

Occurrence spatio-temporelle et effet comparé des feux tardifs et précoces sur la structure des habitats de savane au centre du Bénin

R. B. AKIYO¹, T. HOUEHANOU², N. YEHOUENOU², O. TEKA³, I. YABI¹, B. TENTE⁴

(Reçu le 27/07/2022; Accepté le 10/09/2022)

Résumé

La présente étude visait à déterminer l'occurrence spatio-temporelle et l'effet des feux tardifs et précoces sur les savanes dans la Commune de Savè au centre du Bénin. Pour y parvenir, l'analyse des données de feux actifs fournies par le capteur MODIS de 2009 à 2019 ont permis de déterminer les arrondissements de forte pratique de chacun des deux types de feux. Ensuite, 105 placeaux ont été installés dans les savanes de la Commune pour comparer l'effet des deux types de feux sur l'abondance, la disponibilité, la diversité et les paramètres structuraux des ligneux. Les résultats montrent que l'arrondissement de Offè est à forte pratique de feu précoce et celui de Kaboua s'est révélé à forte pratique de feu tardif. L'évaluation de l'abondance et de la disponibilité des ligneux a permis de constater que les compositions floristiques et la disponibilité des espèces varient en fonction des types de feux. La comparaison des indices de diversité entre les zones a montré que les zones de feux tardifs ont une diversité des espèces plus élevée par rapport aux zones de feux précoces. Au niveau structural, les résultats ont montré que les pratiques de feux tardifs réduisent les paramètres structuraux.

Mots clés: Bénin, occurrence, feu précoce, feu tardif, savane

Spatio-temporal occurrence and comparative effect of late and early fires on the structure of savannah in Benin

Abstract

The present study aimed to determine the spatio-temporal occurrence and the effect of late and early fires on the savannahs of the Commune of Savè in Benin center. To achieve this, the analysis of active fire data provided by the MODIS sensor from 2009 to 2019 made it possible to determine the districts of high practice for each of the two types of fire. Then, 105 plots were installed in the savannahs of the Commune to compare the effect of the two types of fires on the abundance, availability, diversity and structural parameters of woody plants in the area. The results show that the district of Offè has a strong practice of early fire and that of Kaboua has proven to have a strong practice of late fire. The assessment of the abundance and availability of species revealed that the floristic compositions and the availability of plant species vary according to the types of fires. Comparison of diversity indices between areas showed that late fire areas have higher species diversity compared to early fire areas. At the structural level, the results showed that late burning practices reduce structural parameters.

Keywords: Benin, occurrence, vegetation fires, late fire, savannah

INTRODUCTION

Partout en Afrique, les pratiques de feu font de toute évidence partie de l'héritage technique et culturel de nombreux peuples de savane (Fournier *et al.*, 2012). Ces feux tiennent une place importante dans les modes de vie des populations, agricoles et pastorales (Valea et Ballouche, 2012). Même si les feux de végétation contribuent sans cesse à la modification du paysage (Gueguim *et al.*, 2018; Garba *et al.*, 2021), leurs effets sur les formations végétales naturelles dépendent du type de feu (Akiyo *et al.*, 2020). En effet, les conséquences de ces feux peuvent être bénéfiques ou néfastes pour les écosystèmes savanicoles en fonction de leur intensité et de leur sévérité (Doamba *et al.*, 2020). Par exemple les feux précoces, qui sont moins destructifs, se distinguent nettement par la faiblesse de leur intensité (Yao *et al.*, 2010; Afelu et Kokou, 2015). Par contre la sévérité des feux tardifs peut entraîner le dépérissement voire même la disparition des espèces les plus sensibles à travers l'induction d'une importante mortalité (Houinato *et al.*, 2001; Afelu *et al.*, 2016).

Au niveau du centre Bénin, les feux de végétation engendrent chaque année des dommages et conséquences socio-économiques et environnementales (Oloukoi, 2012). Ainsi, sur le plan floristique, le feu sélectionne certaines espèces résistantes (pyrophiles) au détriment d'autres

moins bien armées (pyrofuges) pour se défendre contre lui (Valea et Ballouche, 2012). Suivant sa fréquence, le feu peut diminuer la diversité et favoriser la croissance des espèces adaptées au feu (Alvarado, 2012). Les passages répétés des feux dans les formations savanicoles sont à l'origine de cette dégradation de la flore, de la structure de la végétation et de la distribution des espèces végétales (Kouadio *et al.*, 2013). Face à ce constat, la prévention et la gestion des feux deviennent ainsi un défi à relever dans la lutte contre les changements climatiques, l'amélioration du cadre de vie, la réduction de la pauvreté, la recherche de la garantie de la sécurité civile (Afelu et Kokou, 2015).

La présente étude a pour objectif d'étudier les effets des feux sur la végétation des savanes du centre du Bénin, par l'évaluation de leur occurrence spatio-temporelle et de l'effet sur le potentiel floristique et la structure en rapport avec les types de feux.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Zone d'étude

Les travaux de terrain se sont déroulés dans les 5 Arrondissements ruraux (Béssé, Sakin, Kaboua, Offè, Okpara) de la Commune de Savè située au Centre du Bénin (Figure 1). Le régime pluviométrique est intermédiaire entre la distribution bimodale du sud et la distribution unimodale du

¹ Laboratoire Pierre Pagney «Climat, Eau, Écosystème et Développement», Département de Géographie et Aménagement du Territoire, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin

² Laboratoire d'Écologie, de Botanique et de Biologie végétale, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Parakou, Bénin

³ Laboratoire d'Écologie Appliquée, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin

⁴ Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale, Département de Géographie et Aménagement du Territoire, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin

nord. Ces dernières années, la tendance pluviométrique est unimodale à base large et les hauteurs pluviométriques annuelles oscillent généralement entre 900 et 1200 mm (Oloukoi *et al.*, 2014). L'humidité relative moyenne mensuelle est entre 54 et 81 % à Savè (Yabi, 2008). Le paysage végétal est le reflet du climat de transition soudano-guinéen expliquant la présence des savanes arborées et arbustives, des forêts claires et savanes boisées et de quelques îlots de forêts denses. A ces dernières s'ajoutent les formations anthropiques telles que les champs, les jachères, les plantations, etc.

Collecte des données

Données de MODIS

Les données de feux de végétation actifs (hotspot) utilisées dans cette étude couvrent la période de 2009 à 2019. Ces données sont fournies par le satellite MODIS (Moderate-Resolution Imaging Spectro-radiometer), dans le cadre du Système d'Observation de la Terre (Earth Observing System [EOS]) de la NASA (National Aeronautics and Space Administration). Il s'agit des données mensuelles de feux de végétation actifs déjà pré-traitées par l'Université du Maryland, fournies par la FIRMS (Fire Information for Ressource Management System) de la NASA et disponibles en ligne sur <https://firms.modaps.cosdis.nasa.gov/>.

