



COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE LUTTE CONTRE LA SECHERESSE DANS LE SAHEL
PERMANENT INTERSTATE COMMITTEE FOR DROUGHT CONTROL IN THE SAHEL
COMITÉ PERMANENTE INTER-ESTADOS DE LUTA CONTRA A SECA NO SAHEL
اللجنة الدائمة المشتركة لمحاربة التصحر في الساحل



Centre Régional AGRHYMET

Département Formation et Recherche

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER EN GESTION DURABLE DES TERRES

Promotion 2015-2016

Présenté par Seydatou YAYA

Thème

**Impacts des feux de brousse sur la végétation et sur les
conditions socioéconomiques des populations au Togo :
cas de la préfecture de Sotouboua**

Soutenu le 06/01/2017 Devant le jury composé de :

Président : Dr Abasse TOUGIANI

Membre : Dr Didier TIDIANI

Directeur de Mémoire :

Dr Kpérkouma WALA, Maître
de conférences en Ecologie Forestière
et Gestion des Ressources Naturelles

CO- Directeur de Mémoire

Dr Issa GARBA, Expert Thématique
au Centre Régional AGRHYMET

SECRETARIAT EXECUTIF : 03 BP 7049 Ouagadougou 03, Burkina Faso -Tél (+226) 25 37 41 25/26 - 25 49 96 00 - Fax (+226) 25 37 41 32

Courriel: cilss.se@cilss.bf - www.cilss.bf

CENTRE REGIONAL AGRHYMET : BP 11011 Niamey, Niger - Tél (+227) 20 31 53 16 / 20 31 54 36 - Fax (+227) 20 31 59 79 –

Courriel : admin@agrhytmet.ne - www.agrhytmet.ne

INSTITUT DU SAHEL : BP 1530 Bamako, Mali - Tél (+223) 20.22.21.48 / 20.22.30.43 / 20.22.47.06- Fax: (+223) 20.22.78.31-

Courriel : administration@inshaorg-www.insha.org

Dédicace

*JE DÉDIE CE MÉMOIRE, AUX AMOURS DE MA VIE
NOTAMMENT :*

- *MON PÈRE YAYA ISSIFOU ;*
- *MA MÈRE DERMANE RAMATOU ;*
- *MES FILS HUGUES ET CEDRIC PANA ;*
- *MA FILLE LIMDA AMDYA PANA ET*
- *MON ÉPOUX ESSOHANAME PANA*

Remerciements

À la fin de cette phase de nos travaux, nous nous sommes vus nourris par d'autres envies et ambitions d'investigation qui ont concouru à la réussite de nos activités. C'est ici donc l'occasion pour nous de reconnaître et d'apprécier à leur juste valeur, les apports et contributions des uns et des autres. Je rends grâce au Tout Puissant ALLAH pour m'avoir permis de terminer ce travail dans de meilleures conditions et en bonne santé, Que son Nom soit glorifié à jamais.

En ces lignes, j'exprime ma profonde gratitude :

- à l'Union Européenne (UE) et la Banque Africaine de Développement (BAD) pour avoir financé ce Master en Gestion Durable des Terres ;
- au Centre Régional AGRHYMET pour avoir ouvert ce Master, pour ses enseignements divers, mais aussi pour la prise en charge lors de nos séjours ;
- au Pr WALA Pkerkouma pour son encadrement et sa patience envers ma personne ;
- A M Issa GARBA pour avoir accepté encadrer ce travail ;
- Remerciement sans faille au Doctorant. KOUMANTIGA Dabitora et Dr. DJOUEDIGA pour tous leurs apports inestimables à la réalisation de ce document ;

Sincère remerciement à :

- M. ASSIH-FARE pour sa disponibilité et son assistance tout au long de mon stage ;
- Dr KAIRE Maguette pour tous ses efforts à notre égard durant toute la période de ce master ;
- M. DJERI pour son assistance technique ;
- Mrs. NARE et SIMZA qui ont partagé avec moi les périples aventures en brousse ;
- Mes collègues ADJALOGO et AYEBOU pour leur soutien technique et moral ;
- M. PANA Paul pour son soutien pendant tout mon séjour à Niamey ;
- M. PANA Désire et sa famille pour leur accompagnement ;
- KOUKOU-FONDO Denini Sadia pour son soutien ;
- Toute la promotion master GDT 2016, pour les bons moments passés ensemble ;
- L'ITRA pour m'avoir accueilli pour mon stage ;

Toute ma famille pour toutes leurs prières, Tous ceux qui de près ou de loin m'ont apporté de l'aide au cours de cette formation.

Liste des tableaux

Tableau 1: Liste des espèces recensées	53
Tableau 2: Calendriers des différents types d'usage usages en milieu rural et leur période de réalisation	55
Tableau 3: Liste des diverses techniques de lutte contre les feux de brousse	59

Liste des figures

Figure 1:Zone d'étude	27
Figure 2: Courbes ombrothermiques de deux stations de la région Centrale du Togo, Sokodé et Sotouboua de 1981 à 2010.	29
Figure 3: Végétation du Togo Figure 4: Végétation du Parc Fazao	31
Figure 5: principe de localisation des feux dans le pixel par le système MODIS	34
Figure 6: <i>distribution mensuelle</i> des feux actifs	42
Figure 7: distribution annuelle des feux actifs	42
Figure 8:Distribution mensuelle des superficies brûlées successivement, une, deux, trois fois et plus	43
Figure 9:Proportion des feux précoces et tardifs	43
Figure 10:Evolution annuelle des superficies brûlées par canton et par saison.	44
Figure 11:Superficies brûlées par saison.....	45
Figure 12: Zones brûlées en 2010-2011 (a) et 2011-2012 (b)	45
Figure 13: Points des feux en 2010-2011 (a) et 2012-2013 (b)	46
Figure 14:Croisement des feux actifs, savanes et forêts dans la préfecture de Sotouboua, saison 2015_2016 (classification supervisé de l'image L8, 2016).	47
Figure 15: Nombre de points de feux/ occupation	48
Figure 16: Densité du peuplement ligneux par zone.	48
Figure 17: Densité de bois mort par zone (a) et densité par classe de hauteur (b).....	49
Figure 18: Structure par classe de diamètre de ZB(a) et de ZNB (b).....	50
Figure 19: Structure par classe de hauteur de ZB (a) de ZNB (b)	50
Figure 20: Densité de régénération par type de zone brûlée	51
Figure 21: Proportion des espèces dans les zones brûlées.....	52
Figure 22: Fréquence des types biologique par zone (a) ZB, (b) ZNB	52
Figure 23: Nombre d'hectare de cultures brûlés au niveau des ménages (a) et au niveau de l'administration (b)	58

Sigles et abréviations

ACP	: Afrique Caribée Pacifique
ANCR/GEM	: Autoévaluation Nationale des Capacités à Renforcer pour la Gestion de l'Environnement Mondiale
AP	: Aire Protégée
AVGAP	: Association Villageoises pour la Gestion des Aires Protégées
CCMF	: Conseil canadien des ministères de forêts
CCR/UE	: Centre Commun de Recherche de l'Union Européenne
CCNUCC	: Convention Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
CEMAGREF	: Centre de Mécanisation du Génie Rural, des Eaux et des Forêts
CSE	: Centre de suivi écologique
DCN	: Deuxième Communication Nationale
ENGREF	: Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et Forêts
FAO	: Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FEM	: Fonds Mondial pour l'Environnement
FRA	: Forest Resources Assessment
GES	: Gaz à Effet de Serre
GIEC	: Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat
GPS	: Global Position System
Gt	: Giga tonne
ITRA	: Institut Togolaise de Recherche Agronomique
JRC-UE	: Joint Research Centre for European Union
MAEP	: Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche
MERF	: Ministère de l'environnement et des Ressources Forestières
MEEF-DCV	: Ministère de l'environnement, des Eaux et Forêts, Direction du cadre de vie
MESA	: Monitoring for Environment and Security in Africa
MINENVEF	: Ministère de l'Environnement, des Eaux et Forêts
MODIS	: MODIS Rapid Response System
mp	: Microphanérophytes
MPDAT	: Ministère de la Planification et l'Administration Territoriale
np	: Nanophanerophytes
OIBT	: Organisation Internationale de Bois Tropicaux
OKM	: Oti-Keran-Mandouri
PANA	: Plan d'Action National d'Adaptation au changement climatique
PNUD	: Programme des Nations Unies pour le Développement
PNUE	: Programme des Nations Unies
PPFS	: Projet de Protection Forestière Sénégalaise
th	: Thérophytes
UICN	: Union Mondiale pour la Conservation de la Nature
UL	: Université de Lomé
UAVGAP	: Union des Association Villageoises pour la Gestion des Aires Protégées
ZB	: Zone Brûlée
ZNB	: Zone Non Brûlée

Table des matières

Dédicace	i
Remerciements	ii
Liste des tableaux	iii
Liste des figures	iv
Sigles et abréviations	v
Table des matières	vi
Résumé	ix
INTRODUCTION	11
Chapitre I	16
Revue de littérature	16
I- Généralité sur les feux	17
1-1- Définition et type de feux	17
1-1-1- Définition	17
1-1-2- Typologies classiques des feux de végétation	17
1-2- Origine et Facteurs de propagation des feux	18
1-2-1- Origine	18
1-2-2- Facteurs de propagation des feux	18
a- Le milieu biophysique	18
b- Les activités socio-économiques	19
1-3- Les impacts des feux	20
1-3-1- Les impacts sur l'environnement	20
1-3-2- Impacts sur les conditions socio-économiques	22
II- Dynamique des feux au Togo	23
2-1- Densité d'occurrence	23
2-2- Évolution des superficies brûlées	23
III- Stratégies et politique de gestion des feux au Togo	24
3-1- Réglementation des feux de brousse au Togo	24
3-2- Stratégies de lutte contre les feux de brousse	25
Chapitre II	26
Matériel et méthodes	26
1- Zone d'étude	27
1-1- Situation géographique	27
1-2- Relief et climat	28

1-3-	Formations végétales	29
1-4-	Faune sauvage.....	31
1-5-	Population.....	32
1-6-	Agriculture.....	32
1-7-	Justification du choix de site	32
2-	Matériel	33
2-1-	Données utilisées	33
2-2-	Outils de collecte de données	34
3-	Approche Méthodologiques	35
3-2-	Analyse de l'impact des feux sur la végétation	36
3-3-1-	Type de formation impacté.....	36
4-	Impacts socio-économiques des feux et techniques de lutte contre les feux.....	38
4-1-	Collecte des données	38
4-2-	Réalisation des enquêtes	38
4-3-	Traitement des données	39
	Conclusion partielle	39
	<i>Chapitre III</i>	40
	<i>Résultats et discussions</i>	40
I-	RESULTATS.....	41
1-1-	Caractéristiques de la dynamique des feux	41
1-1-1-	Évolution temporelle des feux de brousse	41
1-1-2-	Evolution spatiale.....	44
1-2-	Caractéristiques générales de l'effet des incendies sur la végétation	46
1-2-1-	Types de végétation impactés	46
1-2-2-	Impact sur les structures végétales.....	48
	• Densité des ligneux.....	48
	• Structures démographiques des ligneux	49
1-2-3-	Impact sur la régénération	50
1-2-4-	Variation de la diversité floristique	51
	Au total, il est recensé 53 espèces réparties dans 23 familles et dans trois types biologiques. Au niveau des parcelles des zones brûlées (3 fois et plus), on enregistre 16 espèces (tableau 1) contre 48 dans les zones non brûlées (une et deux fois). Soit près du triple de celles des ZB (figure 22). La faible diversité spécifique des ZB serait due à la non résistance de certaines espèces au feu. Ces dernières auraient disparues suite à l'effet des feux itératifs. Dans cette zone, il ne peut donc se développer que les espèces pyrophytes.	51
1-3-	Impacts sur les conditions socioéconomiques	55

1-3-1-	Les causes des feux de brousse dans la préfecture	55
1-3-2-	Impacts sur les cultures	57
1-3-3-	Les dégâts matériel et humain	58
1-4-	Les techniques et stratégies de lutte contre les feux de brousse	58
II-	Discutions	59
2-1-	Caractéristiques de la dynamique des feux de brousse	59
2-2-	Types de formation végétale impactée	61
2-3-	Impact sur les structures végétales	61
2-4-	Impact sur la diversité spécifique.....	62
2-5-	Impact sur la régénération	63
2-6-	Impacte sur les moyens de subsistance des populations	63
	Conclusion partielle	64
	Référence bibliographique.....	66

Résumé

Au Togo le feu est la deuxième cause de la régression surfacique des forêts après les coupes illicites. Actuellement le couvert forestier productif total du Togo est d'environ 1371,84 km², soit 24,24% de la superficie nationale (MERF/INF, 2016). Malgré cette faible couverture forestière, le taux annuel de la déforestation est de 5,1% (FRA-FAO, 2010), soit l'un des plus forts taux de déforestation au monde. La préfecture de Sotouboua abritant un des hotspots qu'est le Parc n'en demeure pas moins touchée. Elle enregistre annuellement plus de 1000 points de départ de feu avec ce que cela comporte comme conséquences. La maîtrise des feux de brousse devient alors une préoccupation majeure. Cette maîtrise nécessite de disposer d'informations sur l'ampleur et l'étendue de ces feux, sur les effets directs et indirects de ces incendies, sur les ressources naturelles et sur les moyens de subsistance des populations. Cette étude vise à améliorer les connaissances sur les feux pour une gestion durable des ressources naturelles au Togo. Pour ce faire, les données satellitaires de moyenne résolution (MODIS) ont permis de suivre l'évolution des feux de 2010 à 2016 et les images du Satellite LANDSAT ont permis, en plus d'un inventaire forestier, de dégager les caractéristiques des effets sur la végétation. La cartographie des feux actifs et des superficies brûlées a été réalisée avec le logiciel ArcGIS. Une enquête auprès des ménages et l'administration locale a permis de recueillir la perception de la communauté en matière de feux de brousse. Il ressort des analyses, qu'environ 5000 Km² de superficies brûlées annuellement correspondent à 1100 occurrences de feux actifs. Les savanes sont les plus touchées par le phénomène à plus de 60%. Dans les zones régulièrement brûlées, on observe un appauvrissement de la spécificité biologique. Onze (11) espèces en ZB contre 36 en ZNB. De plus les individus de diamètre élevés sont absents dans ZB. Ceci montre la disparition progressive des espèces arborescentes au profit des espèces savaniques. Selon la communauté, les origines de ces feux sont diverses et liées aux types d'usage notamment les brûlis des récoltes et la fabrication du charbon de bois. Ainsi, pour une gestion durable des ressources naturelles, une meilleure connaissance sur la dynamique du feu et son impact sur les écosystèmes devient incontournable dans la planification du développement.

Mots clé : Feu actif, superficie brûlée, végétation, biodiversité, Sotouboua du Togo.

Abstract

In Togo, fire is the second cause of forest regression after illegal cuts and fires. Currently the total productive forest cover of Togo is approximately 24.24% of the national area. Despite this low forest cover, the annual rate of deforestation is 5.1%, one of the highest rates of deforestation in the world. The prefecture of Sotouboua sheltering one of the hotspots, that's the Park, remains not less affected by the phenomenon. It records annually more than 1000 fire starting points with all its consequences. Bush fires control becomes a major concern. This control requires information on the extent and extent of these fires. Information on the direct and indirect effects of fire on natural resources and on the livelihoods of populations. This study aims at improving knowledge of fires for sustainable management of natural resources in Togo. In order to do this, the medium-resolution satellite data (MODIS) made possible the follow up of the evolution of fires from 2010 to 2016. LANDSAT data, in addition to a forest inventory have shown (illustrated) the characteristics of the effects on the vegetation. The mapping of active fires and burnt areas is done in ArcGis. A survey of households and local government to count or gathered the community's perception of bushfires, show that There is an average of more than 5000 km² of burned area in 1100 points per year. The savannas are the most affected by the phenomenon with more than 60% of burned areas. In areas that are regularly burnt, a depletion of the biological specification is observed. 11 species in ZB against 36 in ZNB. In addition, high diameter individuals are absent in ZB. This leads to the gradual disappearance of tree species for the benefit of sanitary species. According to the community, the origins of these fires are diverse and are linked to the type of use especially, the most fingered are the burning of crops and the making of charcoal. Thus, for a sustainable management of natural resources, a better knowledge of fire dynamics and its impact on ecosystems have become essential in development planning.

Keywords: Active fire, burned area, vegetation, Biodiversity, Sotouboua of Togo.

