

# Dynamique spatio-temporelle des feux de brousse de 2010 à 2020 : Cas de l'arrondissement de Dioulacolon (Kolda, Sénégal)

Cheikh Oumar SAMB<sup>\*1</sup>, Oumar Amadou AW<sup>2</sup>, Ousmane NDIAYE<sup>1</sup>, Mamadou GOUDIABY<sup>2</sup>, Massamba THIAM<sup>1</sup>, Saliou NDIAYE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture (ENSA), Thiès, Sénégal

<sup>2</sup>Direction des Eaux et Forêts, Chasses, Conservation des Sols (DEFCCS), Sénégal

Auteur correspondant : [omarsamb2004@yahoo.fr](mailto:omarsamb2004@yahoo.fr); tel : 221 77 516 84 90

**Mots clés** : Dioulacolon, Dynamique, Feux actifs, Sénégal, Spatio-temporelle, Télédétection.

**Keywords** : Dioulacolon, Dynamics, Active fires, Senegal, Spatio-temporal, Remote sensing.

Submitted 19/9/2024, Published online on 31<sup>st</sup> January 2025 in the [Journal of Animal and Plant Sciences \(J. Anim. Plant Sci.\) ISSN 2071 – 7024](#)

## 1 RESUME

Au Sénégal, les formations forestières sont touchées par les feux de brousse entraînant des dégâts énormes. Cependant, les recherches sur l'impact réel des feux sont limitées et parcellaires. L'objectif de cette étude est de contribuer à renforcer les stratégies de gestion des feux de brousse et de conservation des ressources forestières nationales. Pour ce faire, l'approche reposait sur les principes et outils de la télédétection-cartographie avec l'utilisation des images satellitaires MODIS et ArcGIS 10.8 pour la cartographie des feux. La cartographie a été complétée par des enquêtes semi structurées. Les résultats indiquent que les superficies brûlées de 2010 à 2020 sont estimées à 47 446,379 ha avec un total de 605 points de feux détectés. Les communes de Guiro Yéro Bocar, Tankanto Escalé et Médina El Hadj sont plus touchées et enregistrent 80,34% des superficies brûlées. Les résultats révèlent que la fréquence et la gravité des feux sont variables selon la nature du couvert végétal et de la saison. Les formations savaniques sont plus vulnérables (78,18%). Les causes actuelles des feux de brousse sont inhérentes aux pratiques agricoles notamment avec l'expansion des plantations d'anacardiens, où ils servent d'auxiliaires aux nettoisements et constituent le foyer initial. Face à cette situation, un accent particulier est mis sur la lutte préventive par l'organisation des séances de sensibilisations au niveau communautaire, des conseils départementaux de développement dédiés à la campagne de lutte contre les feux de brousse, l'organisation des feux précoces.

## ABSTRACT

In Senegal, forest formations are affected by bush fires causing enormous damage. However, research on the real impact of fires is limited and patchy. The objective of this study is to contribute to strengthening strategies for the management of bush fires and the conservation of national forest resources. To do this, the approach was based on the principles and tools of remote sensing-mapping with the use of MODIS and ArcGIS 10.8 satellite images for fire mapping. The mapping was supplemented by semi-structured surveys. The results indicate that the areas burned from 2010 to 2020 are estimated at 47,446.379 ha with a total of 605 fire points detected. The municipalities of Guiro Yéro Bocar, Tankanto Escalé and Médina El Hadj are more affected and record 80.34% of the burned areas. The results show that the

frequency and severity of fires vary according to the nature of the vegetation cover and the season. Savanna formations are more vulnerable (78.18%). The current causes of bush fires are inherent to agricultural practices, particularly with the expansion of cashew plantations, where they serve as cleaning aids and constitute the initial focus. Faced with this situation, special emphasis is placed on the preventive fight by the organization of awareness sessions at community level, departmental development councils dedicated to the campaign to fight against bush fires, the organization of early fires.

## 2 INTRODUCTION

Les feux de brousse constituent l'un des principaux facteurs de dégradation du milieu naturel dans le monde (Goldammer et De Ronde, 2004). Ainsi, la FAO (2009) estime qu'environ 350 millions d'hectares de terres boisées, de friches et de cultures sont ravagés annuellement par les flammes dans le monde. Les superficies brûlées en Afrique représentent 50% (Devineau et al., 2010). Au Sénégal, les superficies brûlées représentent 1,2% de la superficie nationale (CSE, 2018). La Casamance naturelle qui regorge l'essentiel du potentiel forestier du Sénégal (Solly et al., 2021) est aussi grandement touchée par les feux de brousse. Ces feux ont joué un rôle important dans la configuration actuelle des formations forestières (CSE, 2011) notamment à Kolda où 65 664,19 ha de superficies brûlées ont été constatées (CSE, 2020) avec la destruction des ressources forestières ; l'accélération du réchauffement climatique et l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre. Pour endiguer ce fléau, l'Etat du Sénégal a mis en place un cadre juridique (Acte III de la décentralisation, Ratification de l'accord de Paris, Code forestier, etc.) afin de préserver les derniers bastions forestiers dans un contexte national marqué par le transfert de compétences de l'environnement et la gestion des ressources naturelles aux Collectivités territoriales. Ces réformes ont suscité l'intérêt de la gestion des feux de brousse qui est devenue un

défi majeur pour le service des Eaux et Forêts et les Collectivités territoriales de la région de Kolda. Malgré tous ces efforts, les feux de brousse se manifestent encore dans certaines zones de la région. Face à cette situation, la réflexion sur la dynamique des feux de brousse s'impose. Toutefois, il est difficile de gérer les feux sans connaissances préalables de leurs causes et de leur extension (Chuviéco, 1996). Aussi, sans une compréhension correcte et claire de la distribution et la dynamique des feux, il est impossible de les contrôler efficacement (Goldammer et De Ronde, 2004 ; Morissette et al., 2005). La collecte d'informations à l'échelle nationale ou régionale afin de quantifier les impacts et l'ampleur du phénomène permet d'élaborer une stratégie de gestion efficace des feux de brousse (FAO, 2006) ; ce qui donne un sens à cette présente étude qui devrait faciliter d'éventuelles prises de décision sur la base d'une analyse de la dynamique spatio-temporelle des feux sur la période de 2010 à 2020. L'objectif général de cette étude est de contribuer à renforcer les stratégies de gestion des feux de brousse et de conservation des ressources forestières nationales. Spécifiquement, il s'agit d'évaluer les superficies brûlées de 2010 à 2020 et d'analyser la dynamique des feux de brousse et déterminer les principales causes.