Données d'inventaire

Les travaux de terrain ont été réalisés dans les savanes boisées et les savanes arborées. Pour cela, des placeaux rectangulaire de 30 m × 50 m, soit 1.500 m² ont été installés pour collecter les données. Au total 105 placeaux d'inventaire des ligneux ont été installés dans la zone d'étude.

Dans chaque placeau, le Diamètre à Hauteur de Poitrine (DHP) de tous les individus ligneux dont le DHP ≥ 10 cm ont été mesurés à l'aide d'un ruban pi. Les espèces ont été identifiées directement sur le terrain, à partir des spécimens récoltés et comparés à ceux de l'Herbier National du Bénin et aussi, à partir de la flore de Akoëgninou *et al.* (2006).

Traitement et analyse des données

Données d'images satellites

Pour identifier les zones homogènes en types de feux, les données mensuelles de feux de végétation actifs des 5 arrondissements ruraux (Béssé, Kaboua, Offè, Okpara et Sakin) de 2009 à 2019 fournies par MODIS ont subi une normalisation sur les nombres de chaque type de feu identifié. La formule utilisée est la suivante:

$$\tau_{ijk} = \frac{n_{ijk}}{N_{ij}}$$

k = Tardif, précoce, i = [[2009;2019]], j = Béssé, Kaboua..;

τ_{ijk} = est le taux de feu standardisé de type de l'arrondissement à l'année;

n_{ijk} = le nombre de feu de type de l'arrondissement à l'année;

N_{ij} = le nombre total de feu (tout type) de l'arrondissement à l'année.

Une Analyse en Composante Principale (ACP) est effectuée sur le taux de feu standardisé des arrondissements ruraux de 2009 à 2019 afin d'identifier les zones de forte pratique de chacun des types de feu. Ensuite, le logiciel ArcGIS 10.5 est utilisé pour réaliser les cartes de répartition spatiale des deux types de feux (précoces et tardifs).

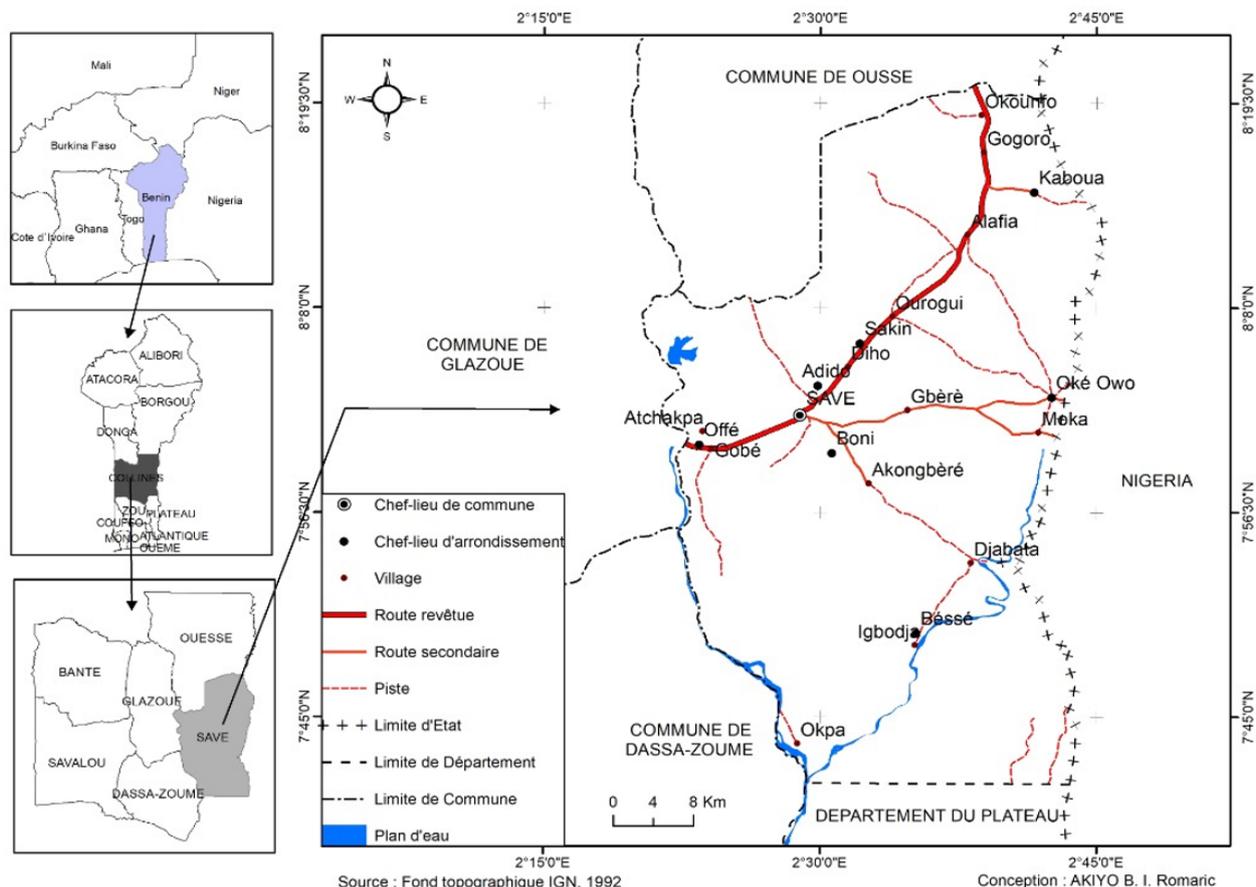


Figure 1: Présentation de la Commune de Savè

Données d'inventaire

Une matrice construite sur l'abondance des espèces dans chaque placeau a été soumise à une analyse de NMS (Non-metric Multidimensional Scaling) pour évaluer la variation de la composition spécifique des zones en fonction de l'occurrence des différents types de feu.

La richesse spécifique (R) qui est le nombre d'espèces d'arbres recensées par placeau a été calculée.

L'Indice de valeur d'Importance (IVI) a été calculée pour chaque espèce recensée dans chaque milieu pour évaluer l'influence du type de feu sur la disponibilité des espèces ligneuses. La formule utilisée est la suivante:

$$IVI = \Sigma Fr + Dr + Gr$$

Où, **Fr** est la fréquence relative de l'espèce, **Dr** sa densité relative et **Gr** la surface terrière relative d'une espèce donnée.

Une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) a été réalisée sur ces valeurs pour identifier les milieux où chaque espèce est plus disponible.

L'effet du type de feu sur la diversité floristique et les paramètres structuraux a été évalué via des analyses de variance lorsque les conditions d'application du test sont remplies et des tests de Kruskal-Wallis lorsque les conditions ne sont pas remplies. Ces analyses sont effectuées sur les valeurs par placette des paramètres de diversité tels que la richesse spécifique, l'indice de diversité de Shannon, l'indice d'équitabilité de Pielou et l'indice de Simpson. Les expressions de ces valeurs sont les suivantes:

L'indice de diversité de Shannon (H)

$$H = \Sigma P_i \log_2(P_i)$$

$P = n_i/N_i$; n_i = nombre d'individus/espèce; N = nombre total d'individus/placeau.