INTRODUCTION

Le feu est un élément difficilement contrôlable. Il constitue la première cause de la dégradation forestière tant à l'échelle planétaire, régionale que locale. Il joue un grand rôle dans la modification de notre environnement (Hessas. 2005).

Par ailleurs, le passage du feu permet de maintenir ou d'entretenir certains types de paysages et par conséquent certaines populations qui leur sont inféodées (Grégoire *et al.*, 2003). Il est souvent considéré par les naturalistes comme un facteur naturel dans les milieux de savanes parce qu'il a un rôle écologique (Fournier, 1991). Néanmoins, les anthropologues, les sociologues, les agropastoralistes et les géographes le considèrent comme un facteur anthropique parce qu'il est déclenchés par les populations à des fins d'usage multiple (Bruzon. 1994 ; Dugast, 2008). Dolidon (2005), le considère comme un phénomène mixte ; produit de l'interaction des propriétés du milieu physique et des particularités socioculturelles dont la propagation résulte autant de l'influence des conditions du milieu sur les choix des sociétés, que des conséquences des pratiques agropastorales sur les conditions du milieu.

En effet, l'utilisation du feu est une pratique ancestrale très usitée en agriculture et en aménagement forestier. Il permet de défricher et de débroussailler à moindre coût, assure la repousse du fourrage pour le bétail, lève la dormance de certaines semences par effet mécanique ou par induction du réveil physiologique et participe à la dynamique des écosystèmes. Bref, c'est un outil de gestion des ressources naturelles auquel les populations font recours (MERF. 2010). Toutefois, le caractère utilitaire des feux n'occulte pas le fait qu'au-delà d'une certaine fréquence et intensité données, le feu échappe au contrôle humain et devient néfaste aux écosystèmes forestiers et au cadre de vie des populations. En effet, le feu dévore chaque année de larges surfaces boisées dans plusieurs régions de la planète. Rien qu'entre 2003 et 2007, environ 60 millions d'hectares de terres en moyenne (forêts, autres terres boisées et autres terres) ont brûlé annuellement. L'Afrique, à elle seule, couvre 3,4 millions d'hectares soit près de 56% de sa couverture végétale (FRA-FAO. 2010). Selon PNUE (2004), la surface mondiale brûlée chaque année par les feux de végétation est égale à la moitié de celle de l'Australie et dégage quasiment 40% du CO₂ anthropique. La saison estivale de 2003 a été la pire de son histoire pour la Russie avec 22.6 millions d'ha brûlés à la mi-août. Le feu du "Great Black Dragon" de 1987 en Chine avait brûlé 1.3 millions d'ha de forêt boréale, détruit 50 000 habitations et tué 221 personnes (PNUE. 2004).

À l'échelle globale, les feux jouent un double rôle dans le réchauffement planétaire. Ils provoquent un important dégagement de gaz à effet de serre. Sur les 7 Gt de GES émis par an, 3,4 Gt proviennent du secteur agro-forestier dont 1,1 Gt des feux et incendies de brousse (GIEC, 2007). Par ailleurs, la destruction de la végétation par les feux réduit les capacités de séquestration du carbone atmosphérique excédentaire, ce qui renforce de façon significative l'effet de serre (CSE. 2010). Il faut rappeler que si l'Indonésie est classée troisième pollueur mondial en CO₂ et GES (FAO. 2007), c'est bien à cause des feux de forêts.

Ainsi, ils constituent une menace pour l'environnement, les cultures et les produits agricoles dans la plupart des pays subsahariens et sahéliens. Ils contribuent à la disparition du couvert végétal, à la réduction de la biodiversité, à la baisse de la fertilité des sols, au déficit du fourrage pour le bétail, à l'augmentation des concentrations de CO₂ dans l'atmosphère et à la réduction des capacités de séquestration du carbone atmosphérique (Adouabou. 2004) ; Toriyama *et al.*, 2014; Masahiko, 2003; Faour. 2006, cités par N'zue Kouakou. 2013).

En Afrique de l'ouest, les feux utilisés par les populations dans la réalisation de plusieurs activités socio- économiques ne sont pas aussi toujours maîtrisés. Ils échappent à leur vigilance et brûlent de vastes superficies des cultures et de végétations entraînant les pertes des espèces animales et végétales, l'exposition des sols à la dégradation et occasionnant parfois, la destruction de villages et des pertes en vies humaines (CSE. 2001). Dans les savanes tropicales en particulier, il est établi que les feux itératifs ont une influence néfaste sur la durabilité des ressources et services écologiques (Uys *et al*, 2004 ; Savadogo *et al.* 2008 ; Sawadogo, 2011). De par ses revers, le feu peut aussi menacer le cadre de vie, la santé et la sécurité des personnes et des biens (Tarik *et al*, 2005).

Le Togo n'échappe malheureusement pas à cette logique du feu, puisque les feux de végétation y représentent une part non négligeable des incendies que le pays enregistre chaque année. En effet, au Togo, les feux de végétation connaissent généralement leur démarrage en fin octobre et leur recrudescence en novembre-décembre de chaque année (AGRHYMET. 2015). Entre 1995 et 2010, il est enregistré dans le pays 707 foyers de feux de végétation (MERF. 2010). En moyenne, plus de 50% du territoire (30 000 km²) est annuellement parcouru, avec ce que cela comportent comme conséquences en termes de régression des écosystèmes et comme effets néfastes directs sur la santé, la vie humaine et sur l'économie nationale (destruction des maisons, greniers de récolte, infrastructures, etc.). Ces feux rendent ainsi encore très vulnérables les populations locales déjà fragilisées par la pauvreté (MERF. 2010).

Actuellement le couvert forestier productif total du Togo est d'environ 1371,84 km², soit un taux de 24,24% de la superficie nationale (MERF. 2016). Malgré cette faible couverture forestière, le taux annuel de la déforestation est de 5,1% soit l'un des plus forts taux de déforestation au monde (FAO-FRA. 2010). Cette régression des surfaces forestières, avec leurs multiples biens et services, marginalise le Togo par rapport aux besoins nationaux et à la moyenne internationale recommandée par la FAO qui est de 30% en termes de couverture forestière. Ceci constitue un frein au développement et à la sécurité alimentaire (MERF. 2010).

Les principales causes de cette dégradation sont entre autres, la pratique d'une agriculture traditionnelle utilisant les techniques d'abattis-brûlis et les feux de brousse (MERF. 2008).

En effet, aussitôt après l'arrêt des dernières pluies, les formations végétales deviennent la proie des flammes. Ainsi, les feux incontrôlés se déclarent fréquemment chaque année, ce qui produit la destruction massive du patrimoine forestier.

En termes d'occupation des feux, toutes les préfectures sont concernées, mais celles des Régions de la Kara et Centrale se singularisent par l'ampleur des surfaces brûlées (MERF. 2010). En effet, constituée essentiellement des savanes et des forêts sèches, la région Centrale est l'une des régions les plus touchées par le phénomène. Cela s'explique dans une large mesure par l'irrégularité saisonnière des précipitations qui induit une saison de pluies et une saison sèche au cours de laquelle les plantes deviennent séniles et donc plus vulnérables au feu (Hochberg et al. 1994; Gignoux et al. 1998) cité par Dolidon (2005). Cette alternance de saison sèche et de saison pluvieuse dans les milieux de savane, les prédispose à brûler.

Dans cette région du Togo, les feux de végétation créent chaque année un spectacle catastrophique, désolant et quelque fois meurtrier : incendies de villages, des récoltes et des cultures, destruction des plantations et des biens matériels. (MERF. 2010). Rien qu'en 2015, 65 397 ha ont été détruites par 738 foyers dans le Parc Fazaou Malfakassa (AGRHYMET, 2015). Les scénarios futurs sur la vulnérabilité des écosystèmes aux changements climatiques montrent que les régions situées dans la partie du territoire entre 6° et 10° latitude nord donc la région centrale, seraient sous l'influence d'une diminution de précipitations avec une augmentation de la température (DCN, 2010). La conséquence serait l'augmentation de la durée de la saison sèche et des facteurs d'incendie de 30% et le doublement des superficies brûlées (Koffi *et al.*, 1995 ; Shimelmitz *et al.*, 2014 ; Kane *et al.*, 2015) cité par Afelu *et al.* (2015).

Volontairement ou involontairement provoqués, ces feux échappent souvent à tout contrôle et produisent d'énormes dégâts. Or quand on sait que la population togolaise, à plus de 70% dans le secteur agricole est dominée par une agriculture extensive avec utilisation du feu MERF, (2008), que près de 80% utilisent essentiellement la biomasse végétale comme source d'énergie (Kokou *et al*, 2009), que le Togo est le pays le plus sujette à la régression surfacique de ses forêts dans le monde entier (5,1% par an), (FRA –FAO, 2010) et est classé deuxième mondiale en déforestation, il est évident que la maîtrise des feux de brousse, l'un des facteurs de cette régression, (OIBT, 2011 ; FAO, 2015), soit une priorité pour la gestion durable des ressources naturelles.

Dans le but de mieux asseoir cette nouvelle orientation, il est impératif de disposer régulièrement d'informations sur l'ampleur et l'étendue de ces feux, et savoir précisément où, quand et comment ils se produisent. Ensuite, il faut disposer d'informations sur les effets directs et indirects de ces incendies sur l'environnement, sur les ressources naturelles, sur les moyens de subsistance des populations, et sur la façon dont ces effets varient selon les circonstances (CCR, *et al*, 2003). Ces informations sont essentielles pour promouvoir une gestion durable des ressources naturelles. La gestion des feux en vue de leur réduction permet, non seulement de réduire la quantité de carbone libérée par la décomposition de la matière organique et d'augmenter la capacité de séquestration du carbone atmosphérique par la végétation naturelle régénérée (Mbow *et al.*, 2000), mais aussi de réduire les menaces pesant sur l'extension du couvert végétal.

Ces deux derniers avantages de l'amélioration de la gestion des feux s'articulent bien avec les orientations de la Convention Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) qui a pour objectif de stabiliser les gaz à effet de serre à un niveau qui empêcherait des changements dangereux du climat et celles de la politique forestière nationale dont l'objectif est d'étendre la couverture nationale forestière à travers la promotion du reboisement, la sauvegarde et la gestion durable du potentiel forestier existant (MERF, 2015). Les travaux existants sont pour la plupart orientés vers la gestion participative des aires protégées (AP) dans le but de réduire leur envahissement par la population (Badayodi. 2009 ; Baloukou. 2011). Cette tendance de la recherche scientifique est lié au fait que la gestion de ces AP, jadis répressive a eu d'énormes répercussions négatives sur ces derniers. Certaines des AP ont vu leur superficie rétrécie et d'autres sont rayées de la carte par les coupes illicites, première cause de la régression surfacique des forêts (OIBT, 2011). Il faut toutefois noter que selon ce même classement de l'OIBT, (2011), les feux de brousse viennent en deuxième position parmi les causes de la régression surfacique des forêts du pays. Il est important alors d'orienter la recherche sur l'analyse de la part des feux dans la dégradation de la végétation.

Ces principaux défis figurent en bonne place dans les outils de planifications de gestion de l'environnement du pays mais ne peuvent être documentés outre mesure, à cause du manque de données actuelles et fiables sur l'ampleur des feux de brousse.

L'obtention d'informations sur les feux est devenue une nécessité politique et scientifique du fait des relations établies entre les feux et les changements de l'occupation du sol, le dégagement de gaz et de particules dans l'atmosphère, les risques socio-économiques et la perturbation des habitats naturels (MBOW *et al.*, 2000). C'est dans cette logique que s'inscrit la présente étude intitulée « *Impacts des feux de brousse sur la végétation et les conditions socioéconomiques des populations au Togo : cas de la préfecture de Sotouboua* ».

L'objectif général de cette étude est d'améliorer les connaissances sur les feux pour une gestion durable des ressources naturelles au Togo.

Il s'agissait plus spécifiquement de:

- Caractériser la dynamique des feux de brousse;
- Évaluer les impacts des feux sur la végétation et les conditions socioéconomiques;
- Identifier les stratégies et techniques de lutte contre les feux.

Pour atteindre ces objectifs, les investigations seront axées autour des hypothèses suivantes :

- Les feux de brousse sont fréquents et les superficies brûlées sont importantes ;
- Les feux de brousse ont des impacts négatifs sur la végétation et sur les conditions socio-économiques ;
- Diverses stratégies et techniques de lutte contre des feux existent.

La démarche adoptée a été basée sur la combinaison de données de terrain issues des enquêtes et des images satellitaires. La présente étude est structurée en trois grands chapitres. Le premier chapitre est consacré aux généralités. Il présente succinctement l'état des connaissances sur les feux de brousse. Le deuxième chapitre décrit le matériel et les méthodes utilisés. Le troisième chapitre présente les résultats obtenus, suivis de leurs interprétations et discussion. Ce travail se termine par une conclusion et des perspectives.

Chapitre I

Revue de littérature

Revue de littérature

I- Généralité sur les feux

1-1- Définition et type de feux

1-1-1- Définition

Les feux de végétation sont des sinistres qui se déclarent et se propagent dans des formations d'une surface d'au moins un hectare et pouvant être: des forêts (formations végétales organisées ou spontanées), ou des formations sub-forestières (formations d'arbres feuillus ou de broussailles appelées maquis ou garrigue (FAO, 2007)

On parlera d'incendie (de forêt) lorsque, en se référant au PNUD, (2008), «le feu concerne une surface d'au moins un hectare et qu'une ou toute partie du houppier arbustif ou arboré est détruite». Ainsi, le feu qui échappe au contrôle de l'homme tant en durée qu'en étendue est qualifié de feu catastrophique ou incendie.

1-1-2- Typologies classiques des feux de végétation

Elle varie d'un auteur à un autre, d'une logique à une autre et dépend de l'objectif poursuivi dans la typologie faite. Ainsi, on distingue :

- selon la nature du combustible : des feux d'humus, des feux de surface et des feux de cime (Monnier 1968 et 1981, Cochrane & Ryan 2009) cités par N'dri *et al* (2011).
- En fonction de la période de détection du feu : des feux précoces et tardifs (Riou 1995, Dembélé 1996, Masse et al. 1997, Williams et al. 1998) cité par N'dri *et al* (2011).
- Par rapport à la cause : les feux agricoles (agriculture sur brûlis, chasse, renouvellement de pâturage ou de paille, récolte etc.), les feux d'aménagement du terroir, les feux d'aménagement et traitement des aires protégées (AP), les feux rituels, les feux criminels, les feux accidentels (MERF, 2010).
- Par rapport au mode de propagation : les feux de sol brûlant la couche superficielle d'humus de la forêt, les feux de surface brûlant les broussailles et la litière des forêts et les feux de cime qui se propagent au sommet des arbres ou des buissons par transmission de chaleur. (MINENVEF et JICA, 2003).
- selon la source de la biomasse combustible : les feux de combustible lourd, les feux de combustible, les feux de tourbe (Hesass, 2006).

1-2- Origine et Facteurs de propagation des feux

1-2-1- Origine

La très grande ancienneté des pratiques de feux chez les sociétés locales se traduit par leur inscription dans des rituels hautement élaborés (Dugast. 2008). Ainsi, de nombreuses études antérieures ont mis l'accent sur l'origine humaine des feux de brousse dans les savanes d'Afrique de l'Ouest (Mbow *et al.*, 2000; Schmitz *et al.* 1996; Hough, 1993), cité par (CSE. 2007). Selon ces études, la plupart des feux sont dus à des comportements divers : des imprudences, une cause accidentelle, et du fait d'une malveillance.

Aujourd'hui, plus de 50 % des feux de forêt sont causés par l'homme (Simard, 1997), et ce pourcentage est encore plus élevé dans les zones d'interface entre espace urbain et espace naturel (CCMF, 2004).

1-2-2- Facteurs de propagation des feux

Toute formation végétale est potentiellement sujette aux incendies. Cette prédisposition serait due à une différence spécifique de leur biomasse, en particulier leur teneur en eau et leur pouvoir calorifique qui déterminent leur facilité à s'enflammer et à propager le feu. (N'dri *et al.* (2011). Selon les travaux de César, (1992) dans les savanes pré forestières en République de la Côte d'Ivoire, l'intensité du feu (1673 à 2966 KW/m) varie avec la quantité de combustible végétal. Outre ces facteurs intrinsèques aux végétaux, le milieu biophysique et les activités socioéconomiques sont les principaux déterminants des feux de brousse :

a- Le milieu biophysique

A travers ses différentes composantes, le milieu biophysique constitue un déterminant majeur des feux de brousse. Il agit directement ou indirectement sur le type de feu, son intensité, sa répartition spatiale, son étendue et sa fréquence.

