de dessèchement plus élevée en comparaison aux zones III et IV.

34 Bien que les résultats montrent un taux comparable d'eaux entre les zones II et V, la vitesse de dessèchement serait plus grande dans la zone II. Cette différence est due aux conditions climatiques, notamment la différence des saisons et l'humidité qui sont plus élevées dans la zone V. En se basant sur la disponibilité en biomasse, l'intensité et l'impact des feux tardifs sur la biodiversité et les infrastructures seraient plus élevés dans les zones III et IV que les zones I et II. La zone forestière étant moins pourvue en espèces décidues et en biomasse herbacée et plus dotée en strate ligneuse, l'assèchement de la biomasse serait plus lent. Par conséquent la date de mise feu devrait être plus tardive que dans les zones I, II et III. La réglementation des feux de végétation doit tenir aussi compte des spécificités locales. En effet, lorsque l'on considère à titre illustratif la zone V, on remarque deux contrastes, les savanes guinéennes et les savanes plus ou moins inondables dans la partie est correspondant à la zone humide caractérisée par des mares saisonnières/permanentes et des sols à hydromorphie permanente et partielle.

Discussion

35 La prédominance des Poaceae confirme le caractère pyrophyte au sein de l'ensemble des zones échantillonnées de façon générale. On note une forte représentativité des Poaceae et des Leguminosae-Papilionoideae dans les zones I et II. La présence des Combretaceae dans les deux (2) zones (I et II) est une caractéristique typique du Centre d'Endémisme Soudanien (Aubreville, 1950). La dominance des Combretaceae a aussi été relevée par des études antérieures réalisées dans la zone soudanienne du Togo (Folega et al., 2014 ; Polo-Akpisso et al., 2015). Bien que comparable à la zone I par l'occupation des Poaceae, la présence des Cyperaceae, des Asteraceae, des Rubiaceae, des Euphorbiaceae et des Leguminosae confirme le caractère plus humide (Aubreville, 1950) des zones III et V, par conséquent la présence de savanes humides. En particulier, les Cyperaceae sont des espèces qui abondent le plus souvent des endroits humides/ marécageux à hydromorphie partielle ou permanente. Par ailleurs, on note dans cette zone un dense réseau hydrographique.

36 La zone IV est la région forestière par opposition à la zone I couverte principalement par les savanes soudaniennes . Le climat soudanien de la zone I couplé aux sols relativement pauvres favorise le développement des Poaceae dont la couverture reste un peu plus de deux (2) fois supérieure à celle de la zone IV. La présence des Combretaceae dans la zone I est une caractéristique des savanes soudaniennes (Aubreville, 1950 ; Akpagana et al., 1998), relativement arides, à pluviométrie limitée et à forte température. La présence remarquable des Leguminosae-Papilionoideae et des Rubiaceae dans cette zone s'expliquer par la présence de formations ripicoles (Folega et al., 2012). Le caractère humide spécifique de la zone IV liée à la pluviométrie élevée ressort clairement dans la composition floristique marquée par la présence remarquable des familles des Moraceae, Sterculiaceae, Acanthaceae et Rubiaceae.

37 L'implication des activités anthropiques dans la prolifération des espèces invasives/envahissantes a été relevée par Akodewou et al. (2019) lors de son étude sur les plantes invasives du sud Togo. Les feux de végétation tardifs allumés intentionnellement par des paysans pour la mise place des cultures dévastent souvent les formations forestières environnantes détruisant leurs capacités de régénération. Cette pratique favorise la mise en place et la prolifération des espèces invasives/envahissantes au détriment des espèces spontanées contribuant ainsi au changement de la physionomie de la végétation et à la réduction de la biodiversité. L'installation des espèces invasives augmente la productivité de la biomasse pyrophyte et par conséquent la récurrence et l'augmentation de l'intensité du feu. L'une des conséquences de cette occupation est la dégradation de formation naturelle et la vulnérabilité de la flore spontanée (GISD, 2018). L'exploitation abusive du bois d'œuvre , du bois-énergie et des produits forestiers non-ligneux ainsi que l'avancée du front agricole, notamment l'agriculture itinérante sur brûlis et la culture des espèces héliophiles (Tchamie, 2000 ; Gnongbo, 2003) constituent des facteurs qui fragilisent les écosystèmes. Dans le cadre de la lutte contre les espèces invasives/envahissantes, une attention particulière devrait être accordée à la gestion des feux.