H varie en générale de 0 à 5, voire un peu plus de 5 bits. Un indice de diversité de Shannon élevé correspond à des conditions du milieu favorable à l'installation de nombreuses espèces.

L'Équitabilité de Pielou (E)

$$E = \frac{H}{\log_2 R} \quad \text{ou} \quad E = \frac{H}{\log_2 S}$$

Où

E varie de 0 à 1.

$E \in [0; 0,6]$, Équitabilité de Pielou faible, présence de dominance d'espèces;

$E \in [0,7; 0,8]$, Équitabilité de Pielou moyen;

$E \in [0,8; 1]$, Équitabilité de Pielou élevé, absence de dominance.

Indice de Simpson (S)

$$S = \Sigma P_i^2$$

Mais en terme de diversité, il est plus intéressant de calculer l'indice réciproque de manière à ce qu'un indice élevé puisse refléter une diversité élevée.

Les paramètres structuraux calculés dans chaque placeau sont la surface terrière des espèces (G), le diamètre moyen (Dm) des ligneux, la densité totale des espèces de dbh > 5 cm, la densité des arbres de dbh > 10 cm et la densité de régénération des espèces. Les expressions de ces paramètres sont les suivantes:

Surface terrière (G)

$$G = \frac{10000\pi}{4S} \sum_{i=1}^n d_i^2$$

Avec d_i = diamètre à 1,30 m du sol et la surface du placeau en (m²).

Diamètre moyen (Dm)

$$Dm = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i^2}$$

Avec n le nombre total d'individu de la même espèce dans le placeau.

Densité des espèces (D)

$$D = N/S$$

N est le nombre de ligneux et S est la superficie exprimée en m². D s'exprime en nombre de tiges/ha.

RÉSULTATS

Occurrence spatiale des types de feu

L'Analyse en Composante Principale (ACP) effectuée sur la matrice du taux de feu précoce standardisé montre que les deux premières composantes réunissent 82,4% des informations sur les arrondissements en fonction des données de feu précoce. On retient du taux de corrélation des composantes principales que c'est dans l'arrondissement de Offè que le feu précoce est le plus pratiqué sur la période 2009-2019 alors que dans la même période, le feu précoce a été moins pratiqué dans Kaboua et Okpara (Figure 2).

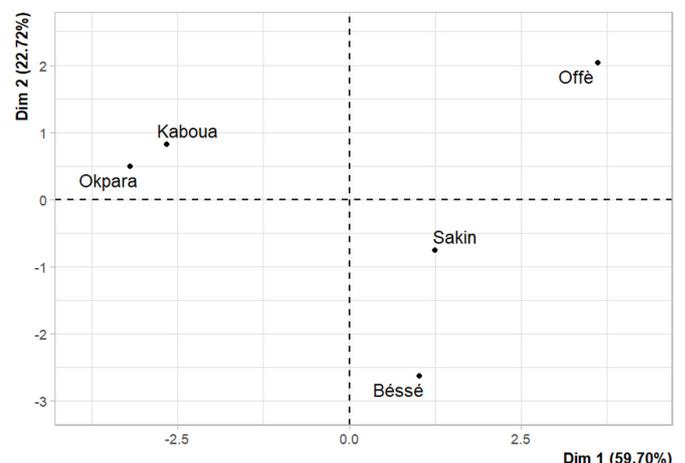


Figure 2: Projection des arrondissements en fonction du feu précoce dans le système de deux axes formés par l'ACP

De l'analyse en composante principale effectuée sur la matrice du taux de feu tardif, il ressort que les deux premières composantes réunissent 82,6% des informations sur les arrondissements en fonction des données de feux tardifs. Ainsi, les taux de corrélation de l'ACP permettent de retenir les arrondissements de Kaboua et d'Okpara comme étant des milieux de pratique élevée de feux tardifs dans la période 2009-2019 (Figure 3).

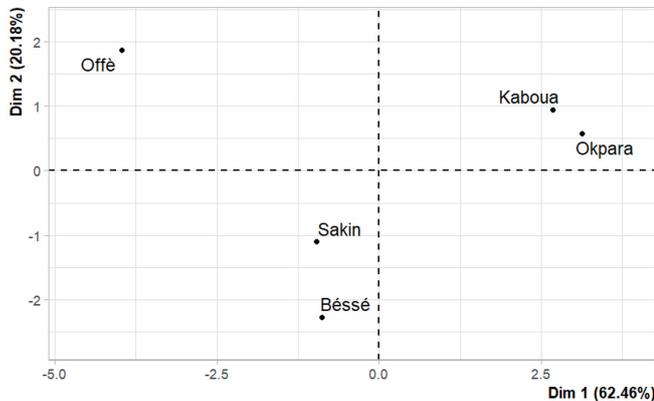


Figure 3: Projection des arrondissements en fonction du feu tardif dans le système de deux axes formés par l'ACP

Cette distribution par arrondissement des feux précoces (Figure 4) et tardifs (Figure 5) montre que les deux types de feux sont inégalement répartis dans la zone d'étude.

Disponibilité des espèces suivant les types de feu

L'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) effectuée sur les valeurs de l'Indice d'Importance (IVI) en fonction des milieux de feu précoce et tardif montre que les deux premiers axes expliquent 72% des informations obtenues, ce qui est suffisant pour faire une bonne synthèse. Il ressort de l'analyse (Figure 6) que le milieu de feu précoce est favorable à la disponibilité des espèces comme *Terminalia molis*, *Daniellia oliveri*, *Vitellaria paradoxa*, *Borassus aethiopum*. Dans les milieux de feu tardif, les espèces telles que *Isoberlinia doka*, *Pterocarpus erinaceus*, *Vitex doniana*, *Gardenia ternifolia*, *Crossopteryx febrifuga*, *Pseudocedrela kotschy* sont plus disponibles. Il convient donc de retenir que la disponibilité des espèces dans les différents milieux varie suivant le type de feu.