- La topographie : L'inclinaison des pentes influence l'intensité et la vitesse de propagation du feu. En effet, quand le vent et le feu remontent ensemble la pente, la propagation est rapide et difficile à maîtriser (Whelan (1995). Sur les hauteurs, la biomasse se dessèche précocement et le feu y est plus intense alors qu'à la même période, le feu est encore léger au niveau des bas-fonds (Afelu *et al.*, 2015).
- le type de sol : par sa capacité de rétention en eau et son influence sur le type de végétation, le sol joue un rôle indirect sur l'occurrence et la nature des feux.

- Le climat est un déterminant principal des feux puisqu'il caractérise l'état et la nature de la végétation ainsi que les conditions météorologiques. Les éléments du climat agissent directement ou non sur le régime de feu et la nature des événements de feu. On distingue :
 - Le vent : il joue un rôle sur l'assèchement du combustible, alimente le feu en oxygène et peut disséminer le feu en transportant des brindilles incandescentes qui peuvent donner naissance à d'autres foyers de feu (PPFS, 1979). Selon Afelu *et al.*, (2015), l'avancée de la saison sèche, marquée par les alizées du Nord Est (vents de Harmattan chauds et sec) accentue la vitesse de propagation des feux et par ricochet, l'intensité des feux.
 - Les pluies : elles ont un effet direct et indirect sur l'avènement des feux. Leur action directe se résume en une humidification du milieu qui empêche le développement de tout feu. Par ailleurs la réduction des précipitations à la suite d'une longue sécheresse, accentue la diminution de la végétation ligneuse, aridifie le milieu et renforce la dessiccation du combustible; ce qui contribue à augmenter la fréquence des feux si une couverture herbacée est encore présente (Meddour-Sahar *et al.*, 2011)
 - Les températures : leur influence sur les feux est liée à leurs effets sur l'état du combustible. Cette influence peut être directe par le réchauffement ou le refroidissement du combustible, ou indirecte par leur influence sur les paramètres telle que l'humidité de l'air. Plus la température de l'air est élevée, plus les feux ont tendance à être violents (Meddour-Sahar *et al.*, 2011).
 - L'évolution de l'occupation du sol : elle conduit, depuis quelques décennies, à l'augmentation de l'interface forêt/habitat, influe notablement sur le risque d'incendie. En effet, l'habitat disséminé dans l'espace naturel combustible ou bien à son contact est reconnu par tous comme un facteur aggravant majeur dans la lutte contre les incendies de forêt (Castelli et Rigolot, 2003) cité par (Meddour-Sahar *et al.*, 2011)

b- Les activités socio-économiques

Les facteurs anthropiques viennent souvent amplifier ou sont amplifiées par les facteurs naturels. On peut citer : - le déficit d'aménagement des interfaces : l'agriculture sur brulis, la recolonisation des surfaces cultivées, le mauvais débroussaillage, l'accumulation du combustible sec etc.; - les activités à risque qui peuvent engendrer des causes de départ de feu involontaires ou intentionnelles par accident par imprudence ou par malveillance (MERF, 2010).

1-3- Les impacts des feux

Les impacts répertoriés sont les situations ou états résultant des effets des feux de végétations. On distingue des impacts socio-économiques qui affectent directement le niveau de bien être des victimes et des impacts environnementaux dont certains ne sont observables qu'à l'échelle de générations humaines.

1-3-1- Les impacts sur l'environnement

Le feu dévore chaque année de larges surfaces boisées dans plusieurs régions de la planète. Le suivi les surfaces brûlées pour l'année 2000 au niveau mondial par "Global Burnt Area 2000" (GBA2000), a montré que plus de 380 millions d'ha ont été brûlés notamment 43 millions d'ha de forêt fermée. La combustion de cette biomasse a compté respectivement pour 50, 40 et 16% des émissions anthropiques totales de monoxyde de carbone, de CO₂ et de méthane (PNUE, 2004). Les conséquences sur le climat, l'érosion des sols et la perte de biodiversité sont considérables.

- Impacts sur le sol

Les sols dépourvus de végétation ne sont plus protégés de l'impact de la pluie et des vents. Le feu contribue alors à détruire la partie organique du sol indispensable à la fertilité de celui-ci (Jaffré *et al.*, 1997). Aussi, agit-il négativement sur le rôle écologique majeur de rétention de l'eau du sol. En effet, sans être freinée par la végétation, l'eau de pluie ruisselle sur les sols au lieu de s'infiltrer pour alimenter les nappes et les rivières (Dumas *et al.*, 2013). Par ailleurs même si les cendres contiennent encore de la matière organique, elles sont facilement transportées par l'eau et le vent. De ce fait, les feux de brousse empêchent la régénération de l'humus en réduisant la biomasse et la quantité de micro-organismes.

A certains degrés de températures du feu, les caractéristiques physiques des couches superficielles des sols sont modifiées, réduisant leur cohésion et leur capacité de rétention hydrique (PNUE, 2004).

Une étude réalisée au Mali durant trois (3) ans sur différents sols soumis aux feux (précoces et tardifs) n'a révélé aucune modification des principaux indicateurs chimiques des sols mais une modification des états de surface et de sensibilité des sols à l'érosion (Dembélé *et al.*, 1997).

- **Impacts sur le climat**

A l'échelle globale, les feux jouent un double rôle dans le réchauffement planétaire. Ils provoquent un important dégagement de gaz à effet de serre, et réduisent les capacités de séquestration du carbone atmosphérique excédentaire par la destruction de la végétation, ce qui renforce de façon significative l'effet de serre (CSE. 2010). Au Togo, une moyenne de 50% du territoire national part en fumée chaque année. Dans certaines préfectures, 70% de la surface est brûlée (MERF, 2010). En 2000, les 15 pays les plus touchés par les feux de végétation étaient africains, avec des grandes étendues de savane (PUNE, 2004).

- **Impacts sur les écosystèmes**

Dans les savanes tropicales en particulier, il est établi que les feux itératifs ont une influence néfaste sur la durabilité des ressources et services écologiques (Uys *et al.* 2004 ; Savadogo *et al.*, 2008 ; Sawadogo, 2011). En effet, les feux réglementent ainsi, dans le temps et dans l'espace, la production et la disponibilité de la biomasse végétale, ressource de base pour les besoins des populations humaines et de la faune (Bane-Ena, 2007 ; Diop, 2007). Or, la disponibilité de cette biomasse répond aux besoins des populations en combustible, en ressources alimentaires ou pharmaceutiques ainsi qu'aux besoins trophiques de la faune sauvage et domestique (N'dri *et al.*, 2011).

- **Impacts sur la diversité biologique**

Les impacts des feux sur la faune et la flore sont dramatiques étant donné que ces forêts ont une biodiversité énorme, regroupant plus de 90% des espèces vivantes (PNUE.2004). Les oiseaux échappent assez bien aux feux mais ils sont quelquefois victimes des gaz toxiques. Le grand gibier est aussi le plus souvent épargné. En revanche, les reptiles, hérissons, musaraignes, tortues etc. échappent difficilement aux flammes, on déplore la perte d'espèces rares. La survie des communautés végétales est variable selon les espèces et l'intensité du feu (Chazeau, 1997).

Le feu détermine la physionomie et la structure de la végétation en affectant la démographie de la végétation au niveau de la survie des individus adultes et de leur croissance (Menges & Dolan 1998), cité par Alvarado, (2012). Le feu peut avoir aussi un effet sur le changement du nombre et du type d'espèces présentes par l'augmentation de la mortalité des individus qui n'ont pas atteint la hauteur suffisante ou qui n'ont pas une écorce assez épaisse leur permettant de résister à la chaleur, (Hoffmann *et al.* 2009) cité par Afelu *et al* (2015).

1-3-2 Impacts sur les conditions socio-économiques

Il s'agit de préjudices matériels et moraux engendrés par les pertes matérielles occasionnées. Les cas les plus cités : -une réduction drastique des pâturages avec la disparition des tonnes de fourrages se traduisant par des pertes de production importantes en viande et en lait; -une destruction des récoltes et des biens affectant ainsi la sécurité alimentaire et nutritionnelle et parfois des pertes en vie humaine etc. ((Fournier et Yameogo, 2008, MERF, 2010, Afelu *et al.* 2015).

Sur le plan économique, en plus du fait que les incendies de récoltes ou de cultures font perdre aux ménages victimes, des revenus monétaires importants, les feux non planifiés ou non maîtrisés détruisent de jeunes plantations ou affectent profondément et cumulativement les productivités des plantations. Les rendements des plantations de palmiers, de teck, d'anacardiens, des vergers sont plus ou moins fortement amoindris selon l'intensité du feu (MERF. 2010).

La déforestation par le feu utilisée par des grandes multinationales ou certains gouvernements engendrent des conflits avec les populations locales et les services en charge de la gestion des feux (Tarik *et al.*, 2005).

Malgré ce caractère destructeur des feux, les populations ont eu toujours recours à ces derniers dans leurs activités socioéconomiques. En effet, les feux sont utilisés en agriculture dans la préparation des nouvelles parcelles à travers les brûlis. Cette pratique du brûlis permet la destruction de certains parasites du sol et sur les résidus de récoltes ainsi que l'élimination des semences des mauvaises herbes qui constituent les premières menaces de la culture (Piet, 2007) cité par N'ZUE, (2013). Un effet important du feu est la minéralisation rapide de la biomasse du sol. Aussi, sont-ils utilisés comme un moyen de stimulation de la régénération naturelle des végétations pour obtenir du fourrage (Dembélé *et al.*, 1997).

Pour les aménagistes des parcs nationaux : le feu précoce favorise la repousse des hémicryptophytes ; permet une bonne production potentielle et une meilleure couverture du sol et préserve le recrû forestier et notamment les ligneux qui alimente certaines espèces. Le feu tardif, allumé en pleine saison sèche, rend difficile la repousse des graminées, élimine les recrûs forestiers et diminue l'embroussaillage. Il accélère l'apparition de plages nues diminuant, de ce fait, la charge animale supportable par les pâturages (Fournier et Yaméogo, 2008).

II- Dynamique des feux au Togo

2-1- Densité d'occurrence

Les feux actifs détectés par le capteur TERRA de la mission MODIS au cours de la période allant de janvier 1995 à juin 2014 au Togo présentent une distribution temporelle caractérisée par un démarrage en fin Octobre, une recrudescence en novembre-décembre et une diminution progressive de Janvier jusqu'en Mars. L'analyse comparative des variations mensuelles des foyers de feux actifs montre que les mois de décembre, janvier et février enregistre plus de feux (AGRHYMET, 2016, MERF 2010, Afelu *et al.*, 2015). Dans le Parc Fazao Malfakassa, 65 397 ha ont été détruites par 738 foyers à la date du 2 février 2015 (Agrhymet.2016).

Les travaux de Afelu *et al.*, (2015) sur la dynamique des feux actifs dans les AP de 1995 à 2014, note une différence significative d'occurrence des feux actifs d'une année à une autre (p 0,021) et une tendance cyclique des années de feux extrêmes entre 2 et 4 ans.

En fonction des conditions écologiques, de la disponibilité de la matière combustible, de l'état phénologique de la biomasse et des raisons d'ordre socio-économique, la distribution des feux n'est pas toujours la même selon les Régions. Ainsi, selon la littérature, les régions ayant les densités spatiales les plus élevées sont respectivement la Kara, les Plateaux et la Centrale et, dans une moindre mesure, les régions des Savanes et la Maritime.

Au niveau préfectoral, l'analyse de la répartition des feux actifs entre 1995 et 2010 révèle dix préfectures les plus touchées qui sont Kéran, Doufelgou, Oti, Dankpen, Bassar, Est Mono, Kpendjal, Tchaoudjo, Sotouboua, Blitta et Ogou (MERF. 2010).

2-2- Évolution des superficies brûlées

En moyenne, entre 1995 et 2014, une superficie de $30372 \pm 1294,71252$ km² est parcourue annuellement par les feux de végétation, soit $53,66 \pm 2,29$ % du territoire togolais (Afelu *et al.*, 2015, MERF,2010). Les zones de savanes et de forêts claires et décidues sont les plus touchées par le phénomène. En effet, de 1995 à juin 2010, trois (3) hotspots sont d'emblée à retenir à savoir : le complexe Oti-Kéran Mandouri (OKM), la région de la Kara et la région Centrale.

III- Stratégies et politique de gestion des feux au Togo

« Lutter contre les feux de brousse », ce mot d'ordre a si souvent été répété qu'il peut apparaître comme une évidence, et pourtant une bonne partie de l'Afrique des savanes continue de brûler chaque année en saison sèche sous la main de l'homme comme elle le fait depuis bien longtemps (Fournier et Yaméogo. 2008).

Au Togo, cette lutte repose sur deux principaux axes que sont : la lutte préventive en premier lieu suivi de la lutte active comme action de dernier recours. A l'heure actuelle, les mesures de la lutte préventive sont mises en œuvre par les services déconcentrés du MERF (ANGE, DRF, l'ODEF). Ces mesures consistent, à l'orée de la grande saison sèche, dès novembre ou décembre, en la sensibilisation, l'éducation et l'information sur les dispositions de protection contre les feux et le calendrier d'allumage des feux précoces par zone agro-écologique par le canal des émissions radio-rurales et de rencontres avec les producteurs.

La lutte curative est moins pratiquée. Elle intervient lorsque l'incendie est déclaré. Elle est effectuée avec la collaboration des agents des eaux et forêts au niveau des forêts classées, les sapeurs-pompiers et les comités villageois de lutte contre les feux de végétations tardifs ou des comités environnement (AVGAP, UAVGAP, CLGF, etc.).

3-1- Réglementation des feux de brousse au Togo

Au Togo, la prise en compte de la question des feux dans les politiques de préservation de l'environnement a subi des évolutions au fil des recherches et des pratiques de gestion. De l'interdiction absolue de brûler qui prévalait avant et après l'indépendance dans les années 1960, à la répression, les politiques ont progressivement pris en compte les préoccupations des groupes socioprofessionnels et les disparités socio-écologiques du pays (Merlet. 1982 ; code forestier, 2008 ; MERF, 2010 ; PAFN, 2011). Ainsi, la réglementation sectorielle interdit les feux incontrôlés et encourage la pratique préventive des feux précoces. En effet, par rapport aux dispositions du code forestier, à chaque approche de saison sèche propice aux feux, une date limite de mise à feu est fixée selon le contexte climatique et écologique. Tout feu allumé après cette date est qualifié de feu tardif et constitue un délit (Code forestier/Article 64).

3-2- Stratégies de lutte contre les feux de brousse

Selon Cheney (1990), les systèmes de gestion du feu sont basés sur la compréhension du développement de l'incendie et l'évaluation du risque d'incendie.

Dans ce contexte, une stratégie nationale de gestion des feux de végétation a été élaborée en 2010. Cette dernière décline les orientations et planification des interventions concourant à court et moyen terme à la réduction de l'occurrence des incendies de végétation et ou à la réduction de la vulnérabilité des enjeux.

Conclusion partielle

La problématique du feu a depuis très longtemps marquée le monde scientifique. D'aucuns les considère comme une menace qu'il faut combattre (Louppe *et al.*, (1995), Schmitz *et al.*, (1996) et Dolidon (2005)) et d'autres relèvent leur caractères utilitaire (Hough *et al.*, (1993) et Sonko (2000)). La propagation des feux de brousse est influencée par de nombreux facteurs que sont le type de végétation, l'état de dessèchement des formations végétales et les conditions météorologiques. Au Togo la mise en œuvre de la stratégie de lutte contre les feux est assurée par les services déconcentrés du MERF. Cependant le manque d'informations régulières sur les feux limite cette mise en œuvre qui aujourd'hui ne se limite qu'à la sensibilisation et dans les cas extrêmes, à l'intervention.

