

Périodes des feux de végétation en fonction des secteurs phytogéographiques de Côte d'Ivoire: approche par télédétection et perceptions des populations

Tionhonkélé Drissa SORO¹, Aya Brigitte N'DRI¹, Ben Nassoun DEMBELE¹, Aka Jean-Noël KPRE¹, Koffi Vincent KOUASSI¹, Koffi Prosper KPANGBA¹, Yao Anicet Gervais KOUAME¹, Moussa KONE²

¹(Laboratoire d'Ecologie et de Développement Durable (LEDD), Unité de Formation et de Recherche Sciences de la Nature, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire)

²(Laboratoire d'Écologie Végétale, Unité de Formation et de Recherche Sciences de la Nature, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire)

Corresponding Author: SORO Tionhonkélé Drissa

ABSTRACT

Les feux de végétation constituent un outil indispensable pour les activités des populations en Afrique et leur gestion demeure une problématique majeure. Cependant, les perceptions des populations rurales, qui ont une longue expérience des feux, sont généralement ignorées dans l'étude des feux. Cette étude vise à déterminer les périodes précises d'occurrence des feux de végétation en fonction des secteurs phytogéographiques de Côte d'Ivoire, en confrontant les données de télédétection aux perceptions des populations rurales. Pour ce faire, les feux actifs MODIS de dix ans (2006-2007 – 2015-2016) et de résolution 0,5°x0,5° ont été analysés pour l'ensemble du territoire national. Les perceptions de 660 personnes ont été recueillies dans les six principaux secteurs phytogéographiques du pays. Les résultats ont montré que les perceptions des populations sont en concordance avec les données de télédétection, en dépit de quelques différences. Une saison de feu unique de sept mois (octobre–avril) est enregistrée selon les deux méthodes. Au cours de cette saison, 91% des feux surviennent en trois mois (décembre-janvier-février) et le pic de feux est observé en janvier (39%). Cependant, un décalage Nord-Sud est observé. La saison est précoce dans les secteurs Nord et tardive dans les secteurs Sud. Pour une gestion orientée et efficace des feux de végétation, les décideurs devront cibler les périodes de pics de feu en fonction des secteurs phytogéographiques.

Mots clés: Feu actif, Périodes de feu, MODIS, Perceptions des populations, Côte d'Ivoire.

Received 07 November, 2020; Accepted 20 November, 2020 © The author(s) 2020.

Published with open access at www.questjournals.org

I. INTRODUCTION

Le feu est reconnu comme un processus écologique à travers la planète [1,2]. Il influence ainsi les processus des écosystèmes globaux, incluant la distribution et la structure de la végétation [3]. Cependant, bien que les feux fournissent des services environnementaux depuis des millénaires, leurs impacts négatifs sur l'environnement et les activités socio-économiques constituent une évidence aujourd'hui [4].

Dans les dernières décennies, les régions tropicales ont enregistré le plus grand nombre de feux [5]. Le continent africain figure en tête, ce qui lui a valu le nom du "continent du feu" [6]. Dans ce continent, l'Afrique de l'Ouest est l'une des zones à forte occurrence des feux, favorisée par l'alternance des saisons sèches et humides dues aux irrégularités de précipitation [7]. Dans les pays de l'Afrique de l'Ouest dont la Côte d'Ivoire, le feu est un important outil dans les activités socio-économiques et culturelles d'une grande partie des populations rurales [8]. L'usage abusif et non contrôlé de cet outil résulte en de nombreux effets négatifs.

Les feux contribuent à la déforestation [4] et aux émissions de gaz à effet de serre dues à la combustion de la biomasse [9]. A long terme, ils provoquent l'érosion et la baisse de la fertilité des sols [10-12]. A travers les flammes, la fumée, les cendres et aérosols émis, les feux affectent la santé des populations par des maladies respiratoires et provoquent de nombreux décès notamment en milieu rural [5,13].

En Côte d'Ivoire où la moitié de la population est rurale [14], les feux sont reconnus comme la troisième cause de déforestation et de dégradation des forêts [15]. Compte tenu de leurs activités, cette importante frange de la population est à la fois acteur et victime des effets négatifs des feux. Cependant, les difficultés de collecte et d'accès à l'information ne permettent pas de faire un état des lieux assez exhaustif des dégâts des feux de végétation. Toutefois, quelques chiffres disponibles et les constats sont déjà alarmants. En effet, entre 1983 et 2004, 356 villages brûlés, 122 pertes en vie humaine et plus de 89,5 millions de francs CFA de pertes en biens ont été enregistrés [16]. De plus, ce sont 120 personnes qui ont péri dans les flammes des feux de brousse, 350 maisons détruites, 523.000 hectares de forêts et cultures ravagés entre 2004 et 2014. L'usage du feu par les populations comme un outil essentiel ainsi que les nombreux dégâts enregistrés chaque année demeurent donc une réalité indéniable en Côte d'Ivoire où la gestion des feux est une problématique majeure.

De plus, dans les années à venir, le risque de feux extrêmes et la fréquence des feux pourraient s'accroître dû au changement climatique et à la croissance démographique [3,17,18]. Cependant, prévoir où et quand survient un événement extrême demeure difficile [19]. Ainsi, répondre avec précision aux enjeux actuels et futurs de la gestion des feux nécessite des études locales, notamment en Afrique de l'Ouest considéré comme l'un des plus importants centres de brûlage de la planète [7,9]. La détermination des régimes de feu au niveau local permettrait d'adapter les stratégies de gestion des feux aux réalités locales et d'atténuer les effets des feux futurs. A cet effet, le recours à des approches adaptées et inclusives dévient une nécessité.

Les techniques de la Télédétection sont de plus en plus utilisées pour collecter des données sur une grande surface en un temps record. C'est le cas des satellites à résolution modérée (MODIS : Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) dont les capteurs ont été conçus avec une capacité de détection des feux [20,21]. La présente étude a eu recours aux données MODIS pour obtenir les observations de feu sur l'ensemble du territoire. Par ailleurs, alors que la plupart des feux de végétation sont provoqués par les activités humaines, l'avis et le rôle de l'Homme sont rarement pris en compte dans les études des feux [22].

Cette étude vise à caractériser les régimes des feux de végétation en fonction des secteurs phytogéographiques de Côte d'Ivoire. Pour ce faire, il s'agit de (i) déterminer les périodes précises d'occurrence des feux par Télédétection et (ii) y confronter les perceptions des populations rurales.