Abondance des espèces suivant les types de feu

La projection effectuée à travers le NMS (Figure 7) sur l'abondance des espèces suivant les types de feu est d'une bonne qualité (stress = 0.1). Il ressort de l'analyse NMS

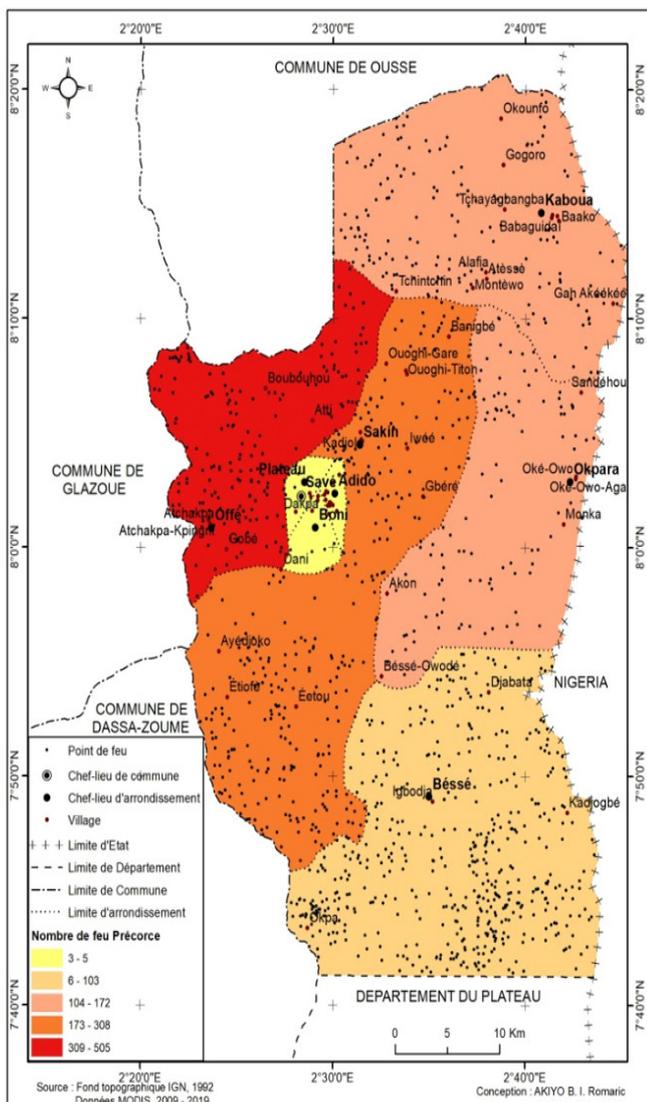


Figure 4: Répartition spatiale des feux précoces par arrondissement

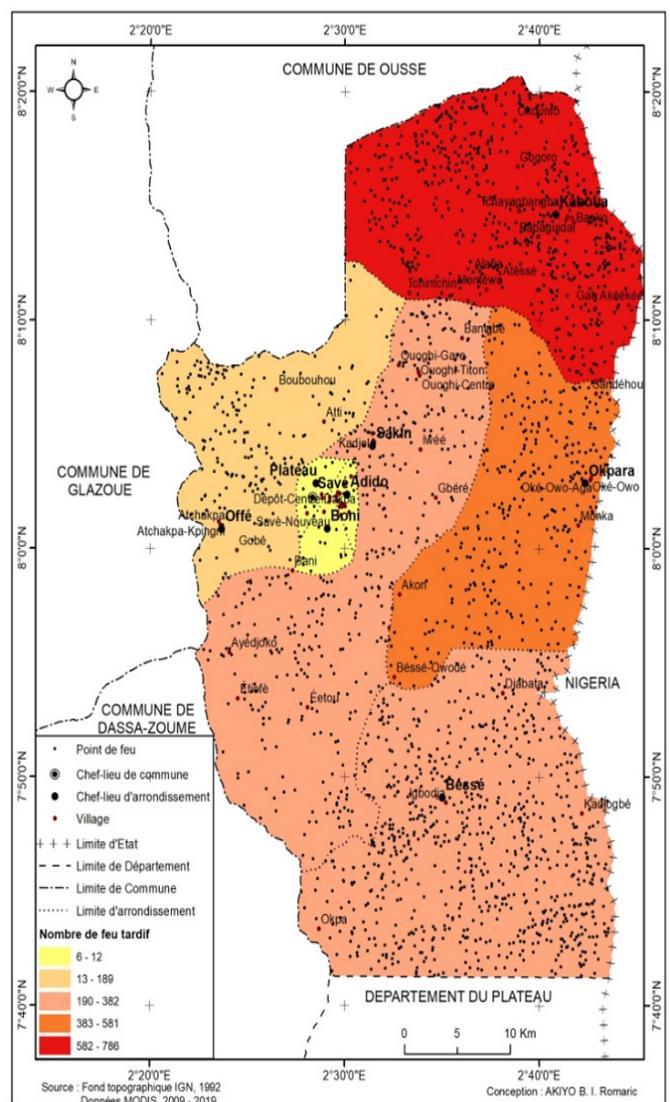


Figure 5: Répartition spatiale des feux tardifs par arrondissement

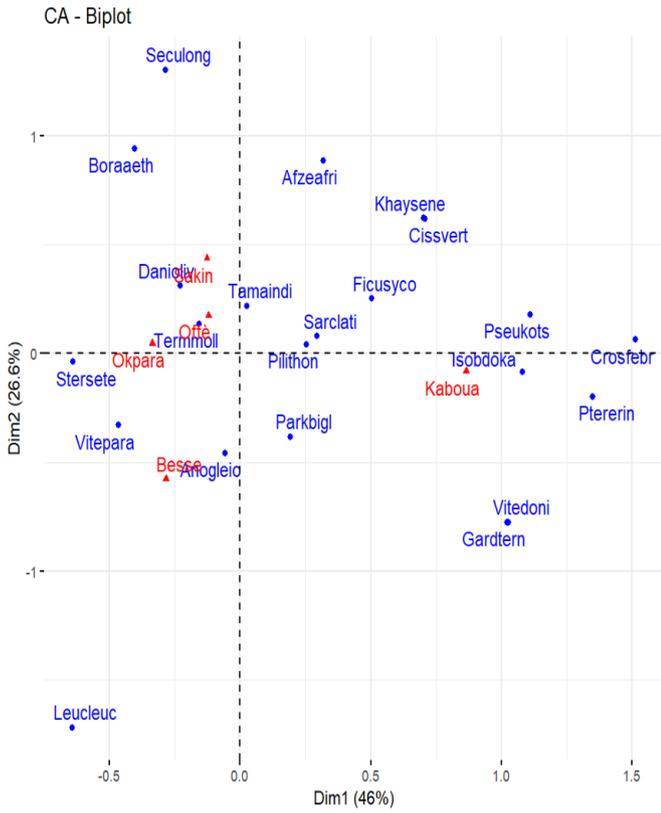


Figure 6: Disponibilité des espèces dans les différents milieux suivant le gradient du type de feu