Chapitre II

Matériel et méthodes

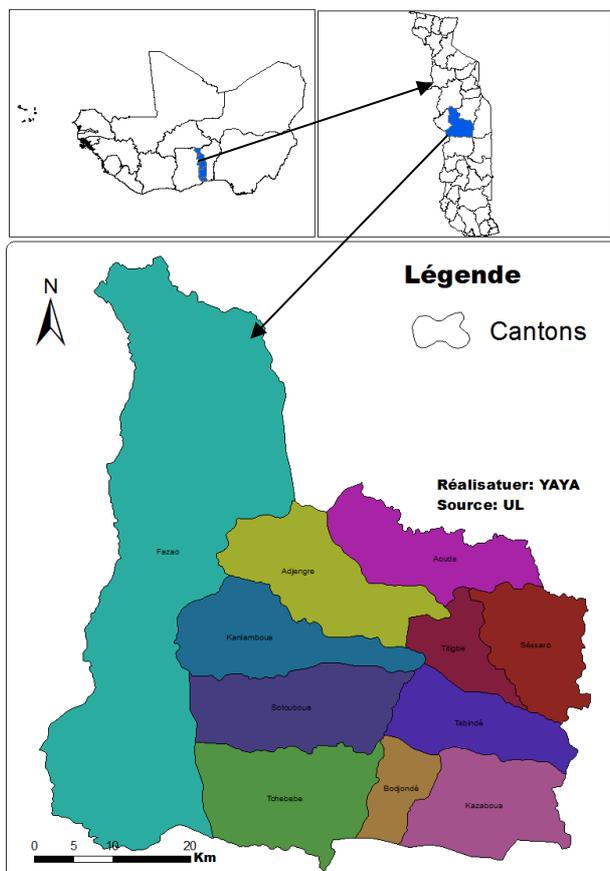
MATERIEL ET METHODES

1- Zone d'étude

1-1- Situation géographique

Situé sur la côte du Golfe de Guinée en Afrique de l'Ouest, le Togo couvre une superficie de 56.600 km². Il est limité au Sud par l'Océan atlantique, au Nord par le Burkina Faso, à l'Est par le Bénin et à l'Ouest par le Ghana. Localisé entre le 6ème et le 11ème degré de latitude nord et entre 0 et 2 degré de longitude est, le pays s'étend du nord au sud sur 660 km. Sa largeur varie entre 50 et 150 km. Le territoire national est divisé en cinq régions administratives et économiques: Région Maritime (6100 km²), Région des Plateaux (16975 km²), Région Centrale (13317 km²), Région de la Kara (11738 km²), Région des Savanes (8470 km²).

La préfecture de Sotouboua (zone d'étude), se situe dans la région centrale avec une superficie de 5865 km². Elle est limitée au nord par la préfecture de Bassar à l'Est par les préfectures de Tchaoudjou et Tchamba, à l'Ouest par le Ghana et la préfecture de Mô et au sud par la préfecture de Blitta (figure 1).



1-2- Relief et climat

Le territoire appartient à l'ensemble aplani ouest-africain constitué de roches primaires supportant des stratifications sédimentaires relativement récentes et n'offre pas, à ce titre, des reliefs très affirmés. La zone montagneuse forme la chaîne des Monts Togo qui constitue la partie principale d'un ensemble plus vaste de la chaîne de l'Atakora. Cette dernière prend le pays en écharpe dans la direction Sud-Ouest-Nord-Est. Le paysage typique est composé de vallées profondes et étroites qui individualisent les plateaux. La préfecture de Sotouboua correspond à la partie centrale de la chaîne de l'Atakora. On y distingue les monts Fazao et les monts Malfakassa entrecoupés par la plaine de la rivière de Mò et ses affluents : Loukoulou et Kamassi. Les monts Fazao sont formés de deux séries parallèles de « montagnes promontoires » orientées vers le nord-sud et les monts Malfakassa localisés dans l'extrême du Parc, se présentent également en deux axes parallèles orientés nord-sud-est et sud-sud-ouest (Barbier, 1982 cité par Salassi, 2006).

Au plan climatique, le Togo est sous l'influence de deux grands régimes climatiques: - le régime tropical soudanien au nord avec une saison pluvieuse qui va de mai à octobre et une saison sèche de novembre à avril. Dans cette zone la pluviométrie annuelle varie de 900 à 1100 mm et la période de croissance des végétaux est inférieure à 175 jours ; - le régime tropical guinéen au sud est caractérisé par deux saisons sèches et deux saisons pluvieuses de durées inégales. La pluviométrie annuelle varie de 1000 à 1400 mm et la croissance des végétaux est supérieure ou égale à 175 jours.

La température moyenne est généralement élevée, jusqu'à 28°C dans les zones septentrionales, 27°C dans la zone côtière, entre 24 et 26°C dans les autres localités.

L'humidité relative moyenne est élevée dans les zones méridionales (73 à 90%) mais faible dans les régions septentrionales (53 à 67%). La vitesse moyenne du vent est de 1,93 m/s et la durée moyenne de l'insolation est de 6,62 heures par jour. L'évapotranspiration moyenne est de 1540 mm/a. Dans la zone d'étude, le climat est de type tropical soudanien dont la saison sèche est marquée par le régime de l'harmattan, vent sec soufflant des régions sahariennes. Les minima de température se situent autour de 15°C et les maxima autour de 40°C. (Tchamiè, 1997). La hauteur de précipitations annuelles oscille entre 1200 et 1500 mm. L'évapotranspiration est variable et peut tripler au cours de la saison sèche.

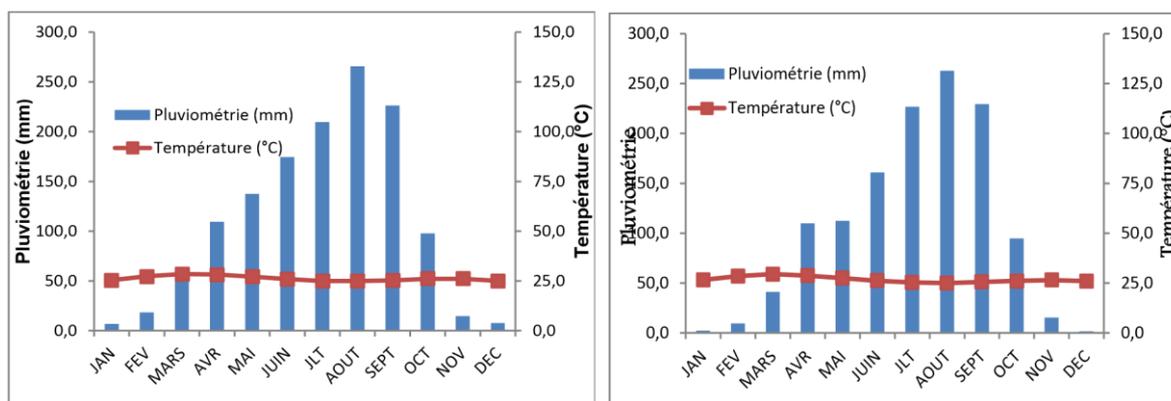


Figure 2: Courbes ombrothermiques de deux stations de la région Centrale du Togo, Sokodé et Sotouboua de 1981 à 2010.

Source : Direction Générale de la Météorologie Nationale.

1-3- Formations végétales

L'état de la biodiversité au Togo est perçu à travers ses composantes que sont les écosystèmes aquatiques et terrestres, la flore et la faune. Les écosystèmes terrestres sont constitués de forêts semi-décidues, de forêts sèches et de forêts claires, des forêts galeries et rupicoles, de savanes guinéennes et soudaniennes.

La zone I ou zone des plaines du nord s'étend de la péninsule du nord de Dapaong jusqu'à la limite sud du Bassin de la Volta, presque suivant l'axe Bandjeli-Kpessidè. Les principales formations végétales de cette zone sont des savanes soudaniennes dominées par des légumineuses, des forêts sèches à Anogeissus, des forêts galeries et par endroits, des prairies autour des mares temporaires ou permanentes.

Zone II : zone des montagnes du nord où se situe notre zone d'étude englobe la chaîne des montagnes du nord, qui s'étend grossièrement de la latitude de Sokodé à celle de Défalé-Kanté sous climat soudanien à deux saisons. On y distingue des savanes à Combrétacées mais aussi des parcs agroforestiers. Les forêts galeries y sont bien représentées.

Zone III : zone des plaines du centre, Zone sous climat guinéen de plaine, elle occupe la plaine bénino-togolaise à l'est de la chaîne d'Atakora. La végétation dominante de cette zone est la savane guinéenne entre coupées par de vastes étendus de forêts sèches à Anogeissus *leiocarpus*. Zone IV : zone méridionale des Monts Togo : Cette zone correspond à la partie méridionale des Monts Togo. Elle constitue le domaine actuel de véritables forêts denses semi-décidues. Ces forêts sont entrecoupées de savanes guinéennes (ANCR-GEM, 2007). La végétation de la zone d'étude correspond à celle du Parc Fazo-Malfakassa avec des écosystèmes forestiers et savanicoles.

Il s'agit des forêts denses sèches, variant selon l'altitude et des forêts claires à dominance *Isobertinia* sp. On y trouve des forêts claires à *Monotes keatingii* par endroit. Les galeries forestières sont fortement représentées. Les écosystèmes savaniques correspondent aux savanes boisées très variées, aux savanes arborées et aux savanes arbustives sur les sommets des collines et montagnes. (Fondation Franz Weber, 2013).

- Aires protégées

Le dispositif actuel inclut réglementairement 83 forêts classées couvrant initialement dans le pays un total d'environ 793288,81 hectares. Cet ensemble, à vocation exclusivement forestier, inclut aujourd'hui des zones à caractère faunique habitées, occupées et cultivées, et des zones à vocation forestière plantées en essences exotiques, reboisées, exploitées pour le bois d'œuvre de service ou d'énergie, mais toutes conservées dans des conditions difficiles. Dans l'ensemble, on assiste à de fortes pressions, essentiellement dues à l'influence des populations riveraines. Les principales pressions identifiées sont le braconnage, la pêche, l'exploitation forestière, les pratiques agricoles et les autres activités humaines engendrées par la croissance démographique, les feux de brousse incontrôlés et la récolte des produits forestiers non ligneux (UICN, 2008). Au rang de ces aires, se classe le Parc Fazao-Malfakassa qui est dans sa majeure partie (80%) située dans la préfecture de Sotouboua. D'une superficie de 192 000 ha soit 3,4% du territoire Togolais, il est le plus grand Parc national du pays (Fondation Franz Weber, 2013).

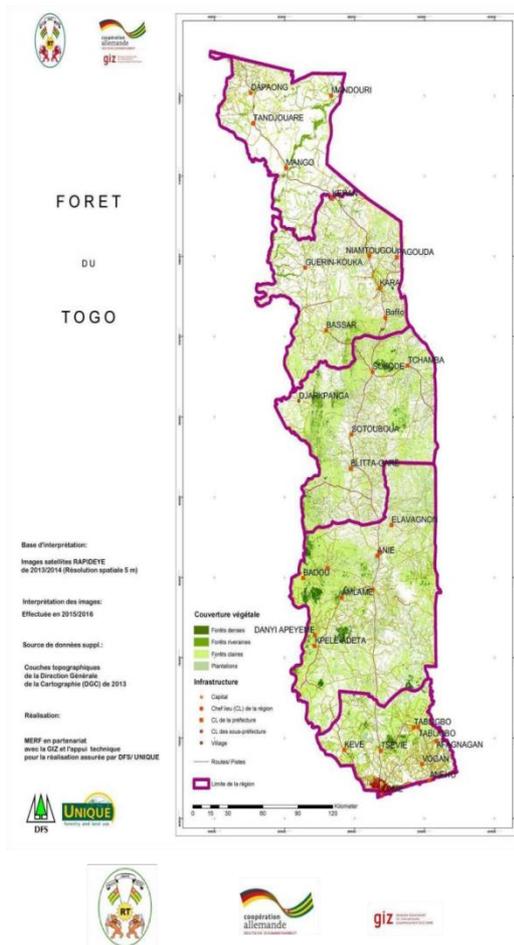


Figure 3: Végétation du Togo

Source : MERF/IFN, 2016

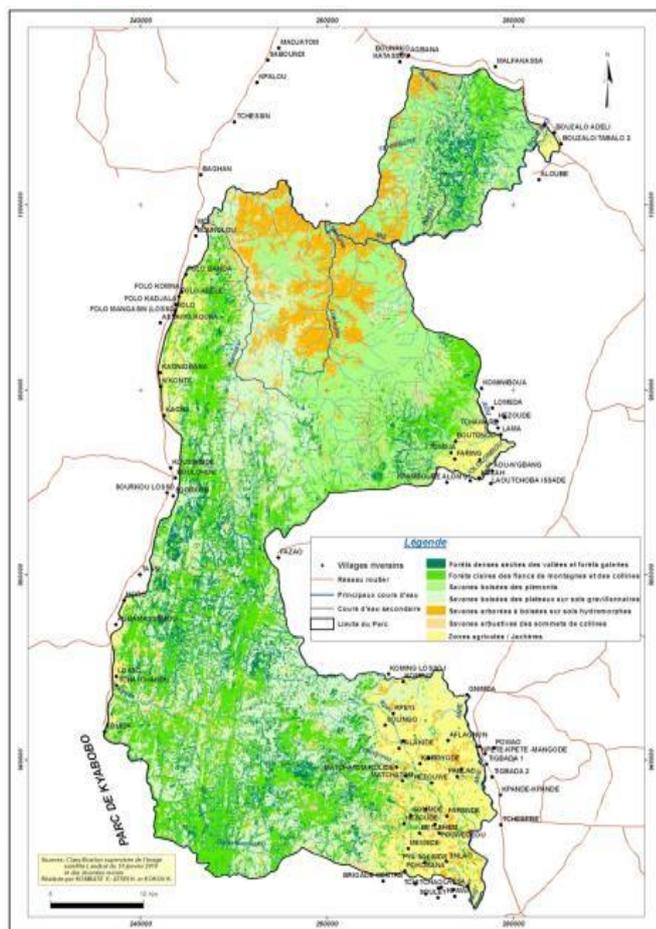


Figure 4: Végétation du Parc Fazao

Source : Fondation Weber, 2013

1-4- Faune sauvage

La faune togolaise comprend la faune terrestre, l'avifaune et la faune aquatique. Elle a beaucoup souffert des troubles sociopolitiques qu'a connus le pays entre 1990 et 1993.

Aujourd'hui, les animaux terrestres se réfugient dans ce qui leur reste comme habitat naturelle dans les aires protégées et certaines espèces sont menacées de disparition. Les espèces vivant en savane regroupent les carnivores dont le lion, le lycaon, le chacal, etc..., les antilopes entre autres le céphalophe de Grimm, le Cobe de Buffon, le Redunca, l'ourébi. On y trouve également de primate, de Buffle, de suidé, d'éléphant, de guib harnaché bien représentés aussi bien en forêt qu'en savane (MERF, 2009). D'une manière générale, la faune sauvage connaît une forte réduction de la population de plusieurs espèces surtout chez les grands mammifères au cours de ces vingt dernières années.

1-5- Population

La population togolaise a été estimée à 6 306 000 habitants en l'an 2010. La densité de la population est passée de 25 habitants/Km² en 1960 à 117 habitants/km² en 2010 avec de grands écarts entre le milieu rural et le milieu urbain (MPDAT, 2010). La préfecture de Sotouboua compte environs 121010 habitants avec une densité de 20 habitants/Km². Les régions favorables à l'agriculture (zones forestières du sud-ouest et le sud du pays) concentrent plus de 66% de la population totale, laissant 33% pour le reste du territoire national. Selon les données recueillies par la deuxième enquête de démographie et de santé en 1998, la population togolaise est essentiellement jeune, 47,7% ont moins de 15 ans contre environ 6% pour les vieillards. (MERF, 2009).

1-6- Agriculture

Les ressources essentielles du Togo sont l'agriculture vivrière et d'exportation (café, cacao, coton), le phosphate et les services, principalement le commerce et le tourisme. Dans ce paysage économique, le secteur agricole joue un rôle prépondérant dans la croissance économique du pays. Il occupe les deux tiers de la population active, représente environ 40% du PIB, fournit plus de 20% des recettes d'exportation et produit la majeure partie des aliments consommés par la population. Le secteur agricole est caractérisé par la prédominance des petites exploitations (moins d'un hectare) et des systèmes extensifs de production (MAEP, 2009). Dans la préfecture de Sotouboua, l'activité principale des populations riveraines est l'agriculture, suivie de la production du bois énergie, du miel et des produits forestiers non ligneux, tels que le cure-dent (Woegan, 2007). Les principales cultures sont le maïs, le sorgho, le mil, le coton, l'anacarde et le coton.

1-7- Justification du choix de site

Le choix de la préfecture de Sotouboua comme zone d'étude a été justifié par le fait que cette préfecture est située au centre du Togo et jouie d'un climat de transition entre le climat guinéen et soudanien. Elle abrite dans sa majeure partie une aire protégée, zone privilégiée de feux du fait de la présence de la matière à consumer. En plus, l'aire est constituée de forêts et de savanes, ce qui permet de ressortir les impacts des feux dans les deux types de végétations et en même temps répondre aux questions d'ordre scientifique que se posent les gestionnaires du Parc quant à l'impact des feux sur la nature et la structure du couvert végétal. Aussi, faut-il ajouter que l'activité principale de la préfecture de Sotouboua est l'agriculture qui est pratiqué traditionnellement avec les techniques d'abattis-brûlis (MERF. 2008).