### 3 MATÉRIEL ET MÉTHODES

**3.1 Cadre de l'étude :** L'étude a été conduite dans l'arrondissement de Dioulacolon (12°49'0"N ; 14°52'0"W), département de Kolda. Dioulacolon compte six (06) communes (Figure 2) et s'étend sur une superficie de 1130 km<sup>2</sup> pour une population de 58 678 habitants (ARD, 2020) composée majoritairement d'agriculteurs et d'éleveurs. Le climat est de type sud-soudanien continental (Sagna, 2005). Les précipitations moyennes varient entre 700 mm et 1 300 mm (ANACIM, 2020). Les principales ressources en eau sont les eaux de surface et les eaux souterraines. Les températures minimales ont oscillé entre un peu moins de 25° C et un peu plus de 30° C ; alors que les températures maximales se situaient entre 35° C et près de 40°

C. Le relief est constitué de grès sablo-argileux formant des plateaux avec une végétation naturelle abondante (savane ou forêt claire), entrecoupées de vallées dans lesquelles se trouvent les rizières et les pâturages de bas-fonds (ARD, 2020). Le couvert végétal est composé d'une gamme d'espèces ligneuses : Khaye (*Khaya senegalensis*), Vène (*Pterocarpus erinaceus*), Dimb (*Cordyla pinnata*), Linké (*Azizelia africana*), Santan (*Daniellia oliveri*), Ir (*Prosopis africana*), Rate (*Combretum glutinosum*) et herbacées (*Andropogon gayanus*, *Cenchrus biflorus* etc.) (IREF, 2019).

**3.2 Sites de l'étude :** Les sites de l'étude ont été les communes (Tankonto Escale, Dioulacolon, Saré Y. Diéga, Médina Elhadji, Guiro Yéro Bocar, Salikégné) (Figure 2).

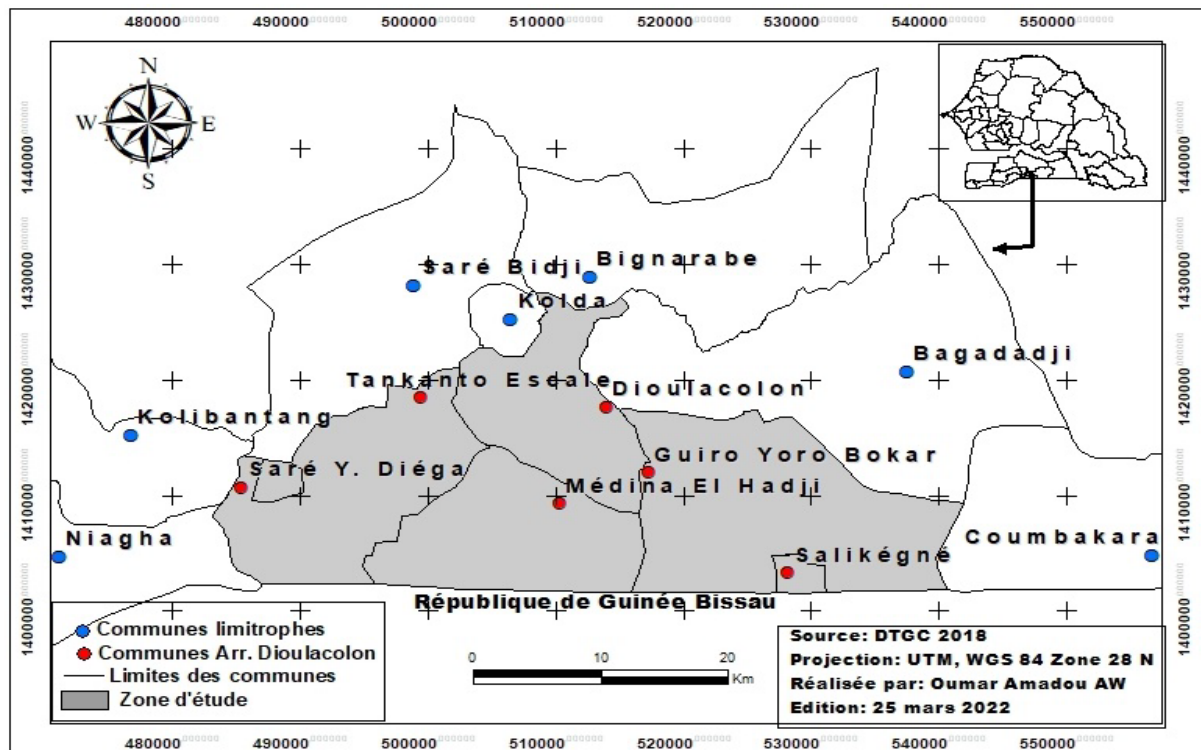


Figure 2 : localisation de la zone d'étude

### 3.3 Approche méthodologique

**3.3.1 Acquisition des données satellitaires :** Pour analyser la dynamique des feux de brousse, les données de feux actifs MODIS ont été utilisées. Ces données sont choisies, car elles permettent d'aborder la

question du rythme des feux sans pour autant délaisser l'espace (Mbow, 2000 ; Giglio et al., 2003). Elles se caractérisent par une longue série de données constituée quotidiennement avec une résolution de 1km. Les feux sont détectés automatiquement à partir d'un canal thermique

de MODIS. Les points de feux actifs sont extraits puis classés sur une échelle de fiabilité de 1 à 100. Pour cette étude, les points de feux dont l'intervalle de confiance est  $\geq 75$  ont été maintenus afin d'établir une base ne contenant que les points de feux avérés. Deux types de masque ont été réalisés :

- un masque temporel qui intègre les arrêtés départementaux de mise à feu précoce afin de déterminer les feux de brousse qui sont supposés se produire hors des périodes de mise à feu précoce (octobre-janvier) ;
- un masque spatial qui permet de tenir compte des zones de culture et des zones d'habitation.

Cette base de données est alors intégrée sous un logiciel SIG, aboutissant à un recensement de points de feux actifs (2010 à 2020) géoréférencés et classés par saison sur l'étendue de l'arrondissement de Dioulacolon. Ainsi, pour obtenir les superficies brûlées un système de « Buffer » de 500 m de rayon autour de chaque point classé comme feu a été créé à l'aide du logiciel ArcGIS 10.8. Une « dissolution » des zones contiguës a été faite afin d'éviter de compter plusieurs fois un pixel brûlé ou de morceler les superficies. Cette procédure a permis l'élaboration des cartes de distribution des feux et le calcul des surfaces brûlées.



**Photo 1 :** nettoyage d'un champ avec le feu et passage d'un feu de brousse

**3.3.2 Vérification sur le terrain des points de feux :** A partir d'une carte préliminaire établie, une descente sur le terrain a été faite aux mois de mars et avril 2022, pour vérifier des traces de feu dans le souci de corroborer les principales observations notamment sur la fréquence et la distribution des feux. Un GPS *Garmin eTrex 20x* et un appareil photo (canon EOS 250D, 24.1 méga pixels...) ont été utilisés respectivement pour la localisation des zones à vérifier et la prise de vue.

### 3.4 Analyse des paramètres

**3.4.1 Analyse de la saisonnalité des feux :** La saisonnalité d'un feu est la période de l'année

pendant laquelle les feux ont le plus de chance de partir et de se propager (Broucke, 2009). Elle est étudiée en ramenant le nombre de feux actifs et la surface brûlée par mois sur la période d'observations de 2010 à 2020.