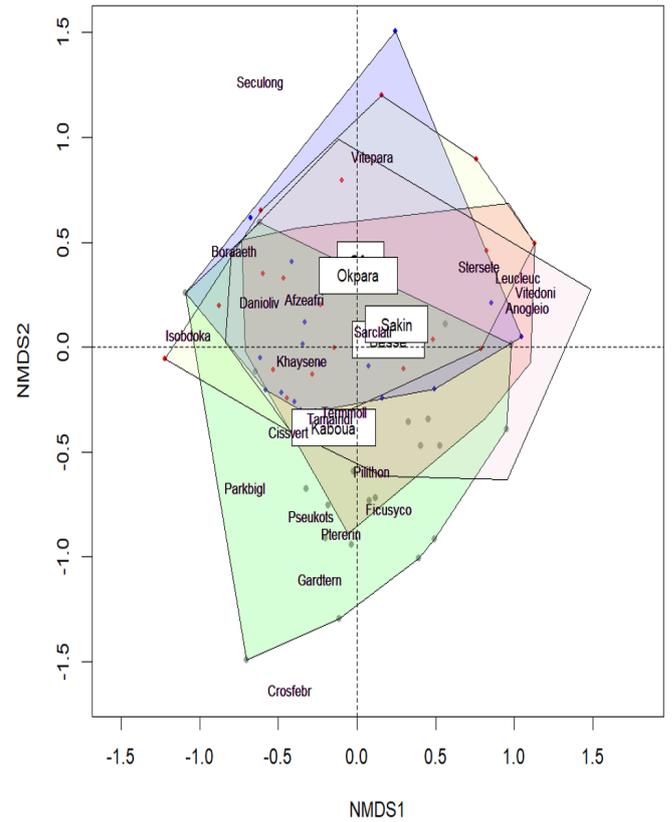


Figure 7: Détermination par NMS de l'abondance des espèces selon les zones de feu

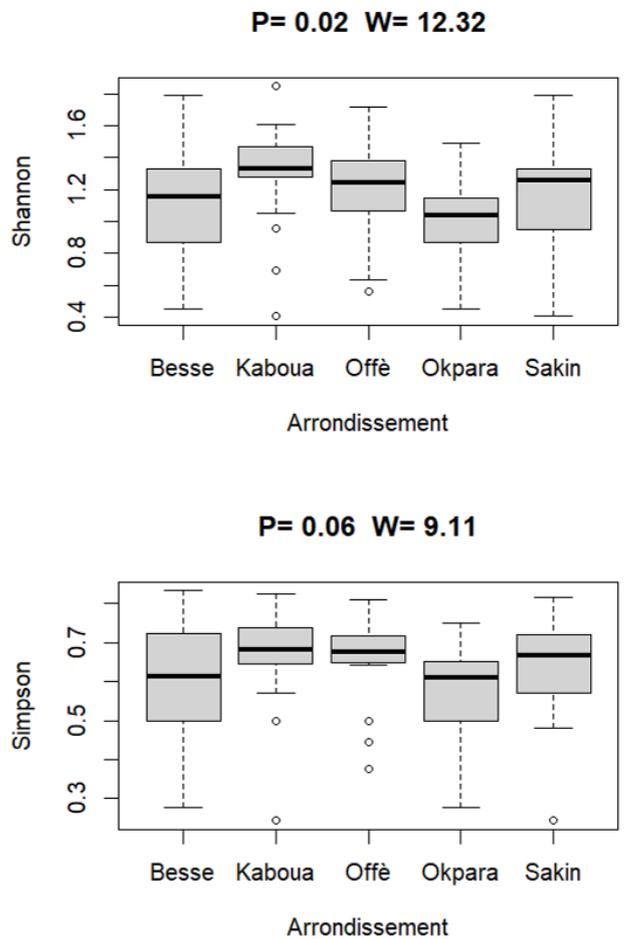
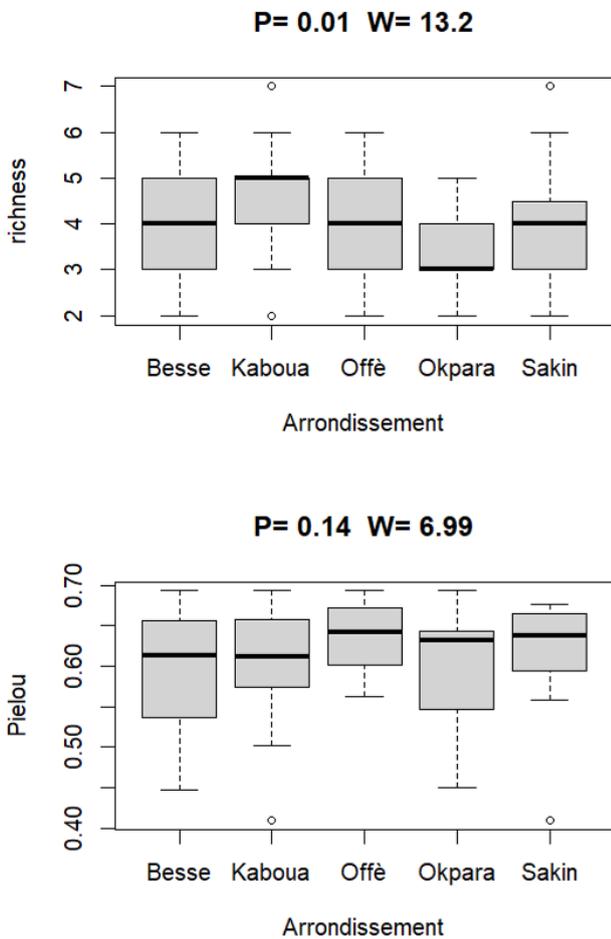