38 Les formes biologiques présentes dans les types de formations végétales constituent les principaux biofacteurs indicateurs des changements environnementaux et structuraux qui régissent les mutations à l'échelle du paysage. Les types phytogéographiques caractérisent les conditions climatiques et les types de formations, mais aussi les perturbations de la flore endogène. La spatialisation des types biologiques et phytogéographiques observés au cours de la présente étude serait probablement due aux gradients climatiques et représente un facteur directeur de la prépondérance du régime des feux.

39 La prépondérance de la flore introduite dans la zone V révèle le degré d'anthropisation. La végétation de cette zone est caractérisée par des mosaïques d'ilots forestiers, de champs et de jachères . La prépondérance des espèces guinéo-congolaises permet de confirmer le caractère forestier de la zone IV. Par contre, l'abondance des éléments de la flore soudano-zambézienne dans la zone I décrit un milieu adapté au développement de la savane dont la xéricité est relevée par la dominance des thérophytes. Cette xéricité est corroborée par la faible représentativité des hémicryptophytes et des géophytes . En effet, la diminution de la couverture des thérophytes et l'augmentation des hémicryptophytes traduiraient l'amélioration des conditions climatiques . Ceci se confirme par la faible proportion des thérophytes dans la zone forestière (zone IV) et une augmentation des hémicryptophytes dans la zone II. Le caractère forestier de la zone IV est aussi authentifié par la présence remarquable des mégaphanérophytes. La présence des hydrophytes dans les zones III et IV décrit les conditions situationnelles de certaines parties de ces zones marquées par la présence des mares temporaires et permanentes. Les zones II et III se démarquent des autres zones par la forte représentation de la flore transitionnelle, notamment les espèces appartenant au massif forestier occidental. Cette flore est caractéristique des forêts claires périodiquement brûlées par les feux de végétation. Cependant, l'on note une plus grande représentativité des phanérophytes dans la flore de la zone II que celle de la zone III. Cette dominance ressort le caractère plus boisé de la zone II, dont la couverture de la végétation ligneuse est souvent tributaire à la présence de la chaine de montagnes et de la réserve de faune Fazao-Malfakassa.

40 L'implication des facteurs pédologiques notamment la texture et la profondeur du sol dans la productivité de la biomasse ont été relevées par l'étude de Toko et Sinsin (2011). En plus de la texture et de la profondeur du sol, la disponibilité en eau est un facteur favorable à la productivité en biomasse .

41 L'impact des feux étant fonction de la biomasse disponible, en particulier la biomasse herbacée, l'intensité des feux tardifs devrait être plus importante dans les zones écologiques V et III et plus faible dans la zone écologique I. Ceci serait dû à la quantité de biomasse pyrophyte qui reste plus élevée dans les zones III et V. Ce résultat s'arrime à celui de Afelu et al. (2016) qui a montré que la perte de biomasse induite par le feu de végétation est plus importante dans les aires protégées de la zone guinéenne que dans la zone soudanienne du Togo lors de son étude sur l'impact du feu sur la biomasse des savanes guinéo-soudaniennes des aires protégées du Togo. En plus de ces paramètres, la vitesse du feu est aussi fonction de la vitesse du vent et de la densité et de la nature des espèces ligneuses. En effet, même si la disponibilité en biomasse herbacée est moins élevée dans les zones I et II, la prépondérance des espèces ligneuses décidues augmente la disponibilité de la matière pyrophyte en saison sèche. D'après les études Afelu et Kokou (2015) sur les paramètres physiques du comportement du feu, la vitesse de propagation du feu serait plus élevée dans la zone soudanienne que la zone guinéenne. Dans la zone soudanienne du pays, en particulier la zone écologique I, la faible densité des arbres et de l'abscision des feuilles des espèces ligneuses sont des facteurs susceptibles de diminuer la durée de dessèchement de la strate herbacée et d'augmenter l'occurrence des feux de végétation.