**3.4.2 Analyse temporelle des feux :** Cette analyse concerne l'évolution des incendies dans le temps, le nombre total des points de feux actifs par année et les surfaces totales brûlées par année.

**3.4.3 Analyse spatiale des feux :** Cette analyse est faite dans les communes et concerne le nombre total de feux actifs par commune et

par année et les surfaces totales brûlées par commune et par année.

**3.4.4 Calcul de la fréquence des feux par commune :** La fréquence montre le pourcentage de feu dans chaque entité administrative. Elle est calculée par la formule suivante (Valea, 2005) :

$$F = \frac{n_i}{N_t} \times 100 \quad (1)$$

$n_i$  : nombre de points de feux dans la limite administrative ;

$N_t$  : nombre total de points de feux.

**3.4.5 Calcul de la densité des feux par commune :** La densité des feux indique le nombre de feux par unité de surface d'une entité administrative et renseigne sur la répartition spatiale du feu en fonction de la superficie administrative. Elle est obtenue par la formule suivante (Valea, 2005) :

$$D = \frac{n_i}{S_i} \quad (2)$$

$n_i$  : nombre de points de feux dans la limite administrative ;

$S_i$  : surface de l'entité administrative (en Km<sup>2</sup>).

**3.5 Entretiens auprès des comités de lutte contre les feux de brousse, élus locaux, services techniques :** Des guides d'entretien ont été administrés aux Maires, au Chef de la Brigade des Eaux et Forêts, au Sous-préfet. Les résultats des entretiens ont permis d'identifier les comités de lutte les plus dynamiques dans l'arrondissement de Dioulacolon (tableau 1). Des focus groups ont été tenus avec les comités pour définir des stratégies efficaces et efficientes de gestion des ressources forestières. Les thématiques abordées ont porté sur l'état des lieux des feux et leurs causes.

**Tableau 1 :** nombre de personnes enquêtées par comité et par commune

Communes	Localités	Nombre de personnes enquêtées
Tankanto Escale	Missirah Mamadou BASSY, Némataba GABO, Sinthiang Moutarou	29
Médina El Hadj	Médina Bocar KNAFODIANG, Sinthiang Mansally, Sendébou,	26
Guïro Yéro Bocar	Kamboua, Néma, demba, Fary Mbaly	15
Dioulacolon	Saré Omar, Saré Hamady, Saré Pathé KAMAKO	10
Salikégné	Kountima, Sinthiang Assette,	7
Saré Yoba	Santassou, Dar Salam	10
<b>Total</b>		<b>97</b>

**3.6 Traitement et analyse des données d'enquêtes :** Le logiciel Sphinx et le Tableur Excel ont été utilisés pour l'élaboration des

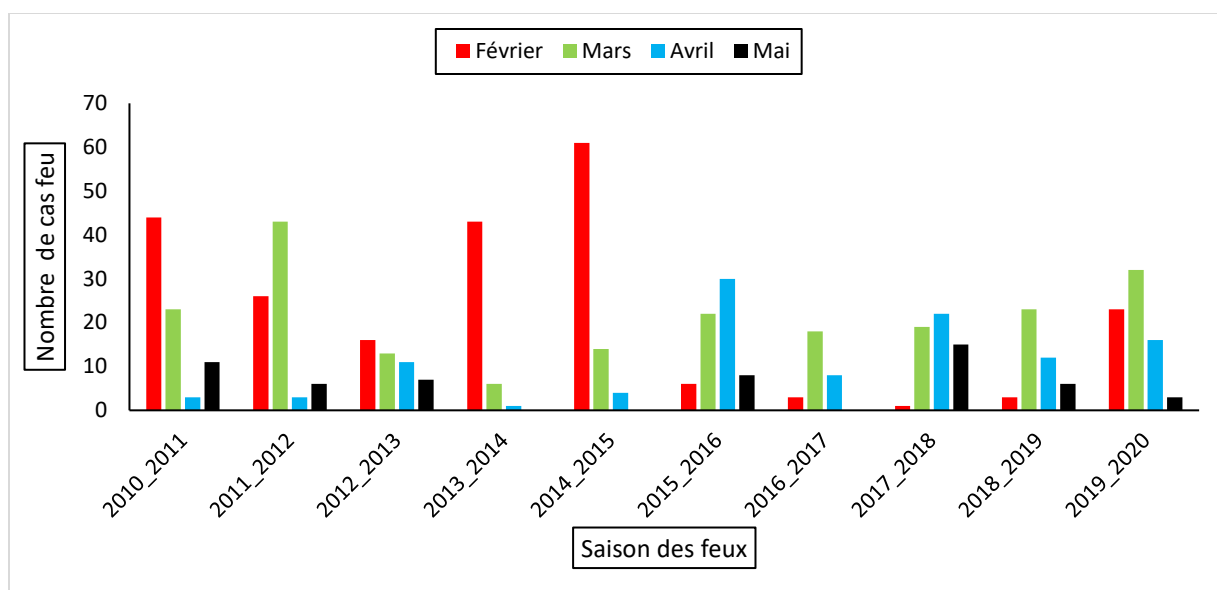
questionnaires, le dépouillement des données et les tris à plat. La matrice des corrélations a été effectuée à l'aide XLSTAT 6.9.

## 4 RÉSULTATS

### 4.1 Analyse temporelle des feux

**4.1.1 Évolution mensuelle des feux :** La figure 3 met en exergue la distribution mensuelle des feux de brousse par saison de 2010 à 2020. Elle indique que la saison des feux de brousse

tardifs s'étale de février à mai avec des variations intra annuelles. Le nombre de points de feux cumulés est plus élevé en février (226) et mars (213). Les mois d'avril et mai enregistrent respectivement 110 et 56 feux de 2010 à 2020.



**Figure 3** : distribution mensuelle des feux de brousse par saison de 2010 à 2020

Le tableau 2 met en relief les superficies brûlées en fonction de la saison. Elle indique que les superficies brûlées sont estimées à 47 466,379 ha