Les populations de Sotouboua pratique également chaque année la chasse coutumière vers la fin de la saison sèche (janvier à mars) qui nécessite la mise à feu des brousses. Ce brûlage tardif, violent,

renforcé par le vent d'harmattan, consomme la quasi-totalité de la strate herbacée et atteint les ligneux plus ou moins gravement.

2- Matériel

La réalisation de cette étude a nécessité l'utilisation de divers matériels et outils. L'ensemble de ce matériel a permis d'effectuer les travaux de terrain, les traitements et les analyses des données.

2-1- Données utilisées

- Données de feux actifs

Pour la caractérisation de la dynamique des feux de brousse dans la préfecture de Sotouboua, les données de feux actifs obtenus à partir du système «MODIS Rapid Response System». MODIS (Radiomètre spectral à moyenne résolution) de la période 2010 à 2016 ont été utilisées. Les données de base sur les feux actifs et les superficies brûlées par zone administrative des pays de la zone Afrique Caribé-Pacifique (ACP) ont été téléchargées sur le portail, <http://lrmmaps.jrc.ec.europa.eu/firereport>

Le système MODIS est constitué de deux satellites polaires (TERRA et AQUA). MODIS détecte d'une manière générale, les feux qui couvrent une superficie minimale de 2500 m². (<http://maps.geog.umd.edu/firms/faq.htm>).

Le principe fondamental de fonctionnement du satellite se base sur l'énergie émise par les incendies de forêts ou feux de brousse.

L'algorithme du satellite exploite la forte émission de la radiation infrarouge qui émane des feux en examinant chaque pixel de résolution d'environ 500 m (Giglio *et al*, 2003). Lorsque l'examen du pixel indique la présence de feux, les coordonnées géographiques (longitudes, latitudes) de centre du pixel sont enregistrées. Quel que soit le nombre de foyers de feux détectés par les satellites à l'intérieur du pixel, seul un point est marqué au centre du pixel indiquant la présence de foyers de feux. Si le feu couvre plusieurs pixels à la fois, la présence de foyers de feu est marquée par un point dans chacun des pixels (figure 5).

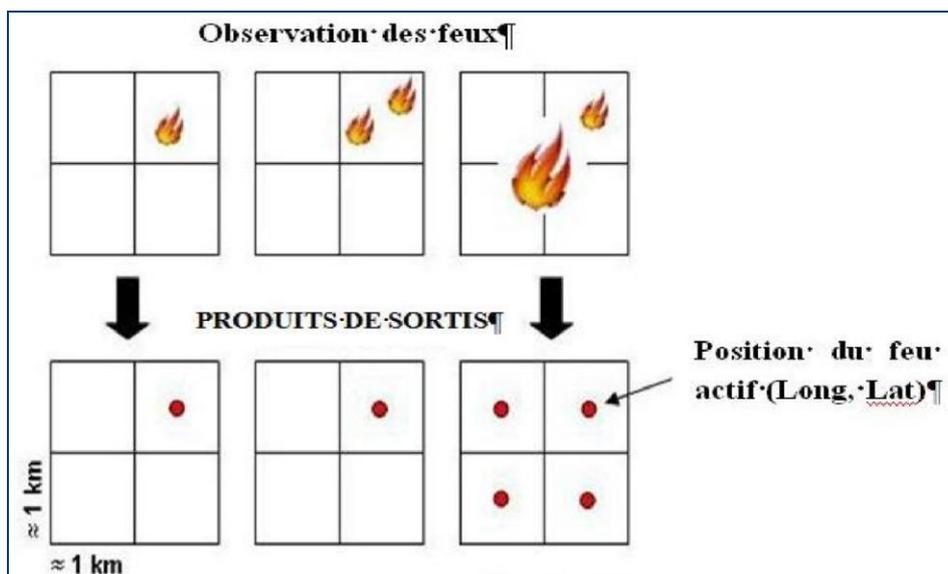


Figure 5: principe de localisation des feux dans le pixel par le système MODIS

Source : <http://maps.geog.umd.edu/firms/faq.htm>

- Données LANDSAT

Pour la détermination des types de végétation impactés, les images Landsat L8 OLI/TIRS du 27 janvier 2016 ont été utilisées pour confectionner des cartes d'occupation des sols de la zone.

- Données ancillaires

La réalisation de ce travail a nécessité l'utilisation de plusieurs cartes. Il s'agit de la carte des limites administratives des différentes préfectures du Togo, celle des cantons et la carte de végétation. Les couches géoréférencées pour la réalisation des cartes ont été fournies par l'Institut Togolaise de Recherche Agronomique (ITRA) et l'Université de Lomé (UL). Ces données acquises ont servi de support cartographique pour la délimitation de la zone d'étude, la localisation des villages enquêtés et des types de formation végétales.

2-2- Outils de collecte de données

L'outil de collecte de données utilisées dans le cadre de cette étude est constitué de : Quatre fiches d'enquête: La fiche d'enquête destinée à la collecte d'informations sur les feux de brousse est constituée de quatre grandes parties à savoir les usages des feux, les causes, es impacts des feux de brousse et les techniques de lutte contre les feux (annexe1). La fiche d'identification des foyers de feux est constituée de deux colonnes indiquant les longitudes et latitudes des surfaces brûlées (annexe2) et la fiche d'inventaire forestier (annexe 3). Le matériel est constitué de :

- Un récepteur GPS, pour le relevé des coordonnées des points d'observations ;
- Un ruban Pi, une planche graduée et un clinomètre de sunto pour les relevés dendrométriques ;

- Un appareil photographique pour les prises de vues.

- **Outils de traitement des données :**

Le logiciel ARCGIS 10.2.1 pour extraire les coordonnées des feux actifs de Sotouboua et compter le nombre de feux et les superficies brûlées. Il a également servi à la confection des différentes cartes produites, le logiciel ENVI 4. 8 pour traiter et classifier les images LANDSAT, le logiciel MINITAB 16 pour les traitements des données dendrométriques, le logiciel Spss 12.0 pour traitements des données d'enquête et le tableur Excel 2013 pour la confection des graphiques.

3- Approche Méthodologiques

3-1- Géolocalisation des feux actifs et des surfaces brûlées

L'analyse temporelle et de densité d'occurrence des feux s'est basée sur les produits des feux actifs et des superficies brûlées dérivés des satellites TERRA et AQUA obtenus à partir du système «MODIS Rapid Response System». MODIS (Radiomètre spectral à moyenne résolution) est un instrument embarqué sur les satellites polaires TERRA et AQUA. Le satellite TERRA parcourt la terre du nord au sud en passant par l'équateur dans la matinée. Quant au satellite AQUA, il tourne autour de la terre du sud au nord en passant par l'équateur dans l'après-midi. Chaque feu actif est représenté par un point avec une résolution de 500 m. Les coordonnées sont celles du centre du pixel. (<http://maps.geog.umd.edu/firms/faq.htm>).

Les données de base sur les feux actifs et les superficies brûlées par zone administrative des pays de la zone Afrique Caraïbe-pacifique (ACP) ont été téléchargées sur le portail (<http://lrmmaps.jrc.ec.europa.eu/firereport>). Ces données en format Shape ont été projetées sur un fond cartographique de Sotouboua. Le comptage des pixels classifiés nous a permis de calculer les superficies brûlées.

L'analyse a porté sur six saisons (2010_2011, 2011-2012, 2012-2013, 2013-2014, 2014-2015, 2015-2016) et a consisté en une étude comparée du nombre de feux et des superficies brûlées par année et par unité spatiale élémentaire (Préfecture' canton). Une visualisation des points de feux projetés sur le fond cartographique de la préfecture a permis une meilleure compréhension de leur distribution spatiale.

3-2- Analyse de l'impact des feux sur la végétation

3-3-1- Type de formation impacté

Pour déterminer les diverses formations végétales touchées par les feux, il était nécessaire de disposer d'un état des lieux récent des divers types de couvert végétal présents dans la zone.

Une carte d'occupation des terres a donc été établie à partir d'images LANDSAT LC8 /OLI/TIR, path : 193, row : 54 du 7 janvier 2016, téléchargées le 5 novembre 2016 sur le site <https://earthexplorer.usgs.gov>. La carte d'occupation des sols a été obtenue par classification supervisée à l'aide des logiciels Envi et ARCGIS 10.2.1. Cette carte élaborée s'est basée sur la classification des utilisations des terres et typologies des formations végétales du Togo. Elle a également utilisé les couches topographiques du laboratoire de l'écologie végétale de l'UL du Togo.

Le croisement SIG des différents points de feux et l'image classifiée à l'aide de l'outil « analyse spatiale ; extraction ; extraction des valeurs vers les points » a permis de compter le nombre de pixels de feux correspondants à chaque types d'occupation du sol de la zone.

3-3-2- Impact sur la diversité floristique

Pour l'analyse de l'impact des feux itératifs sur la diversité floristique, la collecte des données a été effectuée en deux (2) phases : La première phase a consisté à choisir les sites à inventorier. Trois critères sont pris en compte, pour retenir un site comme site brûlé ou non. Ce site doit être confirmé par des critères suivant : (i) les cartes thématiques de feux actifs et de surfaces brûlée sur 6 ans successifs en références aux travaux de Palumbo *et al.*, (2013) et Hantson *et al.*, (2013) à partir des données de moyenne résolution (MODIS) fournies par les satellites. TERRA et AQUA de la NASA ; (ii) Être situé dans le Parc, zone de conservation où d'autres perturbations (coupe, broutage, etc.) sont quasi nulles ; (iii) les traces de terrain déterminées par la méthode des évidences physiques (Correia, 1989).

L'intersection dans le logiciel SIG des pixels brûlées de MODIS ont permis de distinguer clairement les pixels brûlées successivement une fois, deux fois, trois fois et plus pendant les mois de feux intenses à savoir : novembre, décembre et janvier. Ainsi, trois (3) sites par mois ont été retenus.

À savoir un site dans chacune des zones brûlées successivement une fois, deux fois, trois, et plus. Au total pour les trois mois, on a neuf (9) sites à inventorier.

La deuxième phase a consisté à mettre en place des placettes circulaires de 1200 m² (20 m x 20 m x3, 14) au niveau de chaque site identifié à raison de trois (3) placettes par site pour l'inventaire forestier. Au total 30 placettes ont été installées. Ces inventaires ont consisté à mesurer le diamètre

et la hauteur totale des ligneux du peuplement principal. Les arbres considérés comme peuplement principal sont ceux ayant une hauteur supérieure ou égale à 1,30 m et un diamètre supérieur ou égal à 10 cm. Le diamètre a été mesuré à 1,30 m du sol au moyen d'un ruban Pi. La hauteur totale a été mesurée avec une planche graduée (arbre de hauteur < 5 m) ou à l'aide d'un clinomètre de sunto (arbre de hauteur >5 m). Ces inventaires ont été complétés par l'étude de la régénération qui a pris en compte tous les individus ayant un diamètre inférieur à 10 cm et une hauteur totale supérieure ou égale à 1,30 m (Sokpon *et al.*, 2006). Les individus ont été comptés à l'intérieur des sous placettes circulaires de 3,14m². Au total 180 sous placettes de régénération ont été installées dans les diverses zones brûlées. Dans le comptage, les cépées sont distinguées des pieds francs.

Les caractéristiques forestières sont appréciées directement par calcul arithmétique pour la densité, la hauteur totale moyenne et le diamètre moyen. La densité des arbres a été évaluée en nombre de pieds par hectare. Les différents pieds recensés ont été repartis en classes de hauteur et de diamètre selon le concept de Peters (1997) qui distingue trois types de dynamiques structurales des populations des espèces ligneuses (stable, en déclin et dégradé). À cet effet, trois paramètres de distribution de Weibull (Husch *et al.*, 2003) appliqués par Bonou *et al.*, 2009 et Amani, 2010) ont été utilisés pour représenter la structure théorique des peuplements ligneux. Cette distribution se fonde sur la fonction de densité de probabilité définie par Rondeux, (1999) et se présente sous la fonction :

$F(x) = c/b [(x-a)/b]^{c-1} \exp[-(x-a)/b]^c$, où :

- x = diamètre des arbres ;
- a = Paramètre de position.

Dans la présente étude a =10 cm pour le diamètre et 2 m pour la hauteur ;

- b : est le paramètre d'échelle ou de taille ; il est lié à la valeur centrale des diamètres ou hauteurs des arbres du peuplement considéré.
- c : est le paramètre de forme lié à la structure en diamètre ou en hauteur considérée. Cette distribution de Weibull peut prendre plusieurs formes selon la valeur du paramètre de forme (c) lié à la structure en diamètre ou en hauteur.

Les tests de significativité statistique ont été faits afin de déterminer s'il y a différence ou non entre les paramètres structuraux des groupes identifiés avec le logiciel Minitab 16.

La densité de la régénération naturelle a été estimée et l'importance relative de chaque mode de régénération est exprimée en pourcentage. À cet effet la régénération a été scindée en deux types.

La régénération potentielle qui regroupe les pieds francs et les cépées ayant un diamètre inférieur à

5cm et le sous-bois qui englobent les individus ayant un diamètre inférieur ou égale à 5 cm mais inférieur à 10 cm.

4- Impacts socio-économiques des feux et techniques de lutte contre les feux

Pour l'identification des impacts des feux sur la vie socioéconomique des communautés et des techniques de lutte contre les feux, il a été procédé à une enquête socioéconomique pour recueillir les informations auprès des institutions chargées de la thématique et des populations.

L'analyse de ces informations a permis de mettre en évidence les diverses techniques de lutttes contre les feux.

4-1- Collecte des données

Une mission de terrain a été effectuée pour faire l'inventaire forestier des diverses zones et prendre les photos pour illustrer les différents phénomènes observés sur le terrain. Durant cette mission dans les communautés rurales, les milieux périurbains et administratifs, une combinaison de techniques comme l'observation, entretien directif et le questionnaire pour recueillir des informations nécessaires et utiles a été utilisée.

4-2- Réalisation des enquêtes

En ce qui concerne la collecte des informations quantitatives, deux types de questionnaire élaborés ont été soumis aux populations et aux acteurs des institutions impliquées dans la gestion des feux de végétation. Des fiches d'enquête ont été renseignées dans dix (10) villages de deux cantons ayant enregistré plus de feux au cours de la période d'analyse. Les données recherchées par l'enquête concernaient les différents usages du feu dans le domaine rural, les causes des feux de brousse, les impacts des feux sur la productivité agricole, le recensement des dégâts matériel et humain (cultures brûlées, perte en vie humaine) et les techniques de lutte contre les feux de brousse. Le renseignement des fiches a été effectué individuellement (annexe I et II).

- **Le choix des villages et personnes enquêtes.**

Le choix des personnes enquêtées a porté sur l'âge et l'activité socioprofessionnelle. Les responsables ou chefs de famille, âgés de 30 ans et plus, ont été privilégiés car jugés plus aptes à donner des informations acceptables compte tenu de leurs expériences. En ce qui concerne le choix des villages, il a été fait sur la base des critères suivants :

- L'ampleur des feux dans le canton (importance des superficies brûlées, occurrence des feux) :

- la situation géographique des villages de sorte à avoir une meilleure répartition dans le canton.
 - la taille de l'échantillon est déterminée par la formule de Slovin (1960).

$$n = \frac{N}{1 + (Ne^2)}$$

Avec n = taille de l'échantillon, N = taille totale des ménages, e = 10% (précision).

Selon le 4^{ème} recensement général de 2010 au Togo, la population totale de la préfecture de sotouboua s'élève à 121 010 habitants et un ménage dans la zone compte cinq (5) personnes en moyenne. D'où N = 30252 et n = 99. Ce nombre est distribué proportionnellement à l'ampleur du phénomène feu dans 10 villages des deux cantons les plus touchés par le phénomène. On a alors 10 ménage par villages.

4-3- Traitement des données

Les données qualitatives recueillies lors des investigations sur le terrain, ont été dépouillées manuellement. Cela a consisté à regrouper les opinions des interviewés par sous-thèmes surtout, en ce qui concerne les typologies de feux, les causes d'éclosion et de propagation, les effets et impacts sur les enjeux, les initiatives locales de lutte contre les feux et des propositions de projets ou de recommandations.

Le Standard Package for Social Science (SPSS version 12.0 pour Windows), en français (logiciel statistique des sciences sociales) a été utilisé pour le dépouillement des données quantitatives. Le programme Excel a servi à construire des graphiques.