II. MATERIEL ET METHODES

2.1. ZONES D'ÉTUDE

À l'échelle nationale, la présente étude couvre toute l'étendue du territoire de la Côte d'Ivoire. En ce qui concerne l'étude de la dynamique spatio-temporelle des feux à l'aide de données satellitaires, elle a porté sur 33 unités administratives (31 régions et 2 districts autonomes) du pays. La Côte d'Ivoire, qui s'étend sur une superficie de 322462 km², est localisée en Afrique de l'Ouest entre 2° 30' et 8° 30' de longitude Ouest et entre 4° 30' et 10° 30' de latitude Nord (Figure 1). A l'échelle locale, les enquêtes concernant les perceptions des populations rurales sur les régimes de feu se sont réalisées dans les six secteurs phytogéographiques du pays. Il s'agit des secteurs soudanais, sub-soudanais, préforestier, montagnard, mésophile et ombrophile selon la classification de Guillaumet et Adjanohoun [23] dont le secteur montagnard se confond aux mésophile, préforestier et sub-soudanais [24]. Au total, 12 localités ont été visitées dont 2 par secteur phytogéographique (Figure 1).

Le climat est dominé par le déplacement Nord-Sud du Front Inter-Tropical (FIT) qui conditionne la variation des saisons en Afrique de l'Ouest [25]. Le FIT, encore appelé zone de convergence intertropicale, est la zone de contact entre deux masses d'air.

La première, de haute pression et d'origine continentale, est chaude et sèche (harmattan) soufflant du Nord-Est vers le Sud. C'est l'Alizé de l'hémisphère boréal. La seconde masse d'air, de basse pression et d'origine océanique, est froide et humide (mousson) provenant de l'atlantique au Sud et qui circulent vers le Nord. C'est l'Alizé de l'hémisphère austral. Principalement, deux types de climat sont distingués en Côte d'Ivoire [25]:

✓ le climat équatorial humide (type Guinéen) couvre la zone forestière (les secteurs ombrophiles et mésophiles) au Sud. Ce climat est caractérisé par quatre saisons : la grande et la petite saison de pluies sont centrées, respectivement, sur juin et octobre; la grande saison sèche qui s'étend de décembre à avril ; et la petite saison sèche de juillet et septembre. La température oscille autour de 28 °C ;

✓ le climat tropical (au Centre et au Nord) est caractérisé par deux saisons : une seule saison des pluies qui a son maximum d'intensité en août ; et une saison sèche peut durer de 6 à 8 mois et qui augmente d'intensité assez régulièrement avec la latitude, entre le 8e et le 11e degré de la latitude Nord. Les températures oscillent entre 14 et 36 °C.

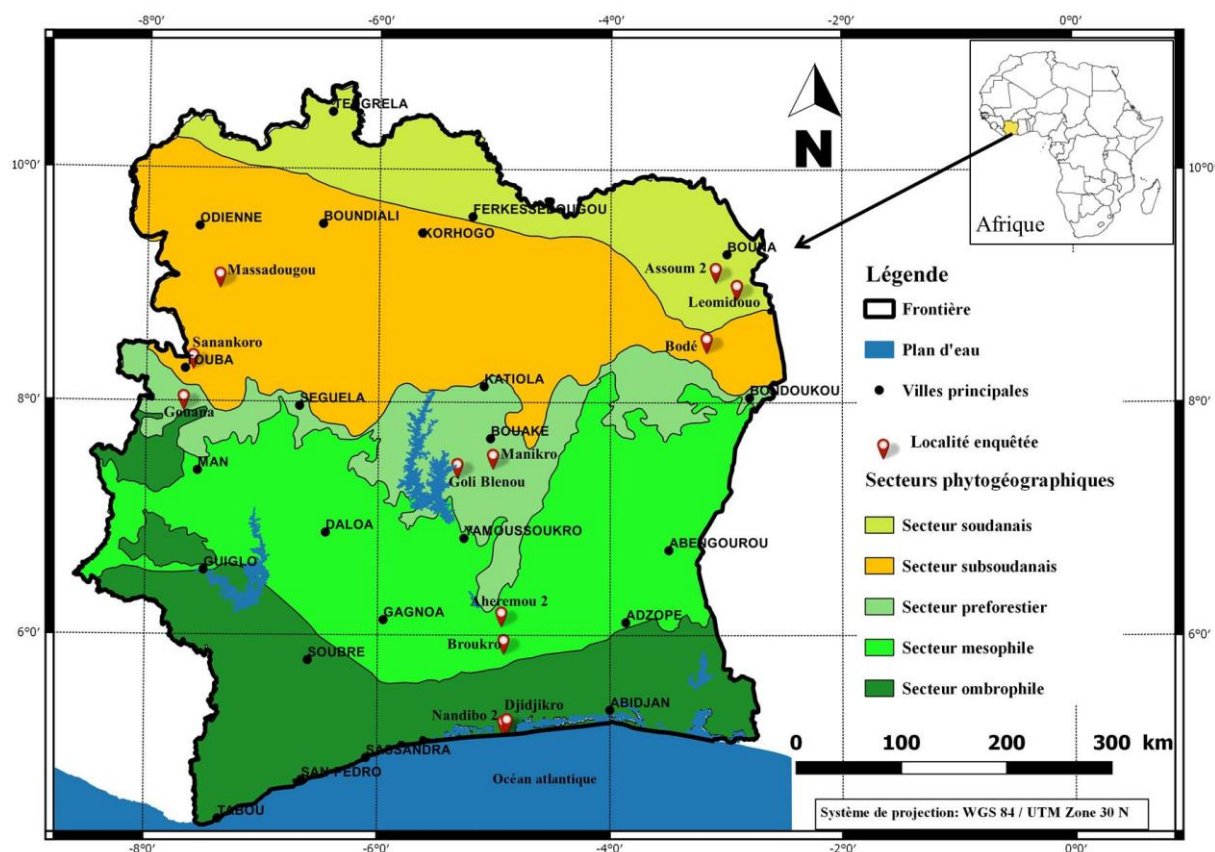


Figure 1 : Zone de l'étude et localisation des villages enquêtés

2.2. ACQUISITION DES DONNEES SATELLITAIRES

Les données de feux actifs, utilisées dans ce travail, sont à résolution modérée (MODIS : Moderate resolution Imaging Spectroradiometer). Elles couvrent l'ensemble de la Côte d'Ivoire et s'étendent sur dix années consécutives de 2006-2007 à 2015-2016. Leur résolution spatiale est de $0,5^\circ \times 0,5^\circ$. Le capteur MODIS est équipé des satellites Terra et Aqua qui fournissent des observations de la surface terrestre quatre fois par jour : à 10h 30 et 22h 30 pour Terra et à 13h 30 et 1h30 pour Aqua.

Les observations de feu par les satellites sont préalablement traitées selon l'algorithme développé par Gligio et al. [20]. Ces traitements permettent d'effectuer les corrections radiométriques (élimination des effets atmosphériques) et géométriques (transformation des coordonnées génériques (lignes, colonnes) en un système de coordonnées mondial). Les données corrigées sont ensuite rendues accessibles à travers le programme 'FIRMS' de la NASA.