Conclusion

42 Les résultats présentés dans cet article montrent que les zones I et II sont plus pourvues en espèces pyrophytes tandis que la zone IV est moins pourvue. La florule recensée est de 466 espèces. La productivité de la biomasse pyrophyte est plus élevée en zones guinéennes qu'en zone soudanienne. Pour les traitements aux feux précoces prescrits en aménagement, la mise à feu dans les zones I et II doit être effectuée plus tôt en raison du caractère pyrophyte de la végétation et des facteurs favorisant le dessèchement rapide de la biomasse. Par contre dans les zones IV et V, la mise à feu précoce de la végétation doit intervenir plus tardivement en comparaison aux zones I et II. L'analyse des facteurs de la diversité et de la productivité en biomasse et la prise en compte des conditions écologiques ont permis de proposer un meilleur calendrier des périodes de mise en feux précoces de la végétation afin de limiter les dégâts souvent occasionnés par ces derniers. Cependant, il serait judicieux d'effectuer des études à l'échelle régionale, préfectorale et locale afin de proposer des calendriers plus adaptés et produire des cartes de vulnérabilité plus contextualisées. Un suivi mensuel de la dynamique de la biomasse et des analyses croisées des données climatiques et floristiques seraient de véritables atouts pour une gestion efficiente des feux.

Remerciements

43 Les auteurs tiennent à remercier tous ceux qui ont contribué à la collecte des données de terrains notamment les sieurs Atara Lébèm Léwa, Mensah Kossi, Tchagodomou-Samarou Ramdane, Sooundja Sinandja et Azo Akuété Koukouvi, Ingénieurs de travaux

en foresterie de l'École Nationale de Formation Agricole (INFA) de Tové et Mr Birega Batchoudi Winiga, doctorant de l'Université de Lomé au Togo. La présente étude a reçu un appui financier de la Fondation Internationale des Sciences (FIS).

BIBLIOGRAPHIE

Afelu, B. et K. Kokou, 2015, Paramètres physiques d'évaluation du comportement des feux de végétation au Togo, IJBCS, 9, 4, pp. 2091-2105.

Afelu, B., K. Fontodji et K. Kokou, 2016, Impact des feux sur la biomasse dans les savanes guinéo-soudaniennes du Togo, VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], 16, 1, URL : http://journals.openedition.org/vertigo/17106 ; DOI : 10.4000/vertigo.17106.

Akpagana, 1989, Recherche sur les forêts denses humides du Togo, Th. Doc., Bordeau III, France, 181 p.

Akpagana, K., A.K. Guelly et Y.M. Gumedzoe, 1993, Une adventice en voie d'envahissement du Territoire togolais : *Eupatorium odoratum* L. [syn. *Chromolaena odorata* (L.) R.M. King & Robinson] (Compositae), Acta Bot. Gallica., 140, 5, pp. 535-543.

Akpagana, K., et Ph. Bouchet, 1994, Etat actuel des connaissances sur la flore et la végétation du Togo, Acta Bot. Gallica., 141, 3, pp. 367-372.

Akpagana, K., J.T. Arnason, A. Akoegninou et P. Bouchet, 1998, La disparition des espèces végétales en Afrique tropicale. Cas du Togo et du Bénin en Afrique de l'Ouest, Le Monde des Plantes, 463, pp. 18-20.

Akodewou, A., J. Oszwald, S. Akpavi et L. Gazull, 2019, Problématique des plantes envahissantes au sud du Togo (Afrique de l'Ouest) : apport de l'analyse systémique paysagère et de la télédétection, Biotechnol. Agron. Soc. Environ., 23, 2, 16 p.

Akpoto, K., A. Kokutsè, R. Radji, K. Adjonou et K. Kokou, 2015, Impact of Small-Scale Logging in Semi Deciduous Forest of Togo (West Africa), J. Biodivers. Manag. Forest. 4, 1, 6 p, DOI : http://dx.doi.org/10.4172/2327-4417.1000138.

Amegnaglo, K.B., M. Dourma, S. kpavi, K. Wala, B. Diwediga, W. Atakpama, K.M.L.Agbodan, K. Batawila et K. Akpagana, 2018, Caractérisation des formations végétales pâturées de la zone guinéenne du Togo : typologie, évaluation de la biomasse, diversité, valeur fourragère et régénération, Int. J. Biol. Chem. Sci., 12, 5 ; pp. 2065-2084.

Atakpama, W., F. Folega, A.K. Azo, H. Pereki, K. Mensah, K. Wala et K. Akpagana, 2017, Cartographie, diversité et structure démographique de la forêt communautaire d'Amavenou dans la préfecture d'Agou au Togo, Rev. Géog.Univ. Ouagadougou, 06, 02, pp. 59-82.