Figure 8: Évolution des indices de diversités en fonction des milieux de feu

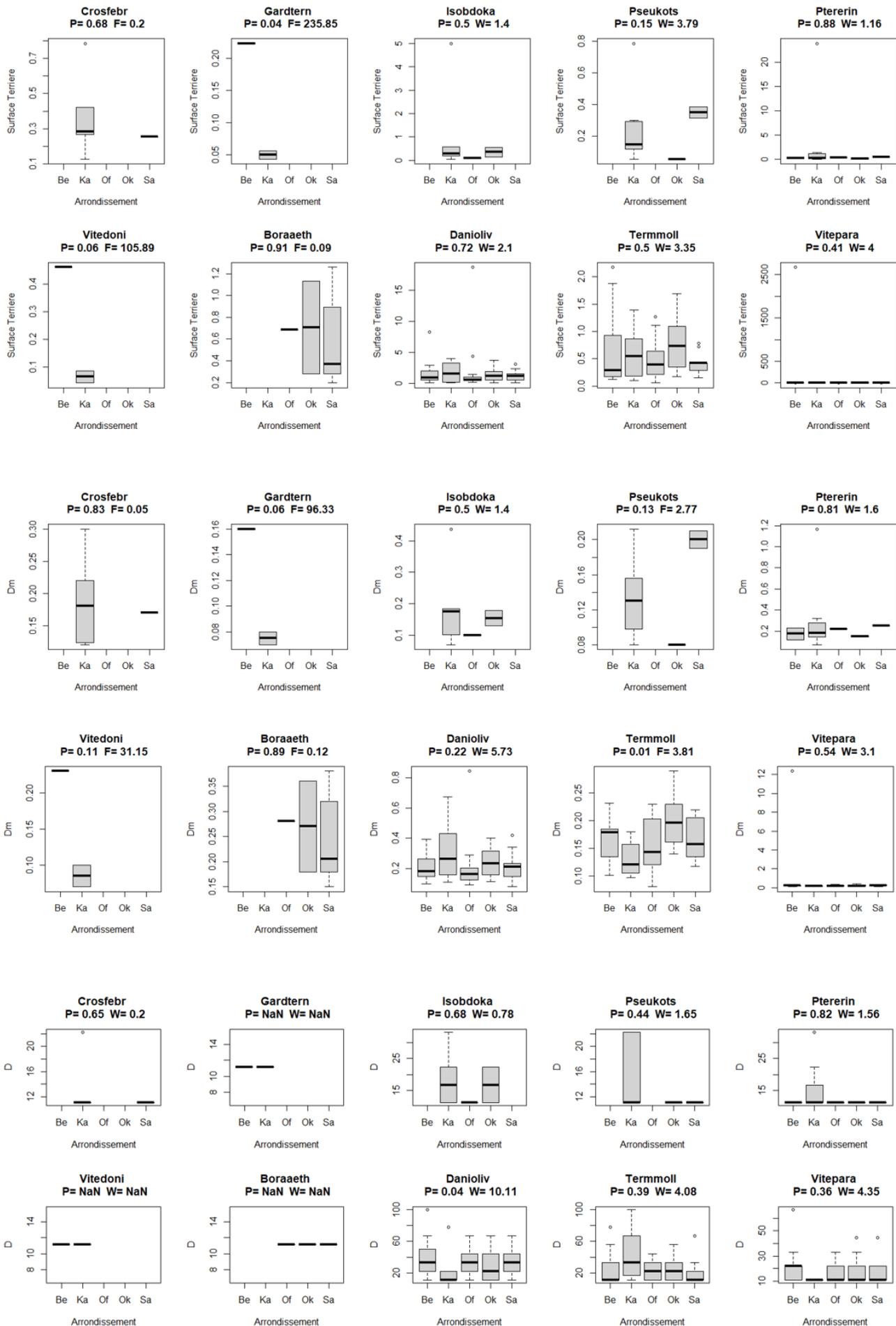


Figure 9: Évolution des paramètres structuraux en fonction des types de feu. a) surface terrière, b) diamètre moyen des arbres, c) densité totale des espèces de dbh > 5 cm, d) densité des arbres de dbh > 10 cm, e) densité de régénération

que le milieu de feu précoce est favorable à l'abondance de certaines espèces dont *Vitellaria paradoxa*, *Borassus aethiopum* et *Daniellia oliveri*. Par contre, les milieux de feu tardifs favorisent l'abondance des espèces telles que *Gardenia ternifolia*, *Piliostigma thonningui*, *Pseudoce-drela kotschy*, *Pterocarpus erinaceus*. Cette analyse révèle alors que le type de feu pratiqué influence la composition floristique du milieu du point de vue de l'abondance des espèces.

Comparaison des indices de diversité

En ce qui concerne la comparaison des indices de diversité entre les types de feu, il ressort une différence significative de la richesse spécifique ($p=0,01$) ainsi que la diversité de Shannon ($p=0,02$), entre les types de feu (Figure 8). Le feu tardif, tel que pratiqué favorise une richesse spécifique élevée par rapport au feu précoce.

Comparaison des paramètres structuraux

De l'analyse de la variation des paramètres structuraux, on retient que la pratique du feu tardif réduit significativement les valeurs des paramètres structuraux.

En effet, la surface terrière des espèces est élevée dans le milieu de feu précoce et faible dans le milieu de feu tardif surtout celle de *Gardenia ternifolia* ($p=0,04$) (Figure 9a). Les diamètres moyens des arbres, surtout celui de *Terminalia mollis* ($p=0,04$), sont faibles dans le milieu de feu tardif (Figure 9b). La densité totale des espèces de diamètre > 5 cm, surtout celle de *Daniellia oliveri* ($p=0,04$), sont faibles dans le milieu de feu tardif (Figure 9c). Les densités des arbres de diamètre > 10 cm, surtout celle de *Daniellia oliveri* ($p=0,03$), sont faibles dans le milieu de feu tardif (Figure 9d). Les densités de régénération des espèces, surtout celle de *Daniellia oliveri* ($p=0,04$), sont faibles dans le milieu de feu tardif (Figure 9e).