Ainsi, l'acquisition des données satellitaires s'est effectuée à partir du portail (<http://firetool.jrc.ec.europa.eu/>) 'Joint Research Centre' (JRC) du FIRMS et suivant l'outil de suivi du feu, le Fire Monitoring Tool. Les données ont été collectées au format 'shapefile' utilisable dans un environnement SIG (Système d'Information Géographique) pour la cartographie.

2.3. ANALYSE DE LA DISTRIBUTION INTRA-ANUELLE ET IDENTIFICATION DES PERIODES D'OCCURRENCE DES FEUX

Les données acquises des feux actifs ont été d'abord importées dans le logiciel QGIS (version 2.18.9). Afin de s'assurer que les points détectés par les satellites correspondent effectivement des feux actifs, seuls les pixels à très haut niveau de confiance (100%) ont été conservés pour la suite des traitements. Tous les autres pixels ont été éliminés. A partir de ces pixels à 100% de niveau de confiance, une carte de la distribution des feux a été établie sous QGIS afin d'observer leur répartition spatiale dans le pays. Ensuite, les données attributaires du nombre de feux actifs détectés, contenant les dates de feux, ont été exportées de QGIS au format csv. Les feux actifs ont été dénombrés par mois pour chacune des 10 années considérées et pour chacune des 33 unités administratives.

Au total, 330 documents csv ont été analysés. Ainsi, une répartition intra-annuelle (mensuelle) en a été faite. Des courbes de variation mensuelle ont été établies au niveau national et au niveau local dans une région

cible par secteur phytogéographique. Les régions cibles sont retenues selon l'abondance des feux observés sur la carte établie et selon la situation des localités retenues à la suite des étapes de la figure 2. La durée de la saison des feux, les périodes de forte occurrence et les pics ont été identifiés au niveau national et au niveau local.

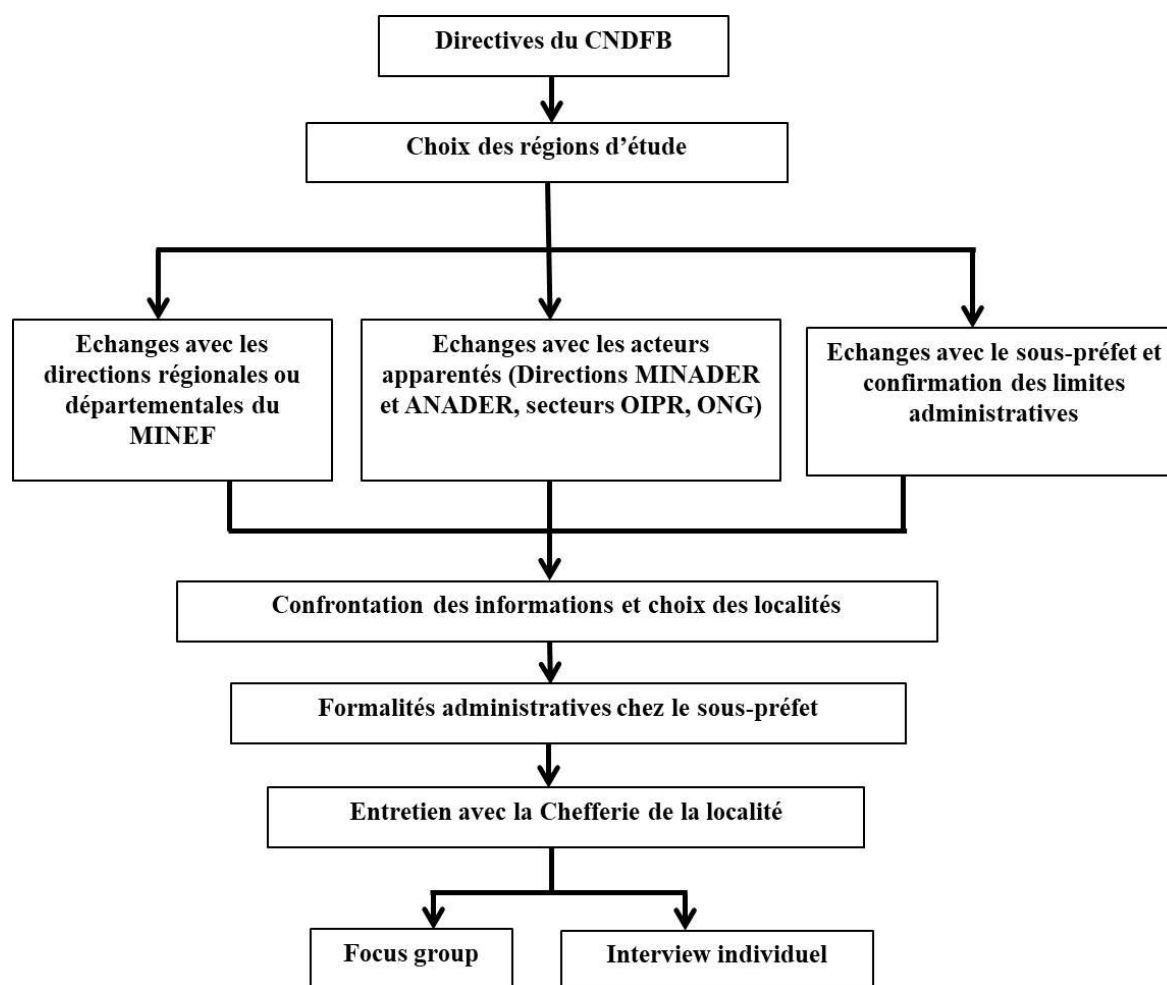


Figure 2 : Approche méthodologique de l'enquête

ANADER : Agence Nationale d'Appui au Développement Rural

CNDFB : Comité National de Défense de la Forêt et de lutte contre les Feux de Brousse

MINADER : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

MINEF : Ministère des Eaux et Forêts

OIPR : Office Ivoirien des Parcs et Réserves

ONG : Organisation Non Gouvernementale

2.4. ETUDE DES PERCEPTIONS DES POPULATIONS SUR LES PERIODES D'OCCURRENCE DES FEUX

Pour caractériser les régimes de feu, les perceptions et pratiques locales des populations rurales, concernant les feux de végétation, ont été étudiées à travers une enquête réalisée en septembre 2018. Cette enquête s'inscrit dans le cadre de l'étude initiée par l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) sur les régimes de feu de végétation en fonction des zones phytogéographiques et la détermination des facteurs d'émissions relatifs aux feux en Côte d'Ivoire. Les différentes étapes de l'enquête sont résumées à la figure 2.