Les cartes illustrant la dynamique spatiotemporelle des feux actifs et des superficies brûlées ont été réalisées dans le logiciel ARCGIS 10.2.1 dans le système WGS84 UTM Z31N.

Conclusion partielle

La réalisation de cette étude a nécessité l'utilisation de divers matériels et outils constitués de logiciels, de GPS et d'appareil de prise de vue et de fiches d'enquête. Les logiciels ont permis d'extraire et cartographier les différents événements. La méthodologie adoptée a été la combinaison des traitements de données satellitaires, d'observations au sol, d'inventaire forestier et d'enquête.

Chapitre III

Résultats et discussions

I- RESULTATS

1-1- Caractéristiques de la dynamique des feux

Les différents traitements des données issues des satellites ont abouti à la réalisation des cartes mensuelles pour les saisons 2010-2011, 2011-2012, 2012-2013, 2013-2014, 2014-2015, et 2015-2016, des cartes de synthèse des pixels affectés par les feux de brousse par saison et des statistiques. Ces données ont été utilisées pour mieux appréhender les dynamiques spatiale et temporelle du phénomène. Pendant chaque saison sèche, les incendies ravagent une grande partie des écosystèmes de la zone d'étude. Les saisons des feux s'étendent en général de novembre à mars. La répartition temporelle et spatiale des foyers n'est pas homogène et varie d'une année à une autre.

1-1-1- Évolution temporelle des feux de brousse

Les feux actifs détectés par le capteur TERRA de la mission MODIS au cours de la période allant de novembre 2010 à mars 2016 présentent une distribution temporelle caractérisée par un démarrage en début novembre, une recrudescence en décembre et une diminution progressive de Février jusqu'en Mars. Les figures 3 et 4 montrent la distribution annuelle et mensuelle des feux de végétation enregistrés par MODIS pour la période novembre 2010 à mars 2016. Il en ressort qu'au cours de la période 2010 à 2016, toutes les saisons ont enregistré plus ou moins 1000 feux actifs avec le maximum en 2010-2011 (1279 feux actifs). La différence d'occurrence des feux actifs n'est pas significative d'une année à une autre ($p > 0,001$). Toutefois, il est à remarquer que la tendance se maintient à un niveau extrême de feux actifs ; plus de 1000 depuis 2010 (Figure 7). Ce maintien à un niveau extrême des feux actifs détectés au niveau de la zone d'étude depuis 2010 met en exergue le renforcement des facteurs d'éclosion et de propagation des feux.

On peut également identifier sur la figure 6, deux (2) périodes chaque année: une période de développement d'activités des feux de novembre-janvier et une période de régression de janvier en mars. L'essentiel des feux du mois de novembre et décembre peuvent correspondre aux feux dits précoces et ceux de fin janvier- février, les feux tardifs. En effet, pour atténuer les effets néfastes des feux brousse inévitables avec l'accumulation de la biomasse sèche pendant la saison sèche, les feux précoces ont été instaurés. Selon le code forestier togolais, une date limite est fixée par un arrêté ministériel chaque année pour la pratique des feux précoces en fonction des réalités éco-climatiques. Généralement ces feux sont pratiqués du 15 octobre au 15 janvier. Réalisés dans les règles, les feux précoces constituent alors un moyen de prévention et d'atténuation des feux dits tardifs très ravageurs.

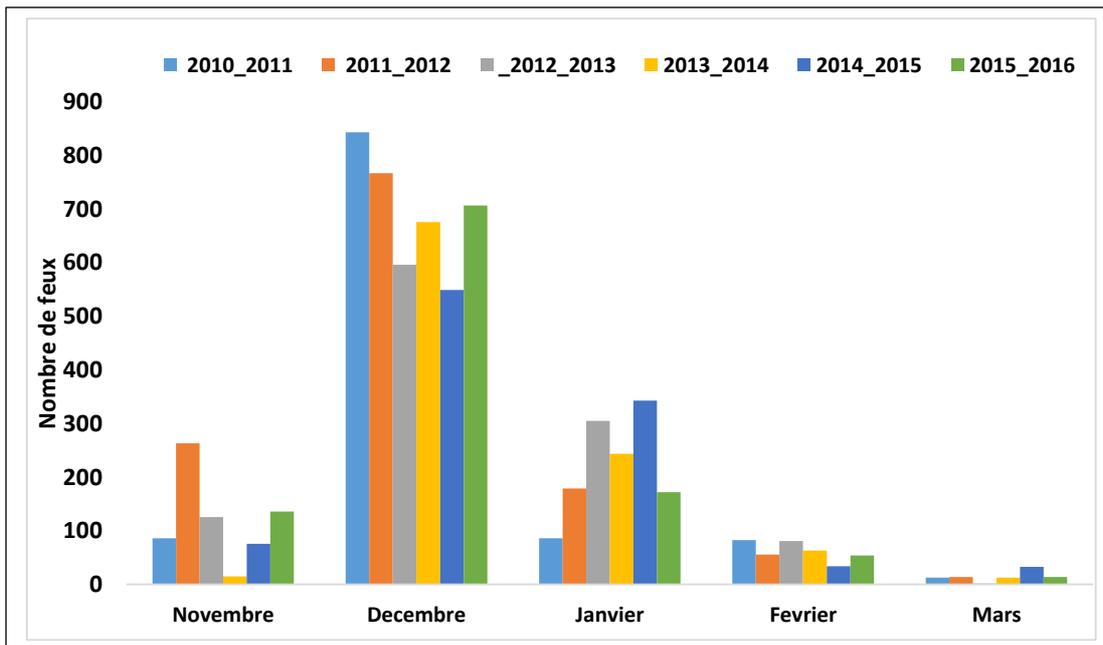


Figure 6: distribution mensuelle des feux actifs

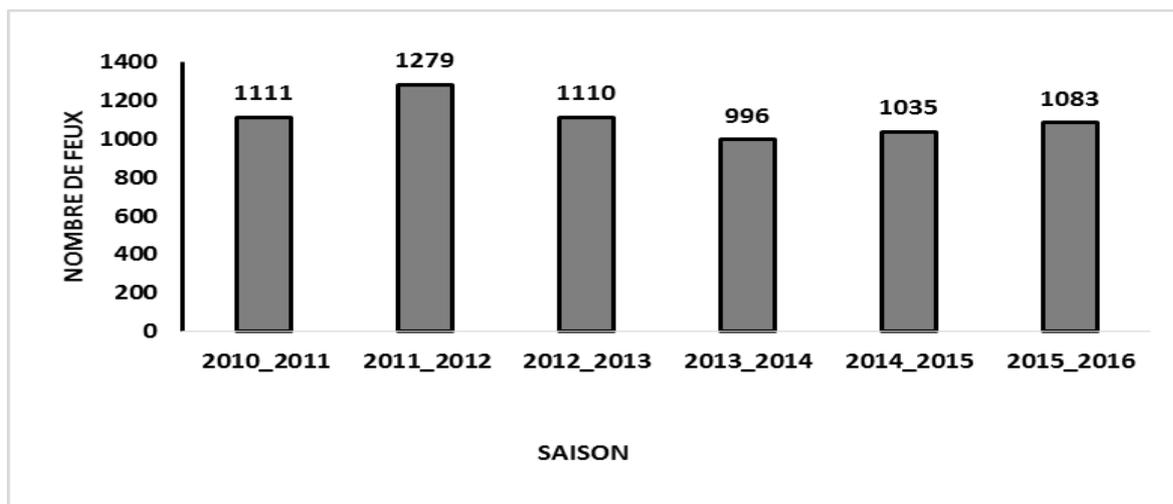


Figure 7: distribution annuelle des feux actifs

Une analyse beaucoup plus approfondie par superpositions des zones brûlées indiquent le passage répétitif des feux aux mêmes endroits au cours de la même période d'observation (figure 8). Il en ressort que les surfaces brûlées successivement pendant les mois de mi-janvier, février et mars sont rares tandis qu'en décembre, on note un grand nombre de ces surfaces. Ces résultats prouvent qu'après un passage des feux précoces, la végétation surtout la strate herbacée se reconstitue rapidement pendant la saison des pluies qui suit immédiatement, tandis qu'après celui des feux tardifs la végétation met beaucoup plus de temps à repousser. Les feux tardifs réduisent fortement la germination des plantules et les feux précoces, eux favorisent la repousse de la végétation.

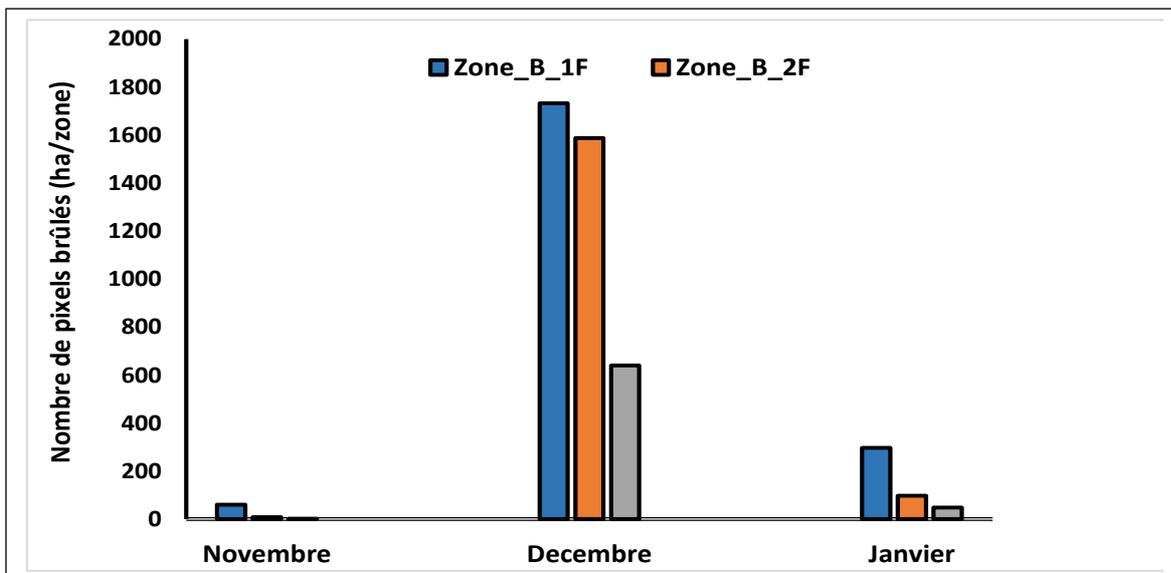


Figure 8: Distribution mensuelle des superficies brûlées successivement, une, deux, trois fois et plus

Les statistiques (fig. 9) montrent chaque année, un nombre élevé (900), soit plus de 70% des hotspots de la saison, dans les mois de novembre et décembre, périodes des feux précoces. En plus, 90% des enquêtés ont admis aussi que les feux précoces se réalisent d'octobre à décembre de chaque année. Nous pouvons en déduire alors que la pratique des feux précoces fait partie aujourd'hui des habitudes des populations rurales grâce aux campagnes de sensibilisation organisées chaque année par les structures en charge de la thématique. Cette sensibilisation met l'accent sur le respect des dates retenues pour la mise à feu selon les réalités éco-climatiques mais également aux techniques les plus appropriées pour mener à bien cette pratique.

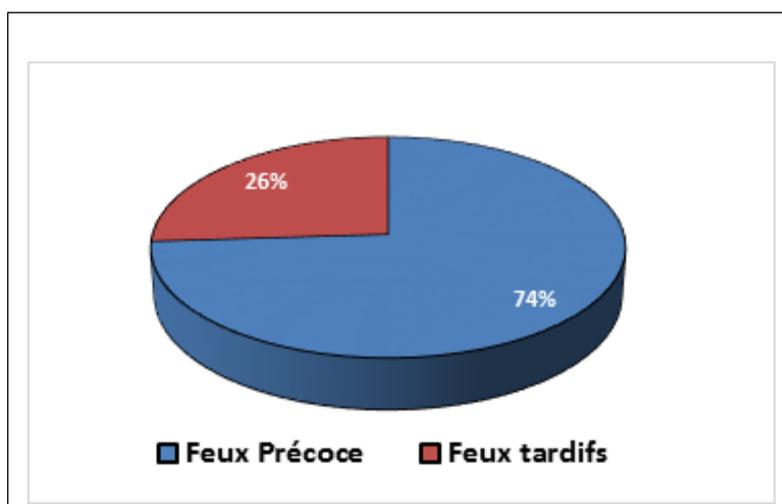


Figure 9: Proportion des feux précoces et tardifs

1-1-2- Evolution spatiale

En fonction des conditions écologiques, la production de biomasse végétale aérienne du tapis herbacé, de l'état phénologique de la biomasse et des raisons d'ordre socio-économique, la distribution des feux n'est pas toujours la même selon les cantons. La figure 10 montre que, pour toutes les années, les cantons d'Aouda, Fazao et Sotouboua sont les plus touchés par le phénomène de feux de brousse. En effet, le canton de Fazao est couvert à 90% par le parc Fazao. Cette disponibilité de combustible, facteur essentiel du déclenchement de feux et les rituels culturels (chasse), rend le dit canton très vulnérable aux feux. Quant au canton de Sotouboua, le plus urbanisé de la préfecture, plusieurs villages et agglomérations entrecourent la végétation augmentant ainsi l'interface homme-végétation, un des facteurs d'éclosion des feux. Les autres cantons sont moins exposés sûrement à cause de la rareté ou de la faible densité de biomasse végétale disponible (faible volume de biomasse, forte utilisation pour les besoins énergétiques).

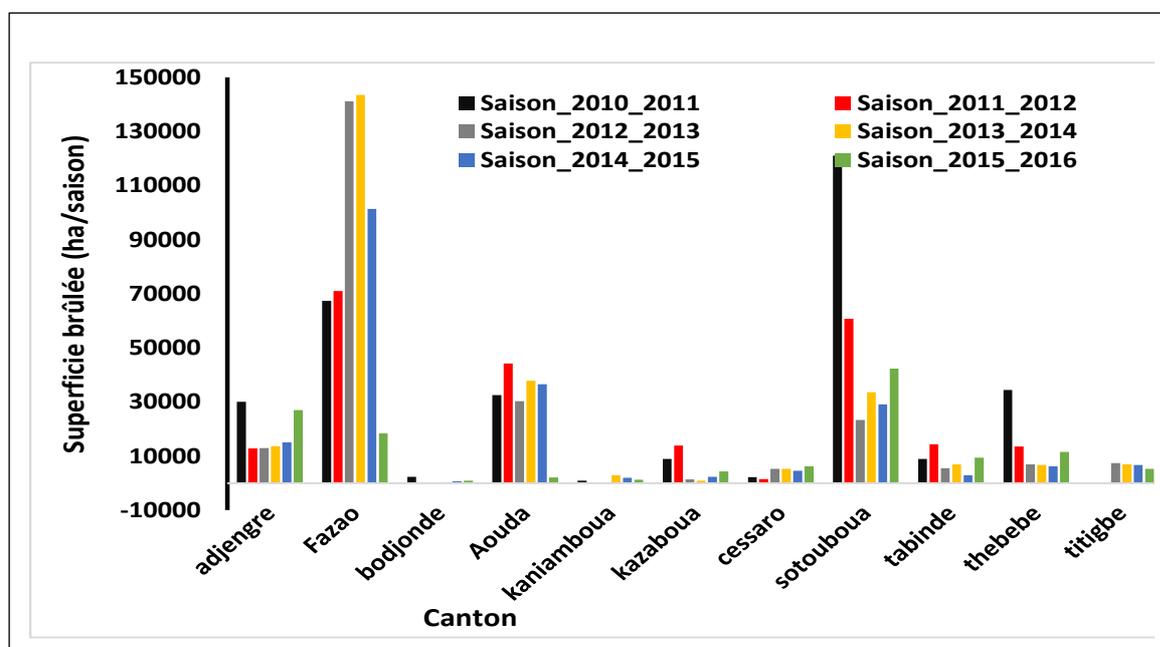


Figure 10: Evolution annuelle des superficies brûlées par canton et par saison.

En moyenne, près de 90% de la zone (5000 Km²) est annuellement parcouru par plus de 1000 feux actifs pour la période 2010 à 2016 (figure 11). En effet, pendant les saisons 2010-2011 et 2013_2014, environ 5211 Km² et 47687 Km² respectivement ont été parcourus par les feux de végétation. Les Cantons ayant les densités spatiales les plus élevées au cours de la période d'analyse sont respectivement Aouda, Fazao et Sotouboua (Figures : 10).