Aubreville, A., 1950, Flore Forestiere Soudano-guinéenne, Afrique Occidental Française-Cameroun-Afrique Équatorial Française, Société d'Édition Geographiques Maritimes et Coloniales, Paris, 524 p.

Badjana, H. M., K. Batawila, K. Wala et K. Akpagana, 2012, Evolution Des Paramètres Climatiques Dans La Plaine De L'Oti (Nord-Togo) : Analyse

Statistique, Perceptions Locales Et Mesures Endogènes D'adaptation, African Socio. Rev., 12, 2, pp. 77–95.

Batawila, K., 1997, Recherches sur les formations dégradées et jachères de la plaine côtière du sud Togo, Mém. DEA, Univ. Lomé, Togo, 65 p.

Bechir, A.B. et L.Y. Mopate, 2015, Analyse de la dynamique des pâturages autour des ouvrages hydrauliques des zones pastorales du Batha Ouest au Tchad, Afrique Sci., 11, 1, pp. 212-226.

Boisramé G., S. Thompson, B. Collins et S. Stephens, 2017. Managed Wildfire Effects on Forest Resilience and Water in the Sierra Nevada. Ecosystems, 20, 4, pp. 717–732.

Braun-Blanquet, J., 1932, Plant sociology : the study of plant communities, 439 p.

Dourma, M., K. Wala, R. Bellefontaine, K. Batawila, K. Guelly et K. Akpagana, 2009, Comparaison de l'utilisation des2014 ressources forestières et de la régénération entre deux types de forêts claires à *Isoberlinia* au Togo, BFT, 302, 2, pp. 5-19.

Edwards, A., J. Russell-Smith et M. Meyer, 2015, Contemporary fire regime risks to key ecological assets and processes in north Australian savannas, Int. J. Wildland Fire, 24, 6, pp. 857-870.

Ern, H., 1979, Die Vegetation Togos, Gliederung, Gefährdung, Erhaltung, Willdenowia, 9, pp. 295-315.

Folega F., D. Marra, K. Wala, K. Batawila, C. Zhang, X. Zhao et K. Akpagana, 2012, Assessment and impact of anthropogenic disturbances in protected areas of northern Togo, Forestry Studies in China, 14, 3, pp. 216-223.

Folega, F., D. Marra, K. Wala, K. Batawila, X. Zhao, C. Zhang et K. Akpagana, 2014. Basic overview of Riparian forest in Sudanian Savanna ecosystem : Case study of Togo. Revue d'Écologie (La Terre et la Vie), 69, 1, pp. 24-38.

Folega, F., K. Wala, A.Y. Woegan, M. Kanda, M. Dourma, K. Batawila et K. Akpagana, 2018, Flore et communautés végétales des inselbergs du Sud-Est du Togo, Physio-Géo. Géo. Phys. Env., 12, pp. 1-21.

Fontodji, J.K., Y. Nuto et H. Atsri H, 2009, Impact of charcoal production on woody plant species in West Africa : A case study in Togo. Sci. Res. Essay, 4, 9, pp. 881-893.

Global Invasive Species Database (GISD), 2018, Species profile : *Urochloa maxima*, [En ligne] URL : http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=398, consulté le 27/02/2018

Gnongbo, T.Y., 2003, Mise en valeur agricole et évolution du milieu naturel dans la zone forestière du Litimé (Togo), Les Cahiers d'Outre-Mer, 224, pp. 443-460.

Guelly, K., 1994, Les savanes de la zone forestière subhumide du Togo, Th. Doc., Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, France, 163 p.

Inoussa, M.M., A. Mahamane, C. Mbow, M. Saadou et B. Yvonne, 2011, Dynamique spatio-temporelle des forêts claires dans le Parc national du W du Niger (Afrique de l'Ouest), Sécheresse, 22, 2, pp. 108-116.

Kamau, P.N. et K.E. Medley, 2014, Anthropogenic fires and local livelihoods at Chyulu Hills, Kenya, Lands, Urban Plan., 124, pp. 76-84.

Kaou, K.A.K., O.L. Manzo, I.D. Guimbo, S. Karim, R. Habou et R. Paul, 2017, Diversité floristique et structure de la végétation dans la zone dunaire du sud-est du Niger : Cas de Mainé soroa, J. Appl. Biosci., 120, pp. 12053-12066.