Le choix des régions d'étude a été guidé par la classification des formations végétales de Côte d'Ivoire de Guillaumet et Adjanohoun [23] qui définissent six secteurs de végétation. Une région a été ciblée par secteur de végétation. Le choix des régions d'étude et des localités s'est fait suite aux directives du Comité National de Défense de la Forêt et de Lutte contre les Feux de Brousse (CNDFB) et suivant les étapes de la figure 2. Dans chaque région ciblée, deux villages ont été retenus pour mener l'enquête.

L'enquête proprement dite s'est réalisée selon un entretien semi-structuré qui consiste à formuler de nouvelles questions, à partir des réponses obtenues, à la suite des questions existantes sur un guide d'entretien. L'entretien s'est déroulé selon l'approche du porte-à-porte soit en interview individuel, soit de façon collective en focus group. Un quota minimum de 50 enquêtés par village était visé.

2.5. ANALYSE DES DONNEES

Les réponses obtenues lors des enquêtes ont été traitées dans le logiciel Sphinx (version 5). Des statistiques descriptives de base, telles que le pourcentage et la moyenne, ont été utilisées pour décrire les perceptions des populations sur les régimes de feu. A l'aide de la version 3.2.5 du logiciel R [26], le test exact de Fisher a été appliqué au seuil de 5% pour tester la signification statistique des différences entre les proportions de répondants des différents secteurs phytogéographiques.

III. RESULTATS

3.1. DISTRIBUTION MENSUELLE DES FEUX ACTIFS ET PERIODES D'OCCURRENCE SELON LA TELEDETECTION

La carte de la distribution spatiale montre que les feux sont majoritairement distribués dans la moitié Nord du pays (Figure 3). Cette distribution est plus accentuée au Nord-Est et au Nord-Ouest. Les feux sont détectés pendant une période de sept mois qui s'étend d'octobre en Avril au niveau national (Figure 4). Cependant, la plupart des feux (91%) surviennent en trois mois de décembre à février avec un pic en janvier où 39% de l'occurrence annuelle est atteinte.

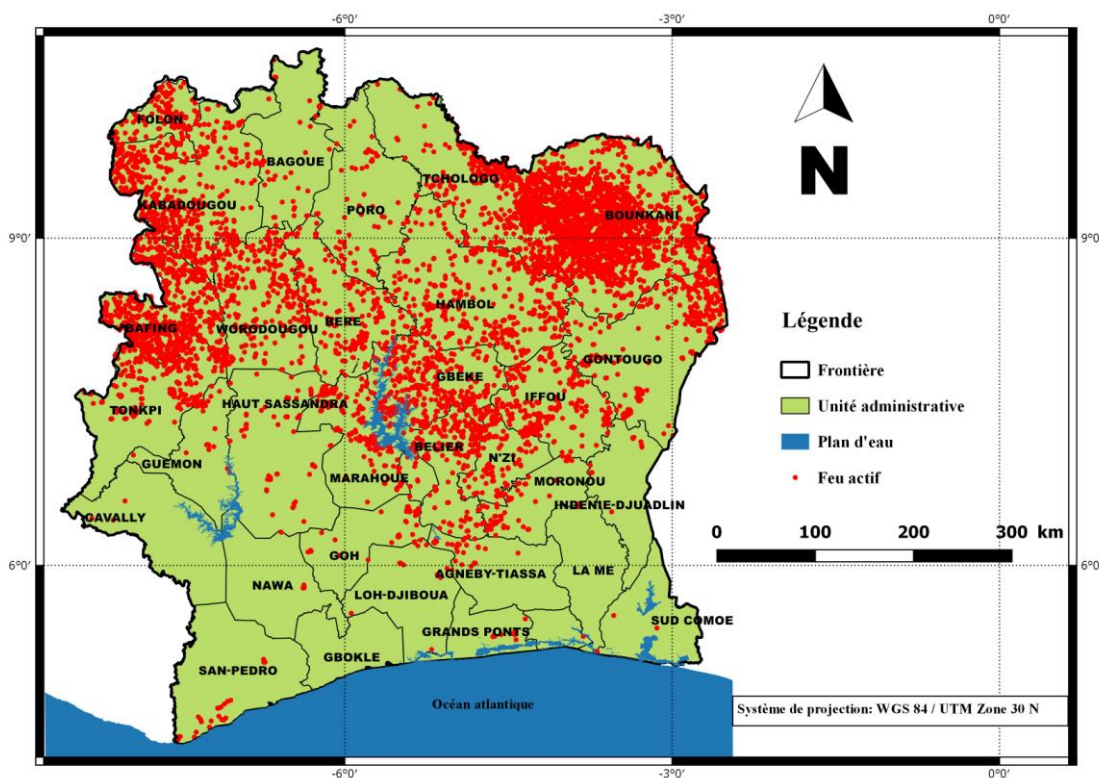


Figure 3 : Distribution spatiale des feux de végétation à l'échelle nationale

En observant l'occurrence au sein des différents secteurs phytogéographiques, on constate que la période et le pic des feux diffèrent d'un secteur à l'autre (Figure 5). La saison des feux, qui est étroite dans les parties Nord, subit un élargissement et un décalage lorsqu'on tend vers le Sud du pays. Le secteur soudanais enregistre les feux les plus précoces dès le mois d'octobre et la saison des feux y prend fin le plus tôt dès mars faisant ainsi une période de six mois (Figure 5a). Dans les secteurs sub-soudanais (Figure 5b), préforestier (Figure 5c) et montagnard (Figure 5d), la période des feux dure également six mois. Cependant, elle y est décalée d'un mois débutant ainsi en novembre et se terminant en avril.

Comme au niveau national, la plupart des feux ont été observés entre décembre et février dans ces secteurs (95%, 92%, 96% et 91% respectivement pour les secteurs soudanais, sub-soudanais, préforestier et

montagnard). Alors que ces derniers enregistrent leurs pics de feux en janvier pour ces derniers (47%, 51% et 41% respectivement pour les secteurs sub-soudanais, préforestier et montagnard), le pic est atteint dans secteur soudanais plus tôt en décembre qui enregistre en moyenne plus des deux tiers des feux de l'année (62%).

A partir du secteur mésophile, la saison s'est élargie d'un mois de plus pour finir en mai (Figure 5e). Les mois de janvier à mars s'y partagent la majorité des feux annuels (88%) pendant que le pic (37%) est observé en janvier avec un début de second pic en mars.

Enfin dans le secteur ombrophile, un nouveau décalage a été observée où les feux commencent en décembre et prennent fin en juin. La saison des feux y est plus étalée et quatre mois (janvier à avril) se partagent la quasi-totalité des feux (96%). Le plus faible pic de feu (29%) y est observé en mars (Figure 5f).