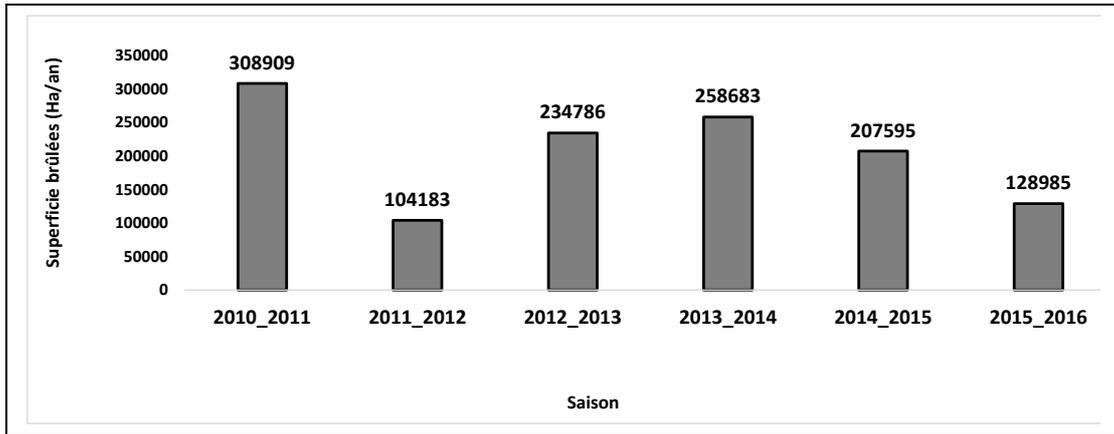


Figure 11: Superficies brûlées par saison

Les figures 12 et 13 montrent la répartition des points de feux et les surfaces brûlées. Il est à remarquer que le nombre de feux actifs n'est pas strictement proportionnel à la superficie brûlée qui peut être obtenue à partir d'image satellitaire. En effet selon la sensibilité des capteurs, un pixel de 500x500 m² n'est détecté par le satellite comme brûlé que si au moins 1/10e de sa surface est brûlée, donc $\geq 2,5$ ha. Tandis que les points de feux sont captés par le degré de chaleur et l'intensité de la fumée dégagée par la propagation d'un feu. Donc tout point de feu ne correspond pas nécessairement à une surface brûlée.

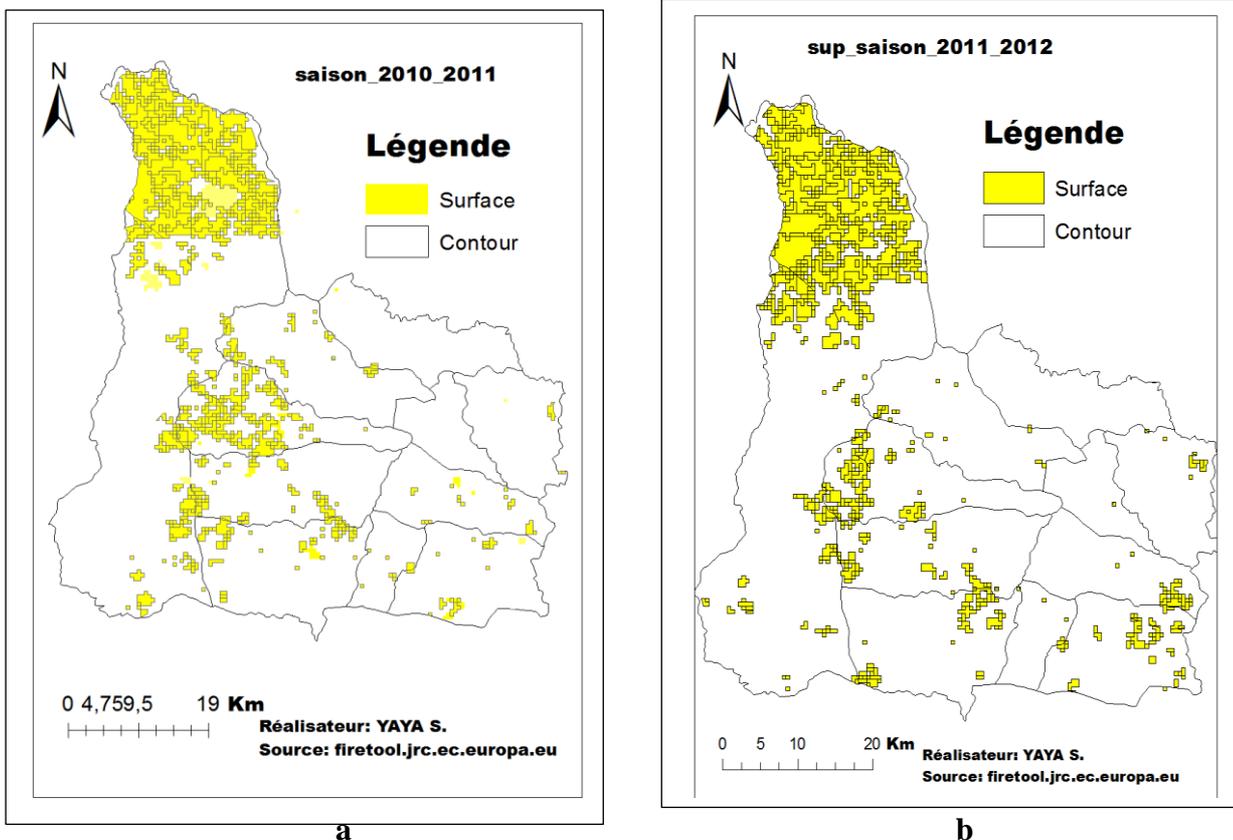


Figure 12: Zones brûlées en 2010-2011 (a) et 2011-2012 (b)

Master GDT / CRA / 2015-2016

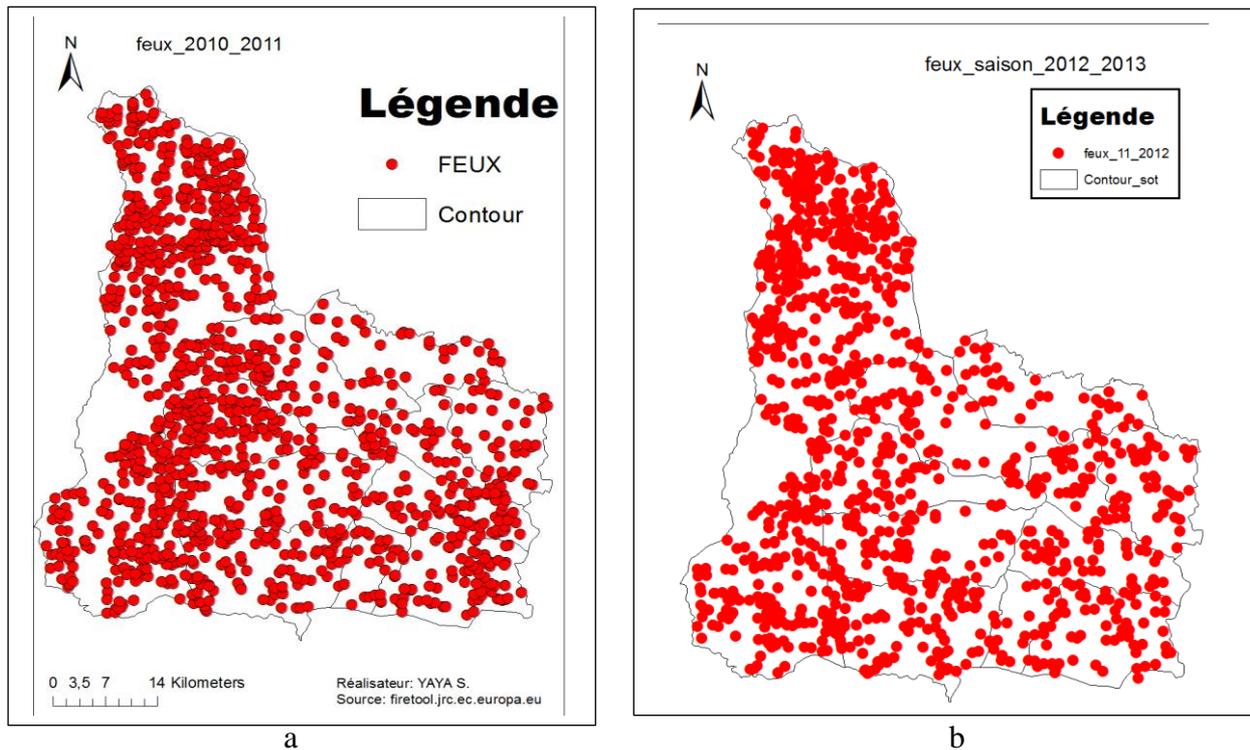


Figure 13:Points des feux en 2010-2011 (a) et 2012-2013 (b)

1-2- Caractéristiques générales de l'effet des incendies sur la végétation

Elles sont analysées par la comparaison de la structure (densité moyenne et hauteur moyenne des pieds) et la composition floristique des zones brûlées et des zones non brûlées.

1-2-1- Types de végétation impactés

Le croisement SIG des couches de localisation des feux actifs, de la distribution des superficies brûlées et des différentes formations végétales au niveau de la zone d'étude (figure 14, 15) a montré que les feux concernent essentiellement les savanes et les formations ouvertes à tapis herbacé continue comme les flancs de colline et de montagne. Ces dernières sont parcourues annuellement par plus de 60% des feux en moyenne au cours de la période d'étude. Les formations forestières au sens strict (forêt dense, galerie forestière) en sont peu concernées. Aussi en comparant les structures (figures : 19 et 20) de diverses zones brûlées, il en résulte que les zones rarement brûlées (une fois) présentent toutes les caractéristiques (strate arborée, strate arbustive et arborescente) d'une formation forestière tandis que les zones régulièrement touchés ont les caractéristiques des savanes. En effet, de par leur structure (présence d'une importante strate herbacée), les savanes se sèchent rapidement dès l'arrêt des pluies et deviennent la proie des feux. Alors que les formations fermées (forêts, forêts galerie, etc.) où la strate herbacée est quasi absente ne connaissent pas beaucoup de feux de brousse.

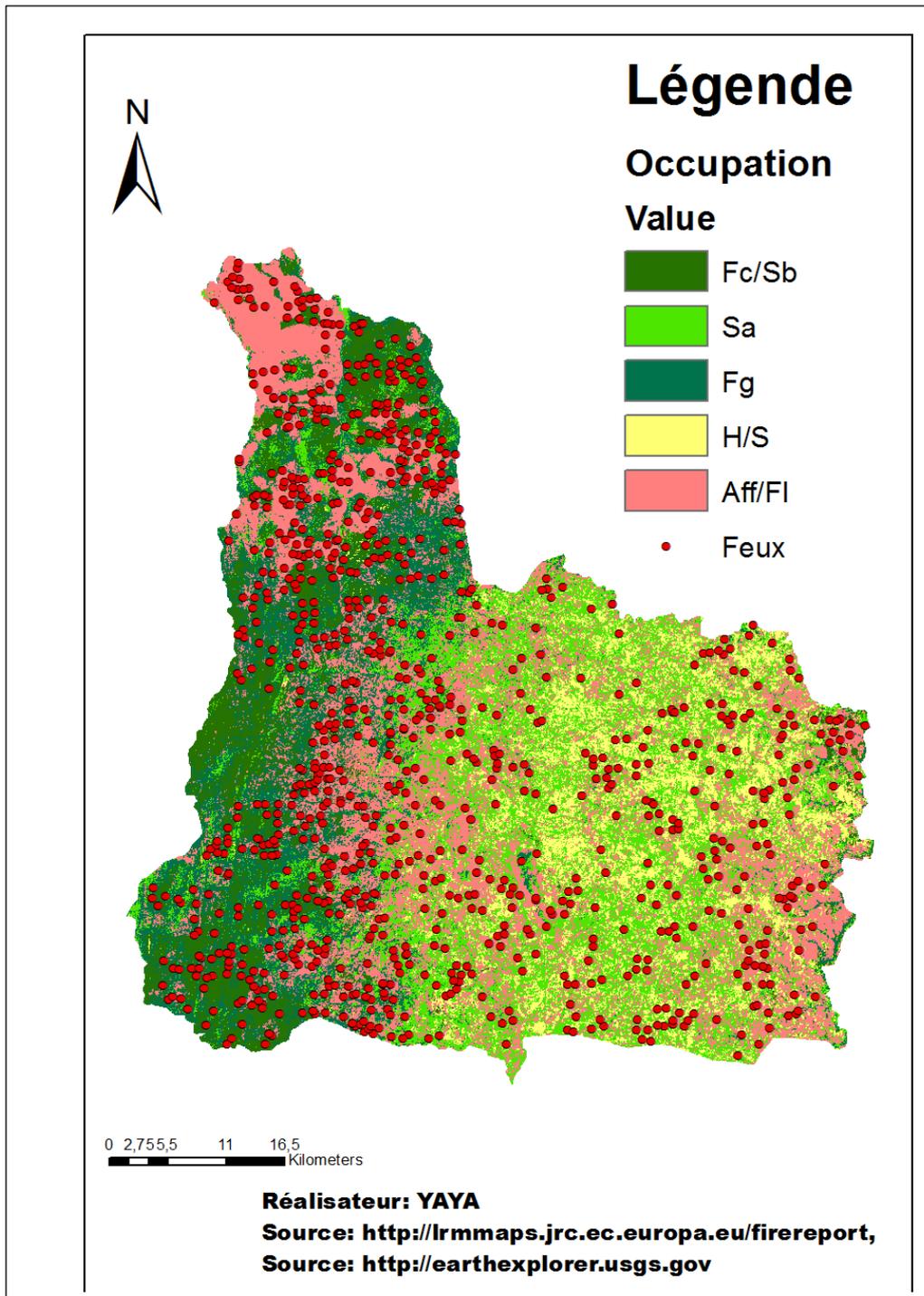


Figure 14: Croisement des feux actifs, savanes et forêts dans la préfecture de Sotouboua, saison 2015_2016 (classification supervisée de l'image L8, 2016).

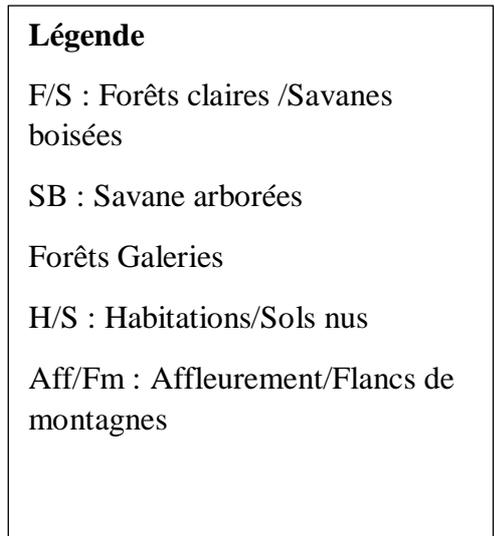
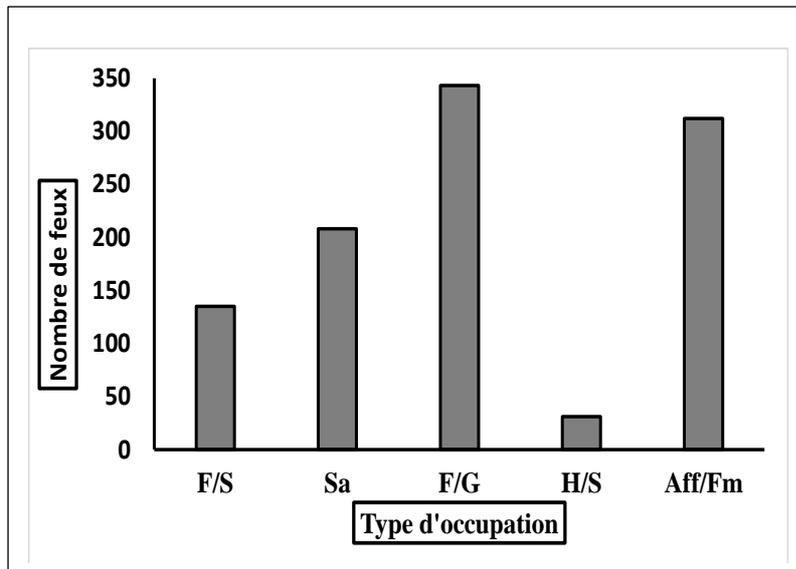


Figure 15: Nombre de points de feux/ occupation

1-2-2- Impact sur les structures végétales

- **Densité des ligneux**

Une comparaison des ZB et celles des ZNB (figures 16), montre qu’il y a une différence entre ces zones du point de vue densité, et structures horizontales et verticales du peuplement ligneux. En effet, au niveau des zones régulièrement brûlées, la densité d’individus est de 265 pieds/ha tandis que dans les ZNB, elle est de 315 pied/ha. Il ressort que Les feux affecteraient négativement sur l’évolution normale des ligneux.