Kokou, K., A. Atato, R. Bellefontaine, A. Kokuste et G. Caballé, 2006, Diversité des forêts denses sèches du Togo (Afrique de l'Ouest), Rev. Ecol. Terre Vie, 61, pp. 225-246.

Kokou, K. et N. Sokpon, 2006, Les forêts sacrées du couloir du Dahomey, BFT, 288, 2, pp. 15-23.

Melom, S., E. Mbayngone, A.B. Bechir, N. Ratnan et P.M. Mapongmetsem, 2015, Caractéristiques floristique et écologique des formations végétales de Massenya au Tchad (Afrique centrale), J. Anim. Plant Sci., 25, 1, pp. 3799-3813.

Meyer, J.-Y., L.L. Loope, A. Sheppard, J. Munzinger et T. Jaffré, 2006, Les plantes envahissantes et potentiellement envahissantes dans l'archipel néo-calédonien : première évaluation et recommandations de gestion, Les Espèces Envahissantes dans l'Archipel Néo-Calédonien, Part II, pp. 52-98.

Müller, C., 2009, Climate change impact on Sub-Saharan Africa : an overview and analysis of scenarios and models, Bonn, 47 p.

Payet, G., G. Barbarin et M. Mercier, 2015, Suivi scientifique des zones incendiées en cœur de Parc national et gestion des espèces exotiques envahissantes : stratégies, bilans et perspectives, Parc national de La Réunion 2015, Actes du séminaire des gestionnaires de la conservation de conservation de la biodiversité à La Réunion : GECOBIO 1, pp. 26.

Polo-Akpisso, A., K. Wala, S. Ouattara, Y. Woegan, M. Coulibaly, A. Atato, W. Atakpama, M. Nare, T. Yao et K. Akpagana, 2015, Plant Species Characteristics and Woody Plant Community Types within the Historical Range of Savannah Elephant, *Loxodonta africana* Blumenbach 1797 in Northern Togo (West Africa), Ann. Res. Rev. Biol., 7, 5, pp. 283-299.

Russell-Smith, J., 2016, Fire management business in Australia's tropical savannas : Lighting the way for a new ecosystem services model for the north ?, Ecol. Manag. Rest., 17, 1, pp. 4-7.

Savadogo, P., D. Tiveau, L. Sawadogo et M. Tigabu, 2008, Herbaceous species responses to long-term effects of prescribed fire, grazing and selective tree cutting in the savanna-woodlands of West Africa, Persp. Plant Ecol. Evol. Syst., 10, 3, pp. 179-195.

Tchamie, T.T.K., 2000, Les problèmes environnementaux liés à la caféiculture sur les plateaux du sud-ouest du Togo, Revue du CAMES - Série B, 02, 16 p.

Toko, I. et B. Sinsin, 2011, Facteurs déterminant la variabilité spatiale de la biomasse herbacée dans la zone soudano-guinéenne du Bénin, IJBCS, 5, 3.

Trochain, J.-L., 1980, Écologie végétale de la zone intertropicale non désertique : Th. Doc., Univ. Paul Sabatier, Toulouse, France, 468 p.

Wala, K., A.Y. Woegan, W. Borozi, M. Dourma, A. Atato, K. Batawila et K. Akpagana, 2012, Assessment of vegetation structure and human impacts in the protected area of Alédjo (Togo), Afr. J. Ecol., 50, pp. 355-366.

Woegan, Y., S. Akpavi, M. Dourma, A. Atato, K. Wala et K. Akpagana, 2014, Etat des connaissances sur la flore et la phytosociologie de deux aires protégées de la chaîne de l'Atakora au Togo : Parc National Fazao-Malfakassa et Réserve de Faune d'Alédjo, Int. J. Biol. Chem. Sci., 7, 5, pp. 1951-1962.