Dans les deux derniers secteurs phytogéographiques, les courbes d'évolution de l'occurrence des feux sont plus aplaties et les pics y sont faibles en moyenne. La période des feux atteint sept mois.

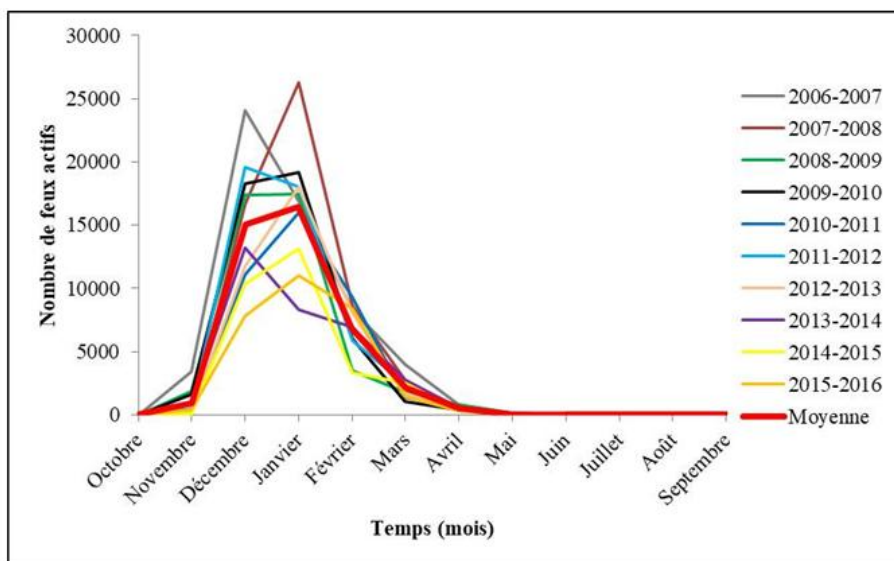


Figure 4 : Distribution temporelle des feux de végétation à l'échelle nationale

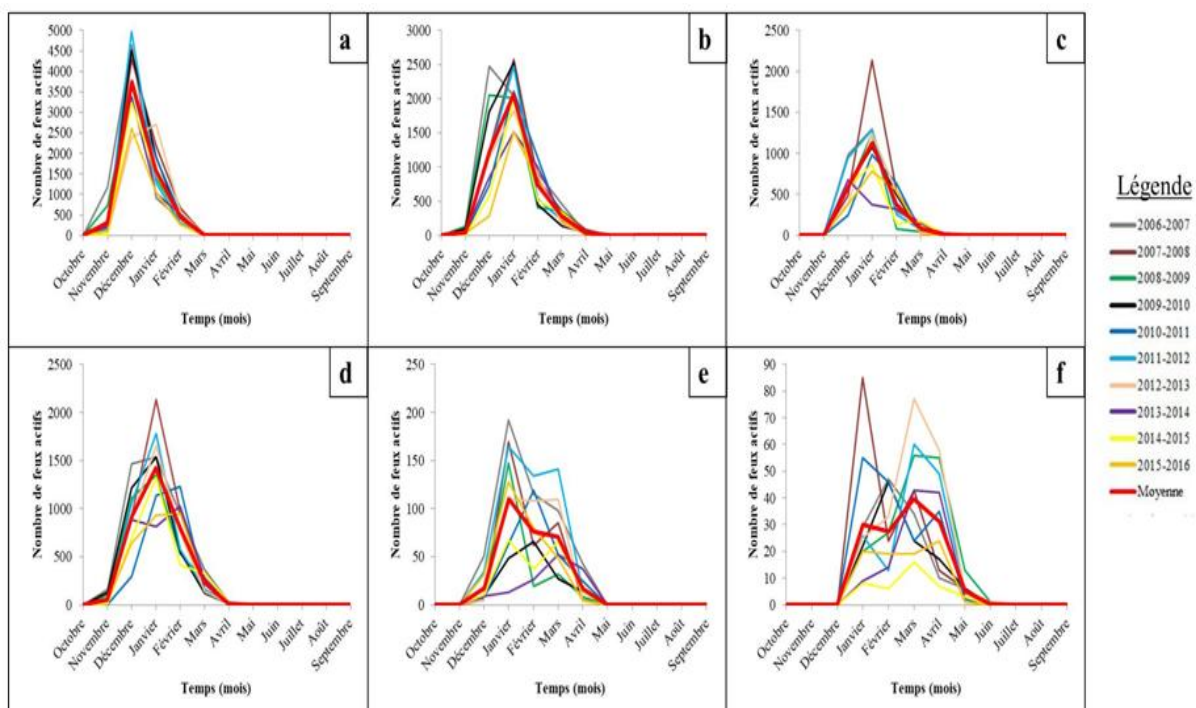


Figure 5 : Répartition mensuelle des feux de végétation en fonction des zones phytogéographiques (a : Secteur soudanais ; b : secteur sub-soudanais ; c : secteur préforestier ; d : secteur montagnard ; e : secteur mésophile ; f : secteur ombrophile)

3.2. PERIODES DES FEUX DE VEGETATION SELON LES PERCEPTIONS DES POPULATIONS

Au total 660 personnes ont été interrogées. Une répartition inégale des répondants selon le sexe a été observée en faveur des hommes dans l'ensemble (62% vs 32% de femmes). Sur les cinq classes d'âges rencontrées, la majorité des répondants avaient entre plus de 35 ans, les classes [35 ; 45[, [45 ; 55[et [55 ; +[ayant enregistrées les plus fortes proportions (respectivement 33%, 24% et 19%). La classe d'âge [18 ; 25[a été la moins rencontrée avec seulement 5%. Les répondants relevaient de différents secteurs d'activité et la grande majorité (97,42%) était des cultivateurs.

D'une manière générale, les feux de végétation sont plus fréquents entre décembre et mars selon les répondants. Cependant, les périodes d'occurrence des feux diffèrent en fonction des secteurs phytogéographiques (Tableau I).

En effet, dans le secteur soudanais, les feux commencent tôt en octobre et prennent fin en février avec une fréquence plus élevée en décembre. Dans les secteurs sub-soudanais, préforestier et mésophile, la plupart des répondants estiment que les feux débutent en Décembre. Ils y sont fréquents en janvier et finissent en mars (secteurs sub-soudanais et préforestier) ou en avril (secteur mésophile). Quant aux secteurs montagnard et ombrophile, les feux n'y commencent qu'en janvier et prennent fin en avril, avec une fréquence élevée entre février et mars (Tableau I).