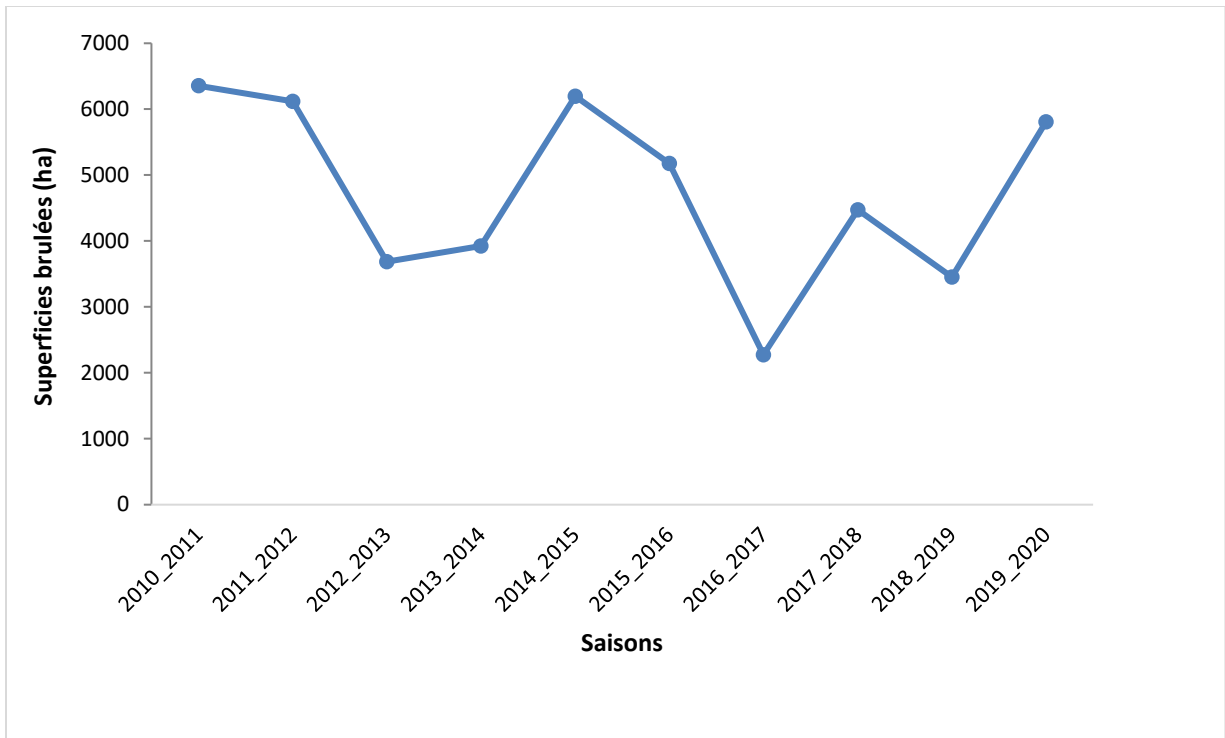
de 2010 à 2020. Elle montre que 72,56 % des superficies brûlées sont enregistrées aux mois de février et mars.

**Tableau 2** : variation mensuelle des surfaces brûlées dans l'arrondissement de 2010 à 2020

Année	Février	Mars	Avril	Mai	Totaux
2010-2011	3452,090	1804,530	235,371	863,030	6355,021
2011-2012	2039,911	3373,640	235,371	470,740	6119,662
2012-2013	1255,310	1019,930	863,030	549,200	3687,470
2013-2014	3373,642	470,740	78,461	0	3922,843
2014-2015	4785,860	1098,421	313,830	0	6198,111
2015-2016	470,740	1725,910	2353,710	627,660	5178,020
2016-2017	235,371	1412,230	627,661	0	2275,262
2017-2018	78,460	1490,690	1726,060	1176,860	4472,070
2018-2019	235,380	1804,510	941,480	470,740	3452,110
2019-2020	1804,510	2510,630	1255,30	235,370	5805,810
<b>Totaux</b>	<b>17731,274</b>	<b>16711,231</b>	<b>8630,274</b>	<b>4393,600</b>	<b>47466,379</b>

**4.1.2 Évolution saisonnière des feux :** Les figures 4 et 5 et le tableau 3 traduisent l'évolution des superficies brûlées en fonction de la saisonnalité. Leur analyse montre que les superficies brûlées évoluent de manière cyclique. Les superficies brûlées entre 2010-2011, 2011-2012 et 2014-2015 représentent 39,34% de la

superficie totale brûlée de 2010 à 2020. La moyenne des superficies brûlées par saison est de 4746,637 ha.an<sup>-1</sup> et le nombre de points moyen est de 60 an<sup>-1</sup>. Cependant, le nombre de points de feux actifs le plus élevé a été enregistré en 2010 (81).



**Figure 4** : évolution saisonnière des Points de feux et des superficies brûlées dans l'arrondissement de Dioulacolon de 2010 à 2020

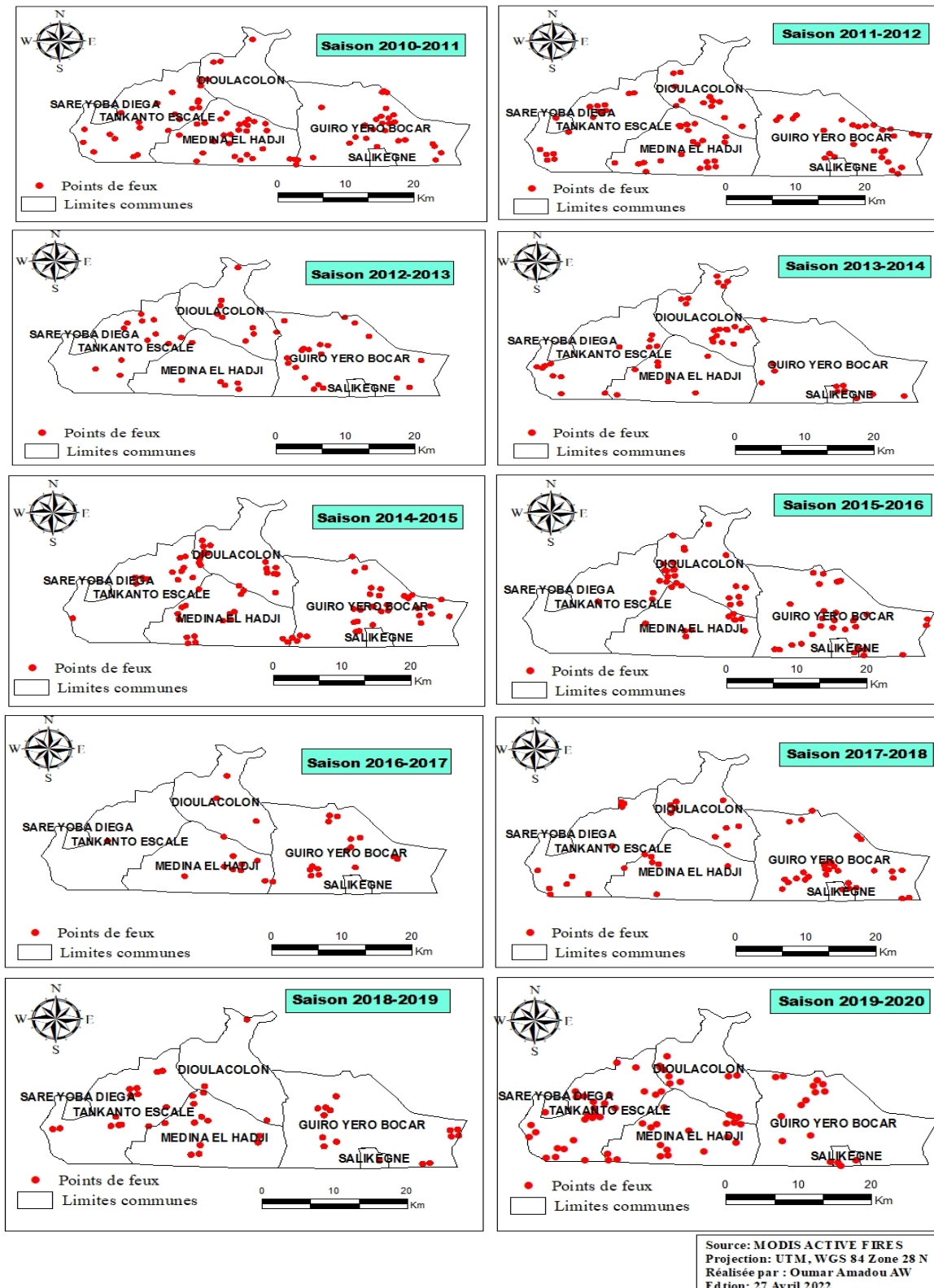


Figure 5 : cartes de distribution des feux tardifs dans l'arrondissement de Dioulacolon de 2010 à 2020