RÉSUMÉS

Les feux de végétation restent un facteur écologique important pour la gestion durable des écosystèmes. Cependant, la défaillance dans la gestion efficiente de ce dernier demeure une

contrainte majeure pour la conservation de la biodiversité et l'équilibre écologique des écosystèmes tropicaux. En vue de donner des pistes pour une gestion efficiente des feux de végétation au Togo, une étude phytosociologique et une évaluation de la biomasse combustible ont été réalisées. Les inventaires phytosociologiques au sein de 354 placettes de 10 m x 10 m ont permis d'évaluer la flore pyrophyte. Les biomasses combustibles humide et sèche ont été quantifiées sur la base 1062 échantillons coupés à intérieur des quadras de 1 m x 1 m. La florule pyrophyte identifiée est de 466 espèces à dominance des Poaceae (40,48 %) dont la proportion est variable en fonction des conditions écologiques. À l'exception de la zone forestière (Zone IV, 16,64 %), on note une nette dominance des Paoceae dans les autres zones avec une proportion de plus de 40 %. Les espèces dominantes sont : *Chromolaena odorata*, *Sporobolus pyramidalis*, *Hyparrhenia rufa*, *Panicum maximum*, *Andropogon gayanus* et *Imperata cylindrica*. La similarité est plus élevée entre les zones I et II et entre les zones III et V. La biomasse des zones brûlées est estimée à 5,42 t MS/ha en moyenne. Les biomasses les plus élevées sont obtenues dans les zones écologiques V et III (7,30 t MS/ha et 6,15 t MS/ha), tandis que la plus faible correspond à la zone IV (3,65 t MS/ha). Des études à l'échelle régionale, préfectorale et locale seraient plus conseillées en vue de prendre en compte les réalités microclimatiques, de déterminer les vulnérabilités et d'en déduire des mesures spécifiques de gestion.

Wildfires are an important ecological factor for the ecosystem lasting management. However, the lack of control over its management can lead to adverse effects on biodiversity and the ecological balance. Providing guidelines for efficient management of wildfires in Togo was the aim of this study focused on phytosociology and fuel biomass assessment. Phytosociological inventories were used to assess pyrophyte floras. Humid and dried fuel biomass were quantified based on 1062 samples within square of 1 m x 1 m. The pyrophyte flora identified was 466 species dominated by therophytes and Poaceae (40.48 %) which proportion vary according to the location and the ecological factors. With the exception of the forest area (Zone IV) with a low dominance of Poaceae (16.64 %) with *Chromolaena odorata* as the most abundant species, the other areas have a minimum of 40 % of Poaceae and characterized by *Sporobolus pyramidalis*, *Hyparrhenia rufa*, *Panicum maximum*, *Andropogon gayanus*, and *Imperata cylindrica*. The highest significant similarities were observed between the zones I and II and between the zones III and V. Globally, the biomass of the burned areas was estimated at 5.42 t MS/ha. Highest biomass values were obtained in the ecological zones V and III (7.30 t MS/ha and 6.15 t MS/ha), while the lowest corresponds to the zone IV (3.65 t MS/ha). Further studies, namely at regional, prefectural, and local levels would be better advised to take into account the micro-climatic realities, to determine the vulnerability, and to afford specific management measures.

INDEX

Keywords : wildfire, pyrophytes'flora, productivity, biomass, Togo
Mots-clés : feux de végétation, flore pyrophyte, productivité, biomasse, Togo

AUTEURS

WOUYO ATAKPAMA

Dr Assistant, Laboratoire de Botanique et Ecologie Végétale, Faculté des Sciences, Université de Lomé, 01 BP : 1515, Togo, courriel : wouyoatakpama@gmail.com ou wouyoatakpama@outlook.com

KOSSI BÉSSAN AMEGNAGLO

Dr, Laboratoire de Botanique et Ecologie Végétale, Faculté des Sciences, Université de Lomé, 01 BP : 1515, Togo

BAREREMNA AFELU

Dr, Commandant des Eaux et Forêts, Ministère l'Environnement, du Développement Durable et de la protection de la Nature, BP : 6804, Lomé, Togo

FOUSSÉNI FOLEGA

Dr, écologie forestière, Laboratoire de Botanique et Ecologie Végétale, Faculté des Sciences, Université de Lomé, 01 BP : 1515, Togo

KOMLAN BATAWILA

Professeur Titulaire, Laboratoire de Botanique et Ecologie Végétale, Faculté des Sciences, Université de Lomé, 01 BP : 1515, Tog

KOFFI AKPAGANA

Professeur Titulaire, Laboratoire de Botanique et Ecologie Végétale, Faculté des Sciences, Université de Lomé, 01 BP : 1515, Togo