Tableau I : Période des feux de végétation en fonction des secteurs phytogéographiques

■ Début des feux ; ■ Fréquence élevée des feux ; ■ Fin des feux.
(Chaque valeur correspond au pourcentage le plus élevé d'enquêtés ayant fourni la réponse)

Secteurs phytogéographiques	Mois d'occurrence des feux						
	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril
Soudanais	58%		77%		43%		
Sub-soudanais			58%	63%		87%	
Préforestier			44%	53%		54%	
Mésophile			31%	98%			43%
Montagnard				72%	51%		65%
Ombrophile				32%		51%	69%

IV. DISCUSSION

La distribution des feux montre une irrégularité d'occurrence entre les secteurs phytogéographiques. Les feux sont plus abondants dans les secteurs Nord que dans les secteurs Sud. Bien que la pluviométrie soit un facteur essentiel, ces résultats pourraient indiquer des difficultés d'appropriation locale des politiques de gestion des feux par les populations dans les secteurs Nord et Centre. En effet, selon Afelu [27] à travers une enquête au Togo, la cause principale de la faiblesse de la participation des acteurs locaux à la gestion des feux est la difficulté d'appropriation de la réglementation. Cela suggérerait la nécessité d'actions d'information, de renforcement de capacités et de sensibilisation en milieu rural.

La connaissance des périodes d'occurrence de ces feux permet la détermination de la saisonnalité qui représente un paramètre important dans la caractérisation des régimes des feux de végétation [28]. Selon les données MODIS, les feux surviennent d'octobre à avril d'une manière générale. Cette saison des feux d'une durée de sept mois constatée en Côte d'Ivoire est similaire à celle décrite par Dwomoh et Wimberly [29] en Afrique de l'Ouest survenant de novembre à mai. Cependant, dans les deux cas, il demeure des variations des paramètres saisonniers au niveau local selon les écorégions. L'unique saison des feux serait fortement due aux conditions climatiques engendrées par le déplacement Nord-Sud de la zone de convergence intertropicale dans la région ouest-africaine [7,30]. Contrairement à la Côte d'Ivoire, deux saisons de feux par an ont été observées en Afrique du Sud [18], dues à des conditions climatiques différentes.

Pendant la saison des feux, la majorité (91%) des feux surviennent entre décembre et février. Ce résultat est comparable aux travaux de N'Datchoh et al. [7] qui ont observé 95% des superficies annuelles brûlées en Afrique de l'Ouest pour la même période. Pendant ces mois (en pleine saison sèche), le dessèchement de la biomasse est accéléré favorisant une combustion rapide [12,31]. De plus, les pressions anthropiques exercées par les populations à travers les pratiques d'agriculture sur brûlis, d'élevage et de chasse contribueraient fortement aux nombreux feux observés entre décembre et février. En ce sens, Strydom et Savage [32] ont également constaté une augmentation de l'activité du feu avec les activités anthropiques dans plusieurs écorégions de la communauté de développement d'Afrique australe (SADC). Ainsi, la dimension des feux serait

fortement associée à celle de l'influence de l'homme [33], d'où la nécessité de la prise en compte de sa perception dans la prévention et la gestion de ces feux.

Dans le cadre de la présente étude, les perceptions des populations rurales se sont avérées plus ou moins conformes aux données de télédétection. Cependant, s'il existe des similitudes notamment sur les périodes de pics de feu, il subsiste plusieurs différences entre ces deux sources d'information en fonction des zones phytogéographiques. D'une manière générale, un décalage de la saison des feux est observé des secteurs Nord aux secteurs Sud. Les décalages de saisons de feu, constatés entre le Nord et le Sud du pays, seraient étroitement liés au climat et particulièrement à la distribution des précipitations. En effet, la pluviométrie est plus faible au Nord en zone de savane et très abondante au Sud en zone forestière [25]. Cela favoriserait une saison plus précoce dans le Nord et plus tardive dans le Sud.

La saison la plus précoce est évoquée par les populations d'octobre à février avec un pic en décembre dans le secteur soudanais à l'extrême Nord du pays. Bien que le début et le pic soient confirmés par la télédétection, cette dernière identifie plutôt mars comme le mois de la fin des feux dans ce secteur. En effet, dans ce secteur phytogéographique où la végétation est dominée par les savanes sèches, le dessèchement de la biomasse survient plus tôt du fait de la faible pluviométrie et de la saison sèche qui y est très prononcée [23,30]. Cela favorise le début précoce des feux qui atteignent leur pic dès décembre. Dans le secteur montagnard à l'Ouest du pays, les populations perçoivent une période feu de janvier en avril avec un pic en février. Seul le mois de fin est confirmé par les données MODIS qui identifient une saison d'octobre en avril avec un pic en janvier. Ainsi, un décalage d'un mois est observé au niveau du pic et de la fin de la saison par rapport au secteur soudanais. Ce décalage indiquerait une pluviométrie plus importante et plus tardive dans le secteur montagnard.

Quant aux secteurs sub-soudanais dans le Nord et préforestier dans le Centre-Nord, la saison des feux court de décembre à mars et janvier en est le mois de pic, selon les perceptions des populations. Dans ces secteurs, seul le mois de pic est confirmé par la télédétection. En effet, pendant que la saison des feux part d'octobre en avril dans le secteur sub-soudanais, elle restreinte de novembre en avril dans le secteur préforestier. Ainsi, dans ce dernier secteur, le début de la saison est avancé d'un mois par rapport aux secteurs soudanais, sub-soudanais et montagnard. Dans l'ensemble de ces secteurs phytogéographiques, les feux sont particulièrement abondants en décembre et en janvier. D'une part, cette abondance s'expliquerait par le fait que ces mois correspondent au pic de la saison sèche dans ces secteurs dominés par les écosystèmes de savanes qui sont prédisposés aux feux [1,12,34]. D'autre part, ces pics de feu seraient dus aux activités anthropiques, notamment la préparation des parcelles agricoles, la chasse pour le gibier et l'élevage pour la repousse des herbes. Ces résultats confirment les travaux de Kouassi [35] qui, à travers les perceptions des populations dans le bassin versant du N'Zi au Centre de la Côte d'Ivoire, affirme que les causes principales des feux de végétation sont la chasse et la préparation des parcelles agricoles. Par contre au Burkina Faso, la chasse en est révélée comme étant la principale cause [36].