On observe également une densité très faible 2 pieds/ha de bois mort dans les ZNB alors qu’elle est de 8 à 32 pied/ha sur les ZB avec les classes de densité de 10 à 20 cm très élevées (figure 17). Certains arbres malgré leur grand diamètre (25 cm) ne résistent pas suite au passage des feux. Il ressort de ces résultats que les feux impactent négativement aussi bien sur la densité des peuplements que sur leur croissance en largeur et en hauteur. Ils contribuent de ce fait à la disparition progressive des formations forestières et au maintien des formations savanicoles.

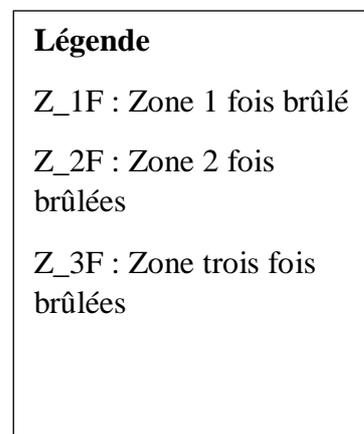
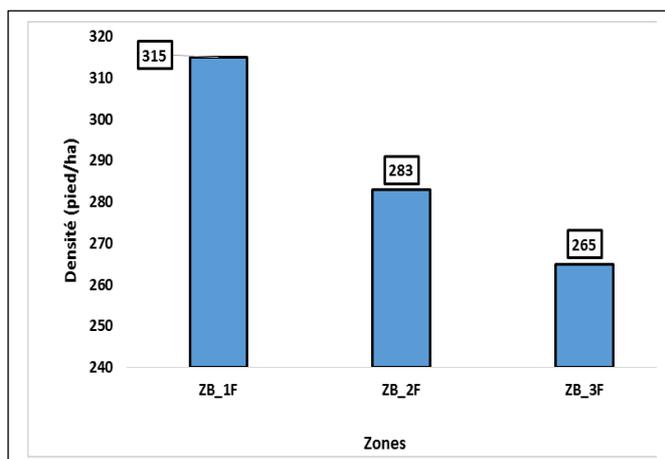


Figure 16: Densité du peuplement ligneux par zone.

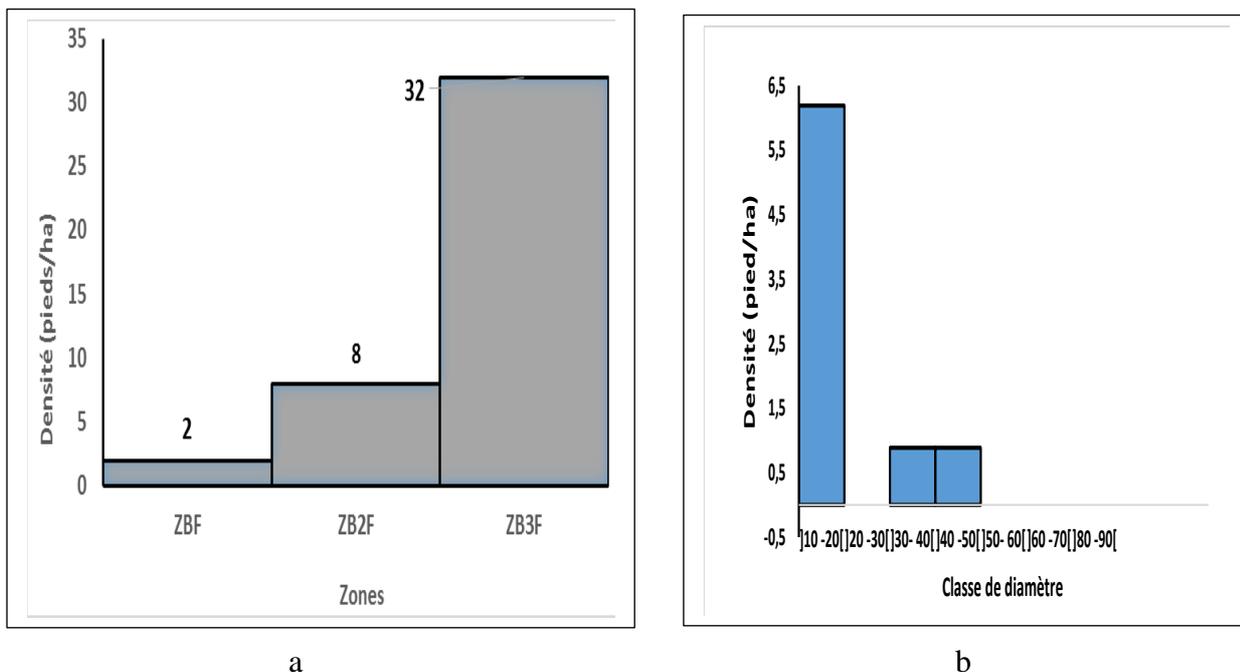
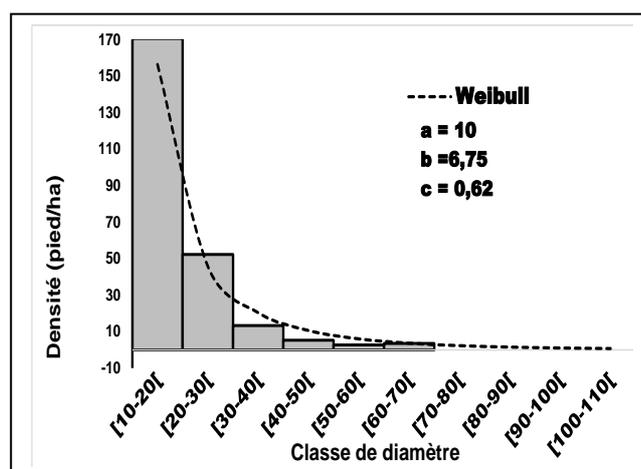
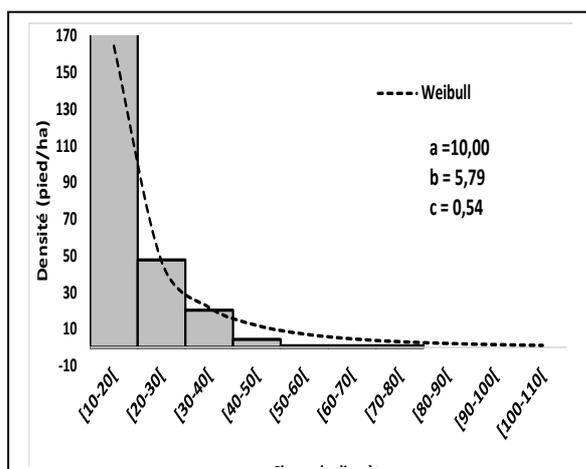


Figure 17: Densité de bois mort par zone (a) et densité par classe de hauteur (b)

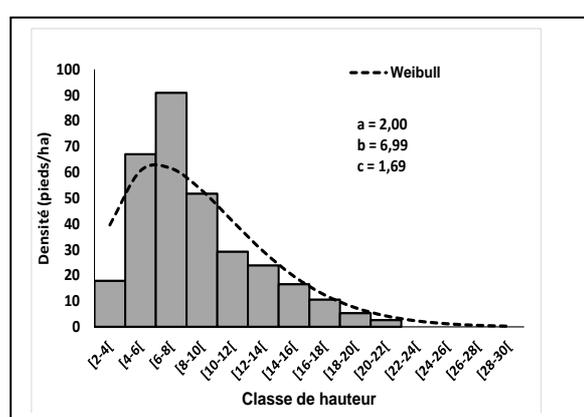
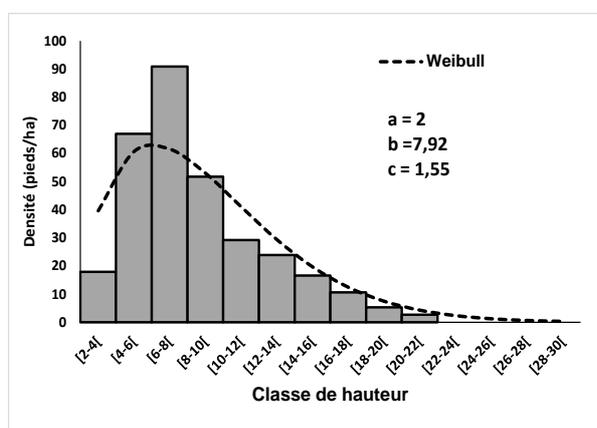
- **Structures démographiques des ligneux**

La distribution des individus ligneux par classe de diamètre donne une structure en « L » dans les deux zones avec un coefficient de forme de Weibull inférieur à un (figure 18). Ceci traduit une prédominance des jeunes individus dans les formations végétales des zones brûlées et non brûlées. Cependant, les individus de grand diamètre (diamètre supérieur 50) sont quasi absents dans les zones brûlées. Par contre ces classes sont représentées dans les zones non brûlées. Ces structures relèvent donc que les feux impactent négativement sur la croissance horizontales des individus ligneux.

La distribution ligneuse par classe de hauteur donne une allure en cloche. Cette allure en cloche est centrée sur les classes de 8 à 10 m dans les zones non brûlées tandis que dans les zones brûlées elle est centrée sur les classes de 4 à 6 m (figure 19). La comparaison des structures verticales montre que toutes les classes de hauteur sont bien représentées dans ZNB. Dans ces zones ; les formations sont relativement stables avec la présence de toutes les strates forestières notamment les strates arbustive ; arborée et arborescente. Par contre dans les zones régulièrement brûlées ; on retrouve essentiellement les individus des strates arbustives avec une faible densité de la strate arborescente. La structure en cloche centré sur les classes de 4 à 6 m observée dans ces zones brûlées met en évidence un peuplement jeune avec une forte densité arbustive. Ceci montre que les feux impactent négativement la croissance en hauteurs des ligneux.



a **b**
Figure 18: Structure par classe de diamètre de ZB(a) et de ZNB (b)



a **b**
Figure 19: Structure par classe de hauteur de ZB (a) de ZNB (b)

1-2-3- Impact sur la régénération

Les figures montrent des densités de régénération très forte 1700 pieds dans les zones brûlées.

Cependant dans les zones non brûlées ces densités sont faibles (442 pied/ha). On pourrait alors dire que les feux favorisent la régénération. En effet, pour certaines plantes qui passent leur période estivale sous forme de graines enfouillies dans le sol, le feu joue un rôle de levée de dormance et favorise ainsi leur germination.

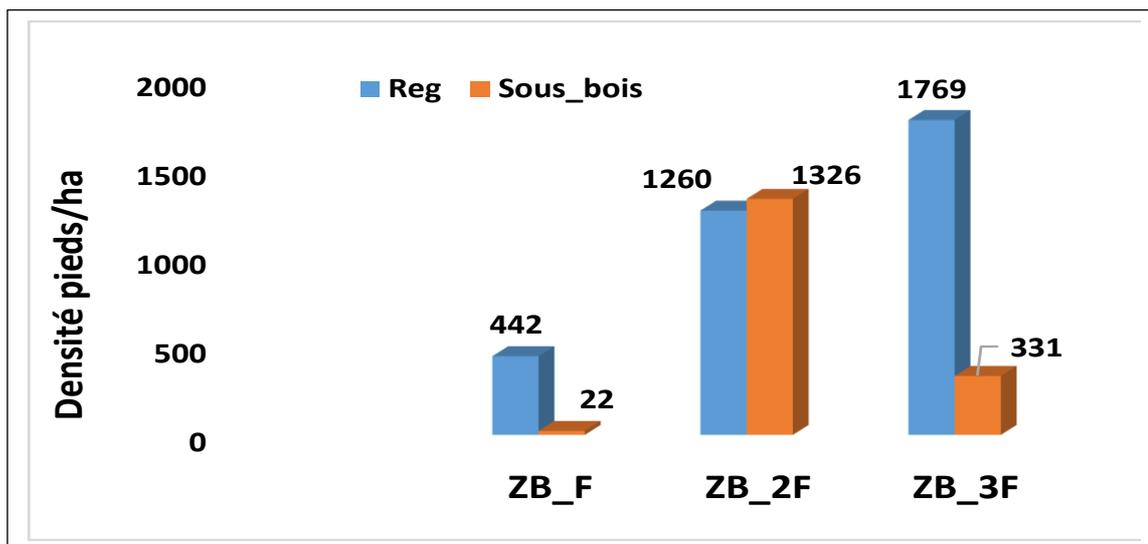


Figure 20: Densité de régénération par type de zone brûlée

1-2-4- Variation de la diversité floristique

Au total, il est recensé 53 espèces réparties dans 23 familles et dans trois types biologiques. Au niveau des parcelles des zones brûlées (3 fois et plus), on enregistre 16 espèces (tableau 1) contre 48 dans les zones non brûlées (une et deux fois). Soit près du triple de celles des ZB (figure 22). La faible diversité spécifique des ZB serait due à la non résistance de certaines espèces au feu. Ces dernières auraient disparues suite à l'effet des feux itératifs. Dans cette zone, il ne peut donc se développer que les espèces pyrophytes.

Les espèces ligneuses retrouvées dans les zones rarement brûlées (1 à 2 fois) ne sont pas totalement représentées dans les zones où les incendies sont répétitifs. Les incendies répétés (trois fois et plus), ont entraîné alors un appauvrissement de la flore forestière. Ceci est prouvé par les résultats de la figure 19 (a) ci-dessus où il est observé une quasi absence des individus dont les classes de diamètre sont (60-70 cm), une des caractéristiques de la strate arborescente.

Les familles les plus représentées dans lesdites zones sont respectivement : les Combretaceae, Caesalpinaceae et Euphorbiaceae, dans les ZB et les Sapotaceae, Combretaceae, Caesalpinaceae, Chrysobalanaceae dans les ZNB. Le taux de représentativité de diverses espèces diffère selon que l'on soit au niveau des ZB qu'au niveau des ZNB. Les Combretaceae représentent le tiers des espèces rencontrées dans les zones régulièrement brûlées. Elles semblent plus pyrophiles et présentent une tendance à croître plus facilement au niveau des zones régulièrement parcourues par les feux.

De cette analyse de la diversité sur les six saisons d'étude, il ressort que les feux itératifs ont favorisé le développement des Combretaceae au détriment d'autres familles de ligneux.

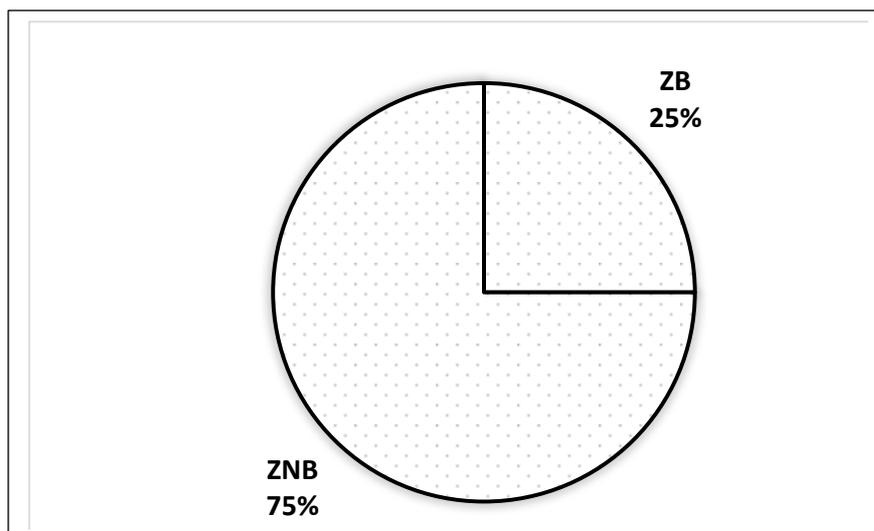


Figure 21:Proportion des espèces dans les zones brûlées.

Les types biologiques rencontrés majoritairement sont respectivement : microphanérophyte (mp) et therophyte (th) en ZB et nanophanérophyte (np), microphanérophyte (mp) et mesophanérophytes (Lmp) en ZNB. Il est à remarquer que les therophytes (th) ne se retrouvent pratiquement que dans les ZB. Ces résultats expliquent ici l'effet sélecteur du feu sur la diversité spécifique.