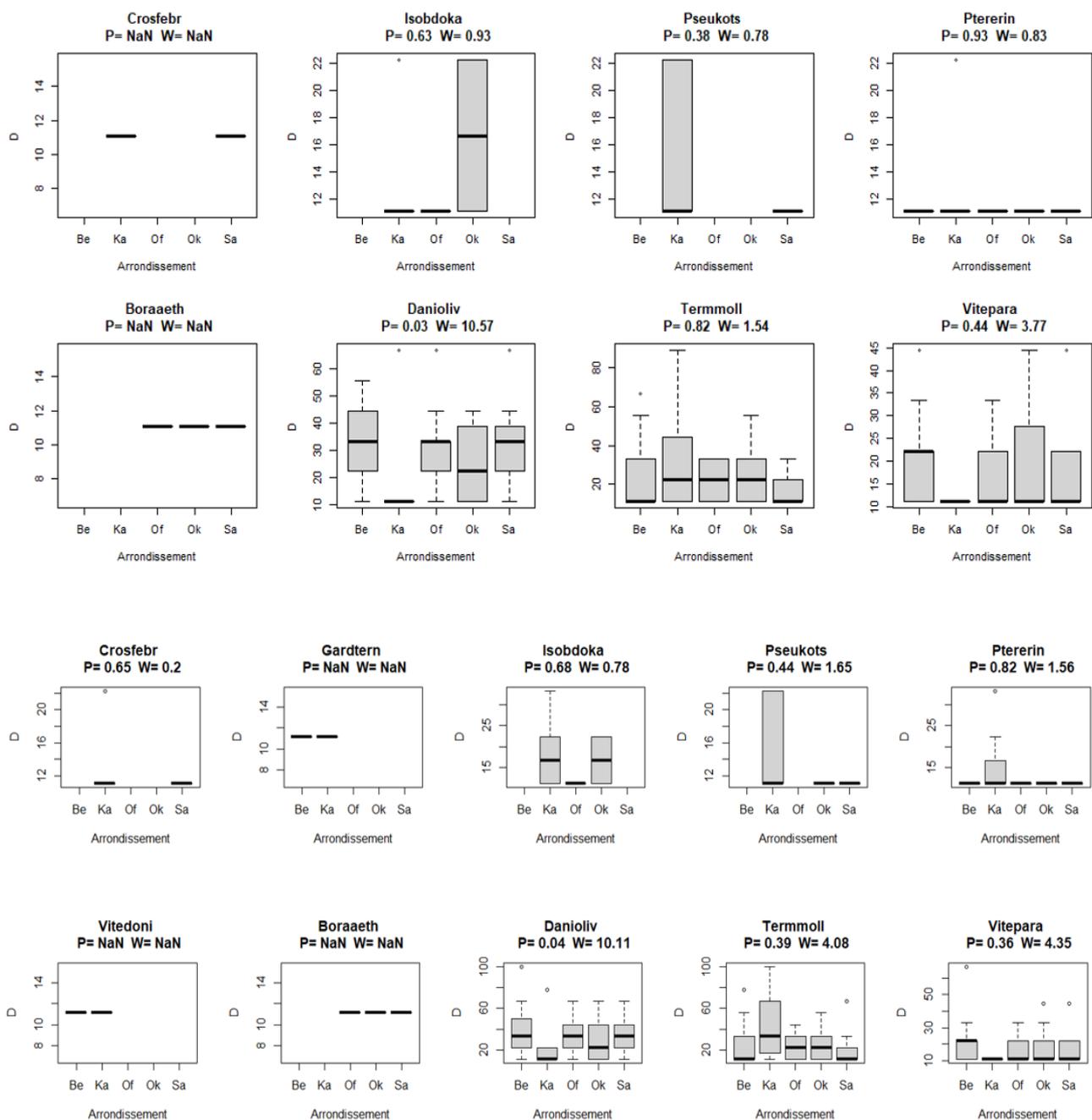


Figure 9: Suite

DISCUSSION

Évolution des espèces suivant les milieux de feu

L'étude révèle que dans la Commune de Savè, le feu précoc est abondant dans l'arrondissement de Offè alors que c'est le feu tardif qui est plus abondant dans Kaboua sur la période investiguée. Okpara qui se présentait comme un milieu de feu tardif ne l'était pas véritablement car les espèces inventoriées dans cet arrondissement avaient les mêmes caractéristiques que celles des milieux de feux précoces, ce qui explique sa mutation en ce qui concerne les paramètres structuraux. En effet, les inventaires réalisés dans les différents milieux de feu ont permis d'évaluer la disponibilité et l'abondance des espèces ligneuses. La distribution des espèces montre que certaines espèces comme *Vitellaria paradoxa* sont abondantes dans le milieu de feu précoc. Par contre, d'autres telle que *Gardenia ternifolia* se retrouvent plus abondamment dans le milieu de feu tardif. Cela voudra dire que le type de feu pratiqué influence différemment la composition floristique du milieu. Il y aurait alors des espèces résistantes aux feux tardifs et d'autres qui ne le seraient pas. Cette sélection des espèces pourrait s'expliquer par le fait que certaines espèces de savane, au fil du temps, se sont adaptées à la présence des feux violents. Ainsi, les pousses de certains arbres sont plus ou moins gravement endommagées lors du passage du feu tardif, qui modifie le port de ces arbres et affecte ainsi la physiologie des formations végétales. C'est à ces mêmes résultats que sont parvenus Valea et Ballouche, (2012) au Burkina Faso qui ont donné l'exemple du karité (*Vitellaria paradoxum*) ou du bombax (*Bombax costatum*) qui développent une écorce subéreuse épaisse face à la fréquence des feux. Kouadio *et al.* (2013) ont aussi constaté qu'en Côte-d'Ivoire, l'adaptation au feu se traduirait par l'épaississement de l'écorce de certaines espèces comme (*Piliostigma thonningii*, *Bridelia ferruginea*, *Lophira lanceola*). Cependant, certaines espèces moins résistantes ne survivent pas après le passage des feux tardifs qui provoquent le déclin de la population de ces espèces (Doamba *et al.*, 2020). Le feu peut alors tuer pratiquement toutes les plantules, les bourgeons, les lianes et les jeunes arbres qui ne sont pas protégés par une écorce épaisse (Nasi *et al.*, 2002). La comparaison des indices de diversité a montré que le feu tardif favorise la richesse spécifique et la diversité des espèces par rapport au feu précoc. Ainsi, la pratique du feu tardif augmenterait significativement la diversité des espèces. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus au sud-ouest de Madagascar par Rakotoarimanana et Grouzis (2006) qui ont montré que le feu provoque une augmentation de la diversité floristique.

Distribution par classe du peuplement en fonction des milieux de feu

Au niveau structural, l'étude révèle que les pratiques de feux tardifs répétés réduisent significativement les paramètres structuraux. Dans les milieux de feux tardifs, on remarque que la surface terrière des arbres et leur diamètre moyen sont faibles. De même, les espèces de diamètre > 5 cm sont d'effectifs élevés par rapport aux espèces de diamètre > 10 cm. La distribution des individus appartenant à la classe de diamètre > 10 cm est assez irrégulière contrairement aux milieux de feux précoces. Cette faible

distribution serait due au fait que les feux tardifs ont un effet négatif sur la croissance des espèces. Les résultats indiquent aussi que la distribution des espèces de diamètre < 5 cm est quasiment inexistante. Cela peut s'expliquer par le fait que les arbres de petit diamètre ne résistent pas au passage des feux tardifs. Ainsi, plus le diamètre d'un arbre est petit, plus les dégâts induits par les feux sont importants (Yao *et al.*, 2010). Nos résultats sont similaires aux conclusions d'autres études menées dans les savanes en Guinée et au Mali qui ont révélé que les feux tardifs ont un effet réducteur sur le recrutement potentiel de jeunes individus au sein des peuplements (Poilecot et Loua, 2009) car ils brûlent principalement les arbustes et les petits arbres (Laris et Bakkoury, 2008). Dans la forêt de Bassila au Bénin, Houinato *et al.* (2001) ont noté que sur les parcelles de feux tardifs, la densité en ligneux est plus faible. Les pratiques de feux tardifs entraînent donc un déséquilibre écologique au sein des formations de savanes, ce qui est préjudiciable à la stabilité de l'écosystème. Il ressort également des résultats que la densité de régénération des espèces est élevée dans les milieux de feux précoces et faible dans les milieux de feux tardifs. Les conclusions d'études précédentes avaient aussi indiqué que les incendies tardifs et fréquents conduisaient à la destruction du potentiel de régénération végétale (Yao *et al.*, 2010; Koffi, 2019; Fousseni *et al.*, 2020). Seuls les feux précoces et leur bonne gestion favorisent les régénérations d'âges divers (Afelu *et al.*, 2016). En effet, les milieux de feux précoces renferment un recouvrement dense dans la strate supérieure par rapport aux milieux de feux tardifs. Cela est dû à la dégradation des sols (destruction de la litière par le feu et lessivage des éléments minéraux dans le sol) dans les milieux de feux tardifs qui, selon Kouadio *et al.*, (2013), pourrait entraîner un ralentissement de la croissance en diamètre et en hauteur des individus ligneux. Par conséquent, les feux tardifs ont un impact négatif sur les espèces de savanes: arbres et arbustes tués, diminution de la surface terrière, régénération supprimée ou retardée, graines détruites, etc (Poilecot et Loua, 2009).