Enfin, les secteurs mésophile au Centre-Sud et ombrophile au Sud connaissent les saisons de feu les plus tardives. Contrairement aux autres secteurs phytogéographiques, deux pics de feux y sont identifiés par la télédétection. Dans le secteur mésophile en effet, les populations estiment que les feux débutent en décembre, atteignent leur pic en janvier et prennent fin en avril. Bien que le pic soit observé en janvier, la saison des feux court plutôt de novembre à mai selon les données MODIS. La fin de la saison se trouve encore décalée d'un mois par rapport aux secteurs précédents. De plus, un second pic de feux semble intervenir en mars, mais plus faible que celui de janvier. Dans le secteur ombrophile par contre, le pic de mars devient plus élevé que celui de janvier. En effet, la saison part de janvier en avril avec un pic en mars selon les populations. La télédétection confirme le mois de pic. Cependant, elle identifie une saison de décembre à juin. Le début et la fin de la saison sont ainsi décalés d'un mois et le pic de deux mois par rapport au secteur mésophile. Dans la partie Sud de façon générale, plusieurs pics sont enregistrés pour la plupart des années. Cette saison des feux moins nette pourrait s'expliquer par une saison sèche très peu marquée dans le Sud contrairement au Nord. Par ailleurs, la saison tardive des feux dans le Sud serait due à une saison des pluies plus longue et à la pluviométrie qui y est très élevée [23]. Autrement dit, cette forte pluviométrie implique la présence d'un fort taux d'humidité de la biomasse qui devient moins favorable à la combustion. Ces résultats sont conformes à ceux de nombreux travaux scientifiques [8,12,34].

V. CONCLUSION

La détermination des périodes d'occurrence des feux de végétation constitue une étape primordiale dans la caractérisation des régimes de feu qui ont tendance à être modifiés par la variabilité climatique. La présente étude a permis de confronter les données de télédétection aux perceptions des populations rurales dont l'usage du feu est courant dans les activités quotidiennes. L'étude a révélé que les populations ont une bonne perception des perturbations et des décalages des périodes d'occurrence des feux identifiées par la télédétection. Toutefois, des écarts ont été relevés entre les deux sources d'information. Les périodes de début, de pic et de fin des feux diffèrent en fonction des secteurs phytogéographiques. Les secteurs en zones de savanes dans le Nord

et le Centre expérimentent des saisons de feu plus précoces que les secteurs en zones forestières dans le Sud. Bien que les activités humaines soient une composante non négligeable, le décalage Nord-Sud de la saison des feux semble être guidé par le type de végétation et le gradient de précipitation qui nécessiteraient une étude plus approfondie.

REFERENCES

- [1]. Sankaran, M., N.P. Hanan, R.J. Scholes, J. Ratnam, D.J. Augustine, B.S. Cade, J. Gignoux, S.I. Higgins, X. Le Roux, F. Ludwig, J. Ardo, F. Banyikwa, A. Bronn, G. Bucini, K.K. Caylor, M.B. Coughenour, A. Diouf, W. Ekaya, C.J. Feral, E.C. February, P.G.H. Frost, P. Hiernaux, H. Hrabar, K.L. Metzger, H.H.T. Prins, S. Ringrose, W. Sea, J. Tews, J. Worden, & N. Zambatis (2005). Determinants of woody cover in African savannas. *Nature*, 438(8): 846–849. <https://doi.org/10.1038/nature04070>.
- [2]. Cochrane, M.A. & K.C. Ryan (2009). Fire and fire ecology: concepts and principles. In: Cochrane, M.A. (Ed.). *Tropical fire ecology: Climate Change, Land Use and Ecosystems Dynamics*. Springer-Praxis books in Environmental Sciences, Praxis Chichester, UK, publishing Ltd, p. 25–62.
- [3]. Bowman, D.M.J.S., J.K. Balch, P. Artaxo, W.J. Bond, J.M. Carlson, M.A. Cochrane, C.A. D'Antonio, R.S. DeFries, J.C. Doyle, S.P. Harrison, F.H. Johnston, J.E. Keely, M.A. Krawchuk, C.A. Kull, J.B. Marston, M.A. Moritz, I.C. Prentice, C.I. Roos, A.C. Scott, T.W. Swetnam, G.R. Van der Werf, & S.J. Pyne (2009). Fire in Earth System. *Science*, 324: 481-484. <https://doi.org/10.1126/science.1163886>.
- [4]. Tanpipat, V., K. Honda & P. Nuchaiya (2009). MODIS Hotspot validation over Thailand. *Remote Sensing*, 1: 1043-1054. <https://doi.org/10.3390/rs1041043>.
- [5]. Cochrane, M.A. (Ed.). (2009). Fire in tropics. In: *Tropical fire ecology: Climate Change, Land Use and Ecosystems Dynamics*. Springer-Praxis books in Environmental Sciences, Praxis publishing Ltd, Chichester, UK, p. 1–18;
- [6]. Archibald, S., A. Nickless, N. Govender, R.J. Scholes & V. Lehsten (2010). Climate and the inter-annual variability of fire in southern Africa: A meta-analysis using long-term field data and satellite-derived burnt area data. *Global Ecology and Biogeography*, 19: 794–809. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00568.x>.
- [7]. N'Datchoh, E.T., A. Konaré, A. Diedhiou, A. Diawara, E. Quansah, P. Assamoi (2015). Effects of climate variability on savannah fire regimes in West Africa. *Earth System Dynamics*, 6(1): 161-174. <http://dx.doi.org/10.5194/esd-6-161-2015>.
- [8]. Adouabou, A.B., J. Gallardo, A.R. Gutierrez & L. Sanou (2004). Propositions d'aménagement intégré de l'espace rural à partir des multiples usages écologiques, sociaux et économiques des feux de brousse: cas du ranch de gibier de Nazinga et du Sud du Burkina Faso. DESS Aménagement Intégré des Territoires, Commission française pour l'UNESCO, Université Paul Sabatier de Toulouse, France, 36 p.
- [9]. Koné, M. (2012). Up in smoke: biomass burning and atmospheric emissions in the Sudanian savanna of Côte d'Ivoire. PhD thesis, Graduate College of the University of Illinois at Urbana-Champaign, Illinois, United States, 285 p.
- [10]. Mbow, C. (2004). Rapport sur les feux de brousse au Sénégal pour la saison sèche de novembre 2003 à mars 2004. Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), Sénégal, 9 p. <http://gfmc.online/globalnetworks/africa/Senegal-Rapport-Feux-2003-2004.pdf>.
- [11]. N'Dri, A.B. & L.N. Konan (2018). Does the date of burning affect carbon and nutrient losses in a humid savanna of West Africa? *Environment and Natural Resources Research*, 8(3): E-ISSN 1927-0496. <https://doi.org/10.5539/enrr.v8n3p102>.
- [12]. N'Dri, A.B., T.D. Soro, J. Gignoux, K. Dosso, M. Koné, N.A. Koné, J. N'Dri & S. Barot (2018). Season affects fire behaviour in annually burned humid savanna of West Africa. *Fire Ecology*, 14(2): 5. <https://doi.org/10.1186/s42408-018-0005-9>.
- [13]. Zammit, O. (2008). Détection de zones brûlées après un feu de forêt à partir d'une seule image satellitaire spot 5 par techniques SVM. Thèse de Doctorat, Université Nice Sophia-Antipolis, France, 147 p. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00345683>.
- [14]. INS. (2014). Résultats du Recensement Général de la Population et de l'Habitat, Institut National de la Statistique, Abidjan, Côte d'Ivoire. http://www.ins.ci/n/templates/docss/RGPH_2014D.pdf, consulté le 08.06.19
- [15]. Bnetd, Etc Terra & Rongead. (2016). Analyse qualitative des facteurs de déforestation et de dégradation des forêts en Côte d'Ivoire. Rapport final, Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, REDD+ Côte d'Ivoire, Abidjan, 114 p.
- [16]. CNDFB. (2018). Dégâts des feux de brousse en Côte d'Ivoire entre 1983 et 2004. Comité National de Défense de la Forêt et de lutte contre les feux de brousse (CNDFB), Abidjan, 1 p.
- [17]. IPCC. (2007). Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: Pachauri RK, Reisinger A (Eds). *Climate Change 2007: Synthesis report*. Geneva, Switzerland, 104 p.
- [18]. Strydom, S. & M.J. Savage (2016). A spatio-temporal analysis of fires in South Africa. *South African Journal of Science*, 112(11/12), Art.#2015-0489. <http://dx.doi.org/10.17159/sajs.2016/20150489>.
- [19]. Joseph, M.B., M.W. Rossi, N.P. Mietkiewicz, A.L. Mahood, M.E. Cattau, L.A. St Denis, R.C. Nagy, V. Iglesias, J.T. Abatzoglou & J.K. Balch (2018). Spatiotemporal prediction of wildfire size extremes with Bayesian finite sample maxima. *Ecological Applications*, 29(6): e01898. <https://doi.org/10.1002/eap.1898>.
- [20]. Giglio, L., J. Descloitres, C.O. Justice & Y.J. Kaufman (2003). An enhanced contextual fire detection algorithms for MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 87: 273-282. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(03\)00184-6](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(03)00184-6).
- [21]. Justice, C.O., L. Giglio, S. Korontzi, J. Owens, J.T. Morissette, D. Roy, J. Descloitres, S. Alleaume, F. Petitcolin & Y. Kaufman (2002). The MODIS fire products. *Remote Sensing of Environment*, 83(1-2): 244-262. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(02\)00076-7](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00076-7).
- [22]. Laris, P. (2011). Humanizing savanna biogeography: linking human practices with ecological patterns in a frequently burned savanna of southern Mali. *Annals of the Association of American Geographers*, 101: 1067–1088. <https://doi.org/10.1080/00045608.2011.560063>.
- [23]. Guillaumet, J.L. & E. Adjanohoun (1971). La végétation de la Côte d'Ivoire. In: Avenard, J.M., M. Eldin, G. Girard, J. Sircoulon, P. Touchebeuf, J.L. Guillaumet, E. Adjanohoun & A. Perraud (Eds). *Le Milieu Naturel de Côte d'Ivoire*. Mémoires ORSTOM, Paris, p. 161-262.
- [24]. Monnier, Y. (1983). Carte de la Végétation de la Côte d'Ivoire. In: Venetier, P. & G. Laclavere (Eds.). *Atlas de Côte d'Ivoire*. 2^e edn., Jeune Afrique, Paris, 72 p.
- [25]. Eldin, M. (1971). Le climat. In: Avenard, J.M., Eldin M., G. Girard, J. Sircoulon, P. Touchebeuf, J.L. Guillaumet, E. Adjanohoun & A. Perraud (Eds). *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*. Mémoires ORTOM, Paris, p. 73-108.
- [26]. R Core Team. (2020). R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- [27]. Afelu, B. (2016). Contribution à la gestion des feux de végétation au Togo. Thèse de Doctorat, Université de Lomé, Togo, 177 p.