**Tableau 3 :** répartition des points de feux, des superficies brûlées par saison

Saisons	Points de feux	Superficies brûlées (ha)
2010-2011	81	6355,021
2011-2012	78	6119,662
2012-2013	47	3687,470
2013-2014	50	3922,843
2014-2015	79	6198,111
2015-2016	66	5178,020
2016-2017	29	2275,262
2017-2018	57	4472,070
2018-2019	44	3452,110
2019-2020	74	5805,810
<b>Totaux</b>	<b>605</b>	<b>47 466,379</b>

## 4.2 Analyse spatiale des feux

**4.2.1 Analyse spatiale par communes :** Le tableau 4 traite la répartition des points de feux, des superficies brûlées et des densités par communes. Il montre que les superficies brûlées sont plus importantes à Guiro Yéro Bocar

(35,87%), Médina El Hadj (22,98%) et Tankanto Escalé (21,49 %) mais elles sont relativement faibles à Saré Yoba Diéga (1,65%) et Salikégné (0,33%). La même tendance a été observée pour le nombre de points de feux et la densité.

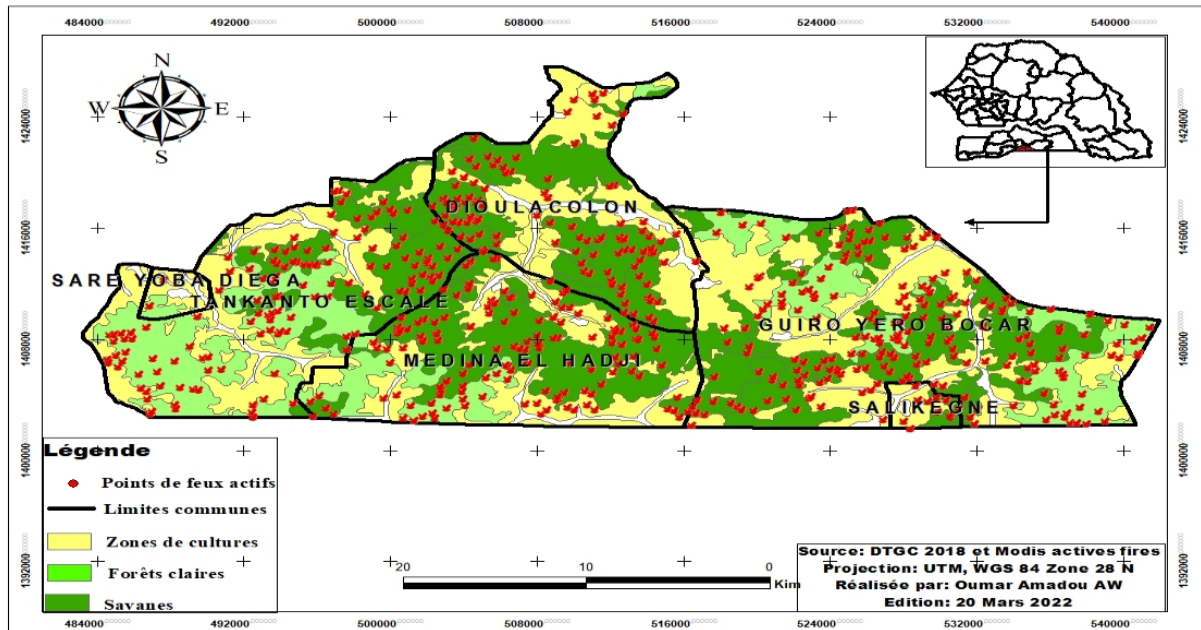
**Tableau 4:** répartition des points de feux, des superficies brûlées et des densités par communes

Communes	Nombre de points de feux	Superficies brûlées (ha)	Densités (Nombre de pts feux/km <sup>2</sup> )
Dioulacolon	107	8 394,842	0,622
Guiro Yéro Bocar	217	17 025,353	0,743
Médina El Hadj	139	10 905,501	0,770
Tankanto Escalé	130	10 199,182	0,712
Salikégné	10	784,580	0,261
Saré Yoba Diéga	2	156,921	0,182
<b>Totaux</b>	<b>605</b>	<b>47 466,379</b>	<b>3,889</b>

La matrice de corrélation montre qu'il existe une relation forte et négative entre la superficie et le nombre de points (-0,6599) et la densité (-0,6844) et une liaison très forte et positive entre la densité et le nombre de points de feux (0,9234).

### 4.2.2 Analyse spatiale des feux par types de formations forestières :

La carte de la répartition spatiale révèle que les feux sont présents dans les forêts claires et les savanes (Figure 6). Les formations savanicoles enregistrent 473 points, l'équivalence de 37 106,855 ha. Les forêts claires enregistrent 132 points, soit 10 359,524 ha brûlés (Tableau 5).