CONCLUSION

Cette étude avait pour objectif de comparer l'effet des feux tardifs et précoces sur la structure des habitats de savanes au centre du Bénin. Les résultats ont révélé que l'arrondissement de Offè est à forte pratique de feu précoc, tandis que celui de Kaboua est à forte pratique de feu tardif. L'analyse de la composition floristique et la disponibilité des espèces ligneuses a permis de constater que ces paramètres varient selon le type de feu. Ainsi la pratique du feu tardif augmente significativement la diversité des espèces. Les résultats de la recherche ont également montré que dans le milieu de feu tardif, les paramètres structuraux des ligneux sont faibles, contrairement au milieu de feu précoc où ces paramètres sont plus élevés. Par conséquent, le feu tardif contribue à la réduction de la surface terrière des espèces, du diamètre moyen des arbres, de la densité des espèces et de leur densité de régénération. Dans l'objectif de conserver les formations naturelles savaniques dans la zone d'étude, les feux tardifs doivent alors être interdits ou réglementés pour une bonne croissance des arbres tandis que les feux précoces peuvent être conseillés dans des programmes d'aménagement mais de façon contrôlée.

RÉFÉRENCES

- Afelu B., Kokou K. (2015). Paramètres physiques d'évaluation du comportement des feux de végétation au Togo. *Int. J. Biol. Sci.* 9: 2091-2105.
- Afelu B., Fontodji K. J., Kokou K. (2016). Impact des feux sur la biomasse des savanes guinéo-soudaniennes du Togo. *VertigO - la revue électronique en science de l'environnement*, 16, 23 p.
- Akiyo B.B.I.R., Teka O., Yabi I., Sinsin B. (2020). Perceptions locales des effets des feux de végétation sur les plantations au centre-Bénin. *Cahiers de l'ACAREF*, 2: 66-80.
- Akoegninou A., Van der Burg W.J., Van der Maesen L.J.G. (2006). Flore Analytique du Bénin. Backhuys Publishers, 1034 p.
- Alvarado T.S. (2012). Evaluation du rôle des feux de brousse sur la composition, la structure, la phénologie et la résistance de la végétation des bois de tapia (*Uapaca bojeria*) du massif d'Ibity, Nouvelle Aire Protégée, en vue de sa gestion durable. Thèse de Doctorat en sciences agricoles, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, France. 224 p.
- Doamba S.W.M.F., Ouattara B., Savadogo P., Nacro B.H. (2020). Facteurs écologiques et intensités du feu en savane soudanienne au Burkina Faso. *Afrique Science*, 17: 236-246.
- Fournier A., Douanio M., Bene A. (2012). Pratique et perception des feux de végétation dans un paysage de verger. Le pays sèmè (Kéné Dougou, Burkina-Faso). *Acte du Colloque de Ouagadougou, Sciencesconf.org*, 201-229.
- Fousseni T.A., Abdoulaye D., Salifou A.M., Vissin E., Gibigaye M., Tente H.A.B. (2020). Effets socio-économiques et environnementaux des feux de végétation dans la pratique agricole milieu Yom-Lokpa au Nord-ouest du Bénin. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 20: 365-375.
- Garba I., Amadou Abdou M., Barry B., Ouedraogo S. (2021). Suivi des feux de brousse en Afrique de l'Ouest et au Sahel, un outil d'aide à la décision. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 15: 2636-2651.
- Gueguim C.D., Tchamba M., Fotso C.R. (2018). Dynamique spatio-temporelle des feux de brousse dans le Parc National du Mbam et Djerem (Cameroun). *Int. J. Biol. Sci.* 12: 728-748.
- Houinato M., Sinsin B., Lejoly J. (2001). Impact des feux de brousse sur la dynamique des communautés végétales dans la forêt de Bassila (Bénin). *Acta Botanica Gallica: Botany Letters*, 3: 237-251.
- Koffi K.F. (2019). Impact du feu sur la démographie des graminées de savane (Lamto: Côte-d'Ivoire). Thèse de Doctorat d'écologie, Sorbonne Université (Paris, France) et Université Nangui Abrogoua (Abidjan, Côte-d'Ivoire). 174 p.
- Kouadio K.B., N'Da D.H., Vroh B.T.A., Zobi I.C., N'Guessan K.E. (2013). Dynamique de la végétation et fréquence des feux de brousse dans la réserve de faune d'Abokouamekro (centre, Côte-d'Ivoire). *European Scientific Journal*, 9: 179-192.
- Laris P., Bakkoury A. (2008). Nouvelles leçons d'une vieille pratique: mosaïque du feu dans la savane du Mali. *Bois et forêts des tropiques*, 2: 5-16.
- Nasi R., Dennis R., Meijaard E., Applegate G., Moore P. (2002). Les incendies de forêt et la diversité biologique. *Revue internationale des forêts et des industries forestières*, 36-40.
- Oloukoi J. (2012). Utilité de la télédétection et des systèmes d'information géographique dans l'étude de la dynamique spatiale de l'occupation des terres au centre du Bénin. Thèse de Doctorat en Géographie et gestion de l'environnement, Université d'Abomey-Calavi, Bénin. 304 p.
- Oloukoi J., Yabi I., Johnson D. (2014). Influence des facteurs climatiques et topographiques sur les risques de feux de végétation au Centre du Bénin. *Journal of Geospatial Science and Technology*, 1: 31-51.
- Poilecot P., Loua N-S. (2009). Les feux dans les savanes des monts Nimba, Guinée. *Bois et forêts des tropiques*, 3: 51-66.
- Rakotoarimanana V., Grouzis M. (2006). Influence du feu et du pâturage sur la richesse et la diversité floristiques d'une savane à *heteropogon contortus* du sud-ouest de Madagascar (région de Sakaraha). *Candollea*, 61: 167-188.
- Valea F., Ballouche A. (2012). Les feux de brousse en Afrique de l'Ouest: contraintes environnementales ou outil de gestion environnemental ? L'exemple du Burkina Faso. *Territoires d'Afrique*, 3: 36-47.
- Yabi I. (2008). Étude de l'agroforesterie à base de l'anacardier et des contraintes climatiques à son développement dans le Centre du Bénin. Thèse de Doctorat en Géographie et gestion de l'environnement, Université d'Abomey-Calavi, Bénin. 239 p.
- Yao N., Landmann T., Schmidt M., Konate S., Dech S., Linsenmair E. (2010). Le feu comme agent pour la structure végétale et la diversité. *Atlas de la biodiversité de l'Afrique de l'ouest*, Bénin, 1: 64-71.