- [28]. Govender, N., W.S.W. Trollope & B.W.V. Wilgen (2006). The effects of fire season, fire frequency, rainfall and management on fire intensity in savanna vegetation in South Africa. *Journal of Applied Ecology*, **43**: 748-758. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01184.x>.
- [29]. Dwomoh, F., & M. Wimberly (2017). Fire regimes and their drivers in the upper guinean region of West Africa. *Remote Sensing*, **9**(11): 1117. <https://doi.org/10.3390/rs9111117>.
- [30]. Swap, R.J., H.J. Annegarn, J.T. Suttles, J. Haywood, M.C. Helmlinger, C. Hely, P.V. Hobbs, B.N. Holben, J. Ji, M.D. King, T. Landmann, W. Maenhaut, L. Otter, B. Pak, S.J. Piketh, S. Platnick, J. Privette, D. Roy, A.M. Thompson, D. Ward & R. Yokelson (2002). The Southern African regional science initiative (SAFARI 2000): overview of the dry season field campaign. *South African Journal of Science*, **98**(3-4): 125-130.
- [31]. Van Der Werf, G.R., J.T. Randerson, L. Giglio, N. Gobron & A.J. Dolman (2008). Climate controls on the variability of fires in the tropics and subtropics. *Global Biogeochemical Cycles*, **22**: GB3028. <https://doi.org/10.1029/2007GB003122>.
- [32]. Strydom, S. & M.J. Savage (2018). A spatio-temporal analysis of fires in the Southern African Development Community region. *Natural Hazards*, ISSN 0921-030X. <https://doi.org/10.1007/s11069-018-3268-1>.
- [33]. Liu, Z. & M.C. Wimberly (2015). Climatic and Landscape Influences on Fire Regimes from 1984 to 2010 in the Western United States. *PLoS ONE*, **10**(10): e0140839. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140839>.
- [34]. Yao, N., T. Landmann, M. Schmidt, S. Konaté, S. Dech & K.E. Linsenmair (2010). Le feu comme agent pour la structure végétale et la diversité. In : Konaté, S. & D. Kampmann (Eds.). Atlas de la Biodiversité de l'Afrique de l'Ouest, Tome III : Côte d'Ivoire, Abidjan et Frankfurt/Main, p. 64-71.
- [35]. Kouassi, J.L.K. (2019). Variabilité climatique, dynamique des feux de végétation et perceptions locales dans le bassin versant du N'Zi (Centre de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire, 228 p. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02183044>.
- [36]. Fournier, A., M. Douanio & A. Bene (2014). Pratique et perception des feux de végétation dans un paysage de vergers. Le pays sèmè (Kéné Dougou, Burkina Faso). In : Fabre, G., A. Fournier & L. Sanogo (Eds). Regards scientifiques croisés sur le changement global et le développement - Langue, environnement, culture : Actes du Colloque international de Ouagadougou, Burkina Faso, p. 201-229.

SORO Tionhonkélé Drissa, et. al. "Périodes des feux de végétation en fonction des secteurs phytogéographiques de Côte d'Ivoire: approche par télédétection et perceptions des populations." *Quest Journals of Medical and Dental Science Research* 7.6 (2020): 19-28.