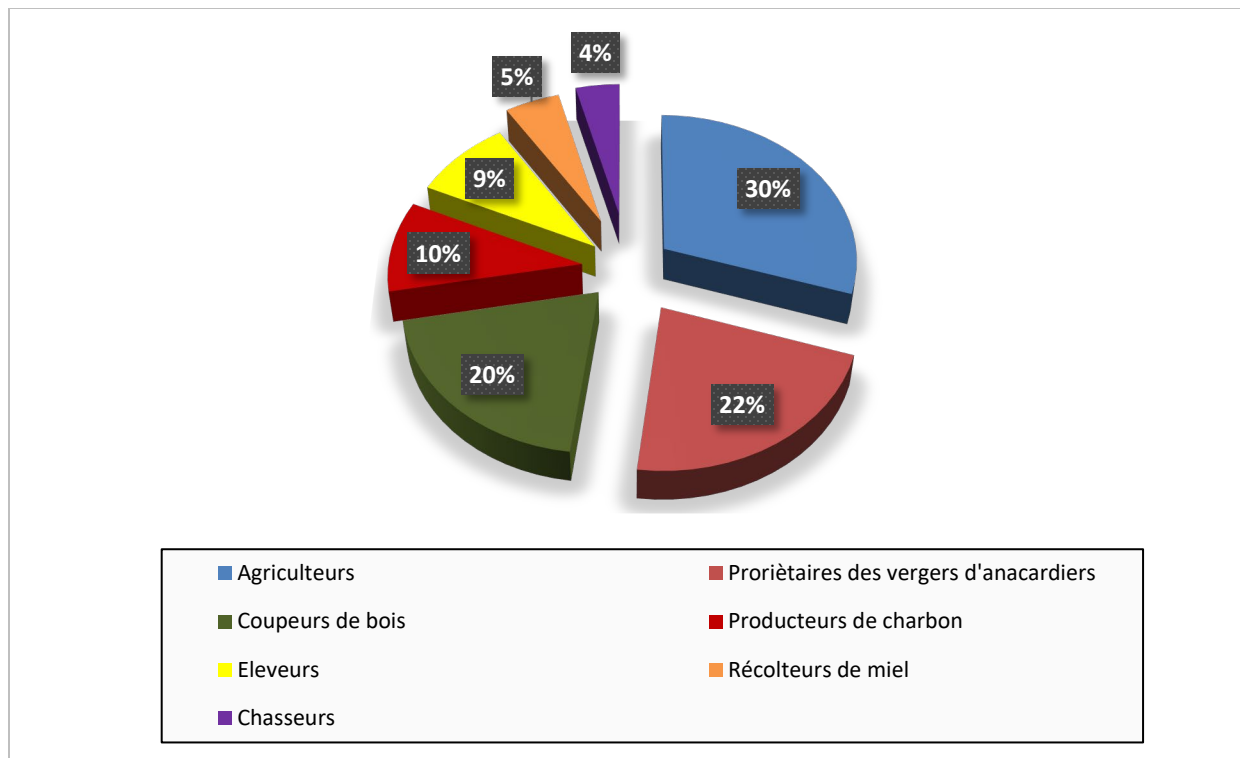
**Figure 6** : répartition des foyers de feu suivant les formations forestières

**Tableau 5** : répartition des points de feux, des superficies brûlées, des fréquences et par type de formations forestières

Types de végétation	Nombre de points de feux	Superficies (ha)	Fréquences (%)
Forêts claires	132	10359,524	21,820
Savanes	473	37106,855	78,180
<b>Totaux</b>	<b>605</b>	<b>47466,379</b>	<b>100</b>

### 4.3 Causes des feux :

Il ressort des enquêtes que les feux de brousse ont des origines diverses et variées. Les agriculteurs (30%), les propriétaires des vergers d'anacardiens (22%) les coupeurs de bois (20%), les producteurs de charbon (10%), les éleveurs (9%), les récolteurs de miel (5%) et les chasseurs (4%) sont les principaux auteurs (Figure 7).



**Figure 7 :** auteurs des feux de brousse cités lors de l'enquête

#### 4.4 Motivations :

Les résultats de l'analyse des causes des feux ressortent que les motivations varient d'un acteur à un autre. Les pratiques agricoles sont fortement citées comme la principale cause. Parmi les agriculteurs, il y a les cultivateurs qui utilisent les feux comme moyen de défrichage et de nettoyage des champs et les propriétaires des vergers d'anacardières qui se servent aussi du feu pour nettoyer leurs plantations. C'est en ouvrant les pare-feux tôt ou parfois tardivement que le feu s'échappe par inattention aux propriétaires des vergers et fait des dégâts. En outre, avec le trafic illicite de bois, les fraudeurs provoquent volontairement le feu de brousse dans le but d'avoir une bonne vision à distance afin de pouvoir s'échapper en cas d'une intervention des agents des Eaux et Forêts. Quant aux éleveurs, ils viennent le plus souvent d'autres zones à la recherche du pâturage. Repoussés par les populations autochtones, ils mettent le feu avant de se retirer. Il faut noter que jusque-là, l'exploitation du miel est toujours traditionnelle dans cette zone. Pour récolter du miel, la majeure partie fait recours au feu afin de se débarrasser des abeilles. Par conséquent, les flammes tombent par inadvertance et leurs contacts avec les herbes sèches entraînent un feu de brousse. Les chasseurs aussi provoquent le feu en l'utilisant comme moyen de débusquer les animaux de leur cachette. Avec le caractère clandestin dans la production du charbon dans certaines zones, il arrive qu'un feu échappe à un moment pendant la carbonisation ou après la carbonisation.

#### 4.5 Solutions préconisées :

Les solutions préconisées par les personnes enquêtées sont de deux ordres :

- La communication (sensibilisation à travers les foras et ou les émissions radiophoniques)
- La formation (Organisation des séminaires sur les techniques de lutte contre les feux de brousse).

## 5 DISCUSSION

### 5.1 Période d'occurrence des feux

L'étude portant sur la dynamique spatio-temporelle des feux de brousse dans l'arrondissement de Dioulacolon a montré que l'occurrence des feux se situe entre les mois de février et mars. D'ailleurs, sur les 47 466,379 ha brûlés de 2010 à 2020, 72,56% ont été recensés durant ces deux mois. De surcroît, la matrice de corrélation montre qu'il existe une liaison très forte et positive entre la densité et le nombre de points de feux (0,9234). Ainsi, l'accroissement des feux pendant cette période pourrait s'expliquer par les pratiques agricoles. Ce résultat semble être confirmé en partie par Barry et *al.*, (2019) qui révèlent qu'en Casamance, les mois de janvier, février et mars sont généralement les plus affectés par les feux. Cependant, pour le cas de notre étude, le mois de janvier coïncide aux feux précoces dans l'arrondissement de Dioulacolon. Ainsi, un problème se pose sur le caractère de feux précoces dans la mesure où mi-janvier déjà les conditions pour que les feux ne fassent pas de dégâts sont dépassées. Les recherches de Mbow (2000) dans le Parc National de Niokolo Koba (Sénégal) ont révélé que les feux précoces peuvent parfois avoir l'allure, la violence et l'intensité des feux tardifs. L'occurrence des feux pendant les mois de février et mars traduit une siccité presque maximale des végétaux liée à l'augmentation de la température et consécutivement à la perte d'eau par les plantes du fait de l'évapotranspiration (CSE, 2012).

### 5.2 Répartition spatiale par commune

La répartition spatiale des feux par communes montre une forte occurrence des feux dans les communes de Guiro Yéro Bocar, Tankanto Escale et Médina El Hadji de 2010 à 2020 (80, 34%). Cela pourrait s'expliquer par le fait que ces trois communes abritent la grande partie des savanes mais aussi aux activités socioéconomiques (agriculture, élevage, récolte de miel etc.). Ce résultat semble être confirmé par Gueguim et *al.*, (2018) qui révèlent que ce sont les populations qui déclenchent les feux avec des objectifs et un calendrier précis, en rapport le plus souvent avec leurs activités. Les populations agissent dans la propagation des feux en tant qu'élément déclencheur du feu et à travers les activités socioéconomiques et culturelles qui autorisent ou non la mise à feu.

Par ailleurs, Barry et *al.*, (2019) révèlent que l'importance des feux de brousse est liée au manque d'engagement et de responsabilité des populations qui sont en partie à l'origine. Les populations ne luttent contre les feux que lorsque ceux-ci menacent les villages ou les vergers. Cependant, les communes de Salikégné et Saré Yoba Diéga ont été les moins touchées (1,98%). Cela pourrait s'expliquer par le fait que dans ces communes, avec l'espace réduit, les cultures se font surtout dans les bas-fonds. La répartition des feux pourrait être liée à la situation sociodémographique de la population, majoritairement analphabète et la conquête de nouvelles terres à vocation agricole.

### 5.3 Répartition spatiale suivant les formations forestières

Les formations savaniques sont plus touchées (78,18%) comparées aux forêts claires (21,82%). Ces résultats se rapprochent de ceux obtenus par Opha (2009) qui a noté qu'au Botswana, les savanes sont les plus exposées aux feux et que les forêts claires sont peu concernées et ne subissent de véritables feux qu'à la haute dessiccation en fin de saison sèche ou en période de sécheresse exceptionnelle. Kana et Etouna (2006) avaient évalué, dans une étude au Cameroun sur la répartition des superficies brûlées, qu'à peine 7% concernaient les forêts claires et la forte proportion de 93% au niveau des savanes. Ainsi, la nature de la formation végétale et son occupation de sol sont des facteurs essentiels dans l'évaluation du niveau d'exposition et de vulnérabilité d'un écosystème au risque de feux de brousse (Palumbo et *al.*, 2011). D'ailleurs Masahiro (2003) révèle que les feux se développent principalement dans les parties où il y a une forte concentration de savane herbeuse. Randrianasolo (2013) affirme dans une étude menée à Madagascar que les savanes herbeuses constituent des combustibles herbacés

facilement inflammables tandis que les formations denses humides sont surtout composées par des combustibles lourds qui requièrent de l'énergie excessive pour s'enflammer. Aussi, l'interdépendance entre le contexte sociologique et écologique et l'occurrence des feux est une évidence (Flannigan et Wotton, 2001) et la plupart des feux dans les savanes sont des feux volontaires d'origine humaine qui débordent et se propagent aux écosystèmes forestiers adjacents (Poilecot et Loua, 2009). En Haute-Casamance qui couvre notre zone d'étude, Solly (2021) a noté qu'en plus de participer à la progression de la savane, ils compromettent la régénération naturelle de la strate arbustive et la repousse des rejets, surtout dans les forêts aménagées.

#### 5.4 Analyse des causes de feux

Les feux de brousses ont des origines diverses et ils sont mis pour des raisons différentes et pour des besoins spécifiques par les populations. L'étude a révélé que les pratiques agricoles sont la principale cause des feux de brousse dans l'arrondissement. D'ailleurs, les personnes interrogées affirment que c'est en pleine saison sèche que les populations font le débroussage à usage agricole. De surcroît, elles ajoutent que ces populations font usage du feu pour défricher clandestinement des savanes voire des forêts. Aussi, depuis quelques années, les vergers d'anacardiens se multiplient dans la zone de Dioulacolon car la vente de noix de cajou est devenue une activité génératrice de revenus. Par conséquent, la majeure partie de la population réalise des pares-feux ceinturant leurs vergers pour prévenir les catastrophes liées aux feux de brousse. Ainsi, par manque d'expérience, les feux les échappent. Ce résultat se rapproche de celui de Diatta et al. (2018) qui révèlent qu'en moyenne Casamance septentrionale, les populations font très souvent recours aux feux tardifs. En effet, c'est en pleine saison sèche que les populations font le débroussage sous prétexte que c'est plus facile. D'ailleurs, au-delà des pratiques agricoles, Solly (2021) va plus loin en mentionnant qu'entre la fin du mois de décembre et de mars, les feux accidentels (mégots), d'apiculteurs, d'exploitants clandestins de charbon, de chasseurs et d'éleveurs sont les plus fréquents et destructeurs dans la région de Kolda. Quant à la tendance baissière des feux d'avril à mai, elle peut être expliquée par la diminution du recours au brûlis de défrichement durant cette période.

## 6 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Ce travail constitue un soutien important dans le cadre de l'orientation stratégique concernant la lutte contre les feux de brousse, et s'est focalisé particulièrement dans l'arrondissement de Dioulacolon (Kolda, Sénégal). La compréhension de la dynamique spatio-temporelle des feux permet d'anticiper et de minimiser le plus possible leur ampleur et intensité.

L'analyse de la dynamique spatio-temporelle des feux de brousse a décelé une évolution cyclique des feux de brousse. Ainsi, la moyenne des superficies brûlées par saison est de 4746,637 ha.an<sup>-1</sup> et le nombre de points moyen est de 60 an<sup>-1</sup>. Les résultats indiquent une hétérogénéité spatiale des feux. Les communes de Guiro Yéro Bocar, Tankanto Escalé et Médina El Hadji sont les plus touchées (80,34%). Les formations savaniques occupent 78,18% des superficies totales brûlées. Les pratiques agricoles ont été indiquées comme facteur principal avec la prolifération des vergers d'anacardiens. Ces résultats confirment nos hypothèses de recherches.

Au regard de ces résultats, il serait important de recommander les éléments suivants :

- revoir la période de mise à feu précoce en tenant compte de la variabilité climatique ;
- mettre le focus sur l'encadrement des agriculteurs et les arboriculteurs ;
- renforcer la sensibilisation des agriculteurs notamment les propriétaires de vergers d'anacardiens sur les techniques de gestion et de planification des plantations.

## 7 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adouabou A., Gallardo J., Gutierrez R. et Sanou L., 2004. Proposition d'aménagement intégré de l'espace rural à partir de multiples usages écologiques, sociaux et économiques des feux de brousse : cas du Ranch de gibier de Nazinga et du sud du Burkina Faso. DESS, Université Paul Sabatier, Toulouse, France, 37 p.
- ANACIM., 2020. Rapport annuel, 106 p.
- ANSD., 2013. Recensement Général de la Population et de l'Habitat, de l'Agriculture et de l'Elevage de 2013. Rapport final, 417 p.
- ARD., 2020. Rapport d'activité 2020, 56 p.
- Barry B., Sakho P., Benga A.G.F., Goudiaby A.O. K., 2019. Temporal dynamic of bush fires on average Northern Casamance (Sénégal). Journal of Applied Science and Environmental Studies JASES, 14 p.
- Berrichi M., 2013. Défense des forêts contre les incendies ; facteurs favorisant les incendies, conséquences et lutte. Polycopies des cours. Univ Tlemcen. 66p.
- Broucke S., 2009. État de l'art sur la détermination du régime du feu par des moyens de télédétection, Unité ESPACE, Projet ANR Biodiversité INC (« Incendie et Biodiversité »), 14p.
- Carbonell G., Dusserre G. & Sauvagnargues S., 2004. Embrasement généralisé éclair en feu de forêt. Le sage Lieutenant-colonel J.P. Monet. Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement. France. 81p.
- Cemagref., 1994. Plans de prévention des risques naturels, risques d'incendies de forêt. Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement. France. 81p.
- Chautrand L., 1972. Les incendies de forêt en Provence -côte d'Azur - Bulletin technique d'information. Les incendies de forêts dans la région méditerranéenne. N° spécial, 268 : 405- 414.
- Chuvieco E., 1996. Remote sensing and GIS applications for forest fire management. Paris. European Association of Remote Sensing Laboratories (EARSL), 216 p.
- CSE., 2011. Rapport annuel sur le suivi des feux, 29 p.
- CSE., 2018. Rapport annuel sur le suivi des feux, 30 p.
- CSE., 2020. Rapport annuel sur le suivi des feux, 29 p.
- Devineau J.L., Fournier A., Ngnan S., 2010. Savana fire regimes assessment with Modis fire data : their relationship to land cover and plant species distribution in west Burkina faso (West Africa). Journal of arid environment, 74 (9) : 1092-1101.
- FAO., 2006. Evaluation des ressources forestières mondiales 2005, Progrès vers la gestion forestière durable. 315 p.
- FAO., 2009. Feux de forêts : Les pays en développement plus vulnérables. FAO. Rome.
- FAO., 2010. Département des forêts : Évaluation des ressources mondiales 2010, Cameroun. Rome 2010 ; FRA2010/035, 75p.
- Flannigan M.D., Wotton B.M., 2001. Climate, Weather, and Area Burned. Forest Fires, Chapter, 10: 351-373.
- Giglio L., Desloîtres J., Justice C.O. & Kaufman, Y.J., 2003. An Enhanced Contextual Fire Detection Algorithm for MODIS. Remote Sensing of Environment 87, 273-282.
- Goldammer J.G. & De Ronde C., 2004. Wildland fire management handbook for Sub – Sahara Africa. Cape Town. Oneworldbooks.
- Guiguindibaye M., belem M., Boussim J., 2013.- Caractéristiques des

- feux dans un incendie en savane soudanienne au Tchad. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7 (3) : 1147-1156P.
- Gueguim C.D., Tchamba M. et Fotso C.R., 2018. Dynamique spatio-temporelle des feux de brousse dans le Parc National du Mbam et Djerem (Cameroun). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 12(2) : 728-748, April 2018 ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print), 21p
- IREF/ Kolda., 2020. Rapport annuel 2020, 30 p.
- Jacquin A., 2010. Dynamique de la végétation des savanes en lien avec l'usage des feux à Madagascar. Analyse par série temporelle d'images de télédétection. *Thèse de Doctorat en Fonctionnement des écosystèmes et agrosystèmes, Université de Toulouse*, 144 p.
- Jappiot M., Blanchi R., & Alexandrian D., 2002. Cartographie du risque : recherche méthodologique pour la mise en adéquation des besoins, des données et des méthodes. CEMAGREF. ENSMP-ARMINES. Agence MTDA., Colloque de restitution des travaux de recherche du SIG Incendies de forêt. 4 Décembre 2002. Marseille (France).
- Khalid F., 2008. Contribution à l'élaboration d'un plan de prévention des risques incendie de forêt. Thèse Magister. Univ de Tlemcen, Fac des Sciences, département de forêt. Algérie, 162 p
- Masahiro O., 2003. Manuel sur la Lutte contre les Feux de Végétation : Compilation du savoir-faire actuel Série I : Les Techniques Existantes dans la Lutte contre les Feux de Végétation, 144p.
- Mbow C., 2000. Caractéristiques spatio-temporelles des feux de brousse et de leur relation avec la végétation dans le Parc National de Niokolo Koba (Sud-Est du Sénégal). *Thèse de Doctorat de 3e Cycle de l'Institut des Sciences de l'Environnement, Dakar*, 120 p.
- Mbow C., 2004. Rapport sur les feux de brousse au Sénégal pour la saison sèche de novembre 2003 à mars 2004, 9p
- Monnier Y., 1990. La poussière et la cendre : Paysages, dynamique des formations végétales et stratégies des sociétés en Afrique de l'Ouest. 2ème édition, Paris, Ministère de la coopération et du Développement.
- MTF., 1973, *Manuel de lutte contre les feux de forêt*. Ministère des Terres et Forêts (MTF), Québec, Canada, 437 p.
- Opha P.D., 2009. Linking fire and climate: interactions with land use, vegetation, and soil. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1(2): 161-169.
- Palumbo I., Grégoire J.M., Simonetti D., Punga M., 2011. Spatio-temporal distribution of fire activity in protected areas of SubSaharan Africa derived from MODIS data. *Procedia Environmental Sciences*, 7: 26-31.
- Poilecot P., Loua N.S., 2009. Les feux dans les savanes des monts Nimba, Guinée. *Bois et Forêts des Tropiques*, 301(3): 52-66,.
- Randrianasolo H.E., 2013. Suivi de l'évolution du feu dans le corridor forestier Ranomafana-Andringitra-Ivohibe et son impact sur la végétation : cas de Namoly. Mémoire de DEA. Université d'Antananarivo. Madagascar, 72 p.
- Sagna P., 2005. Dynamique du climat et son évolution récente dans la partie ouest de l'Afrique occidentale. *Thèse de Doctorat d'État ès Lettres, Département de Géographie, Université Cheikh Anta Diop, Dakar*, Tome 1, 270 p.
- Sarr M.A., Faye G., Beye G., Ndione J.A. et Codjia C., 2015. Utilisation des données MODIS et de SPOT pour l'analyse de la dynamique de deux territoires : (réserve protégée) et (unités pastorales) au Ferlo (Sénégal), XXVIIIe Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Liège 2015, 5p.
- Solly B., 2021. Dynamique des formations forestières de la Haute-Casamance (Sénégal) de 1965 à 2018, incidences sur les activités agro-sylvo-pastorales et stratégies d'adaptation. *Thèse de Doctorat, Université Assane SECK de Ziguinchor*, 278p.



- Solly B., Andrieu J., Diéye E.H.B., Jarju A.M., 2022. Analyse, à l'aide de séries temporelles MODIS NDVI, des changements de la couverture végétale au Sénégal. *Vertigo*, sous presse 12p.
- SRS.D., 2014. Situation économique et sociale de la région de Kolda., août 2014, 60p.
- Valea F., 2005. Guide méthodologique. Élaboration d'une méthode de suivi et d'analyse spatio-temporelle des feux de brousse en Afrique de l'ouest : cas du Sénégal et du Burkina faso, Laboratoire d'Enseignement et de Recherche en Géomatique, 93p.
- Wagner V., 1977. Conditions for the start and spread of crown. fire. *Can. J. For. Res.* 7, 23- 34.

#### Wébographie

- <https://reptox.cnesst.gouv.qc.ca/chimie/Pages/combustion-spontanee.aspx>, consulté le 18 mars 2022.
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Déforestation>, consulté le 10 août 2021.
- <http://www.7sur7.be>, consulté le 30 juillet 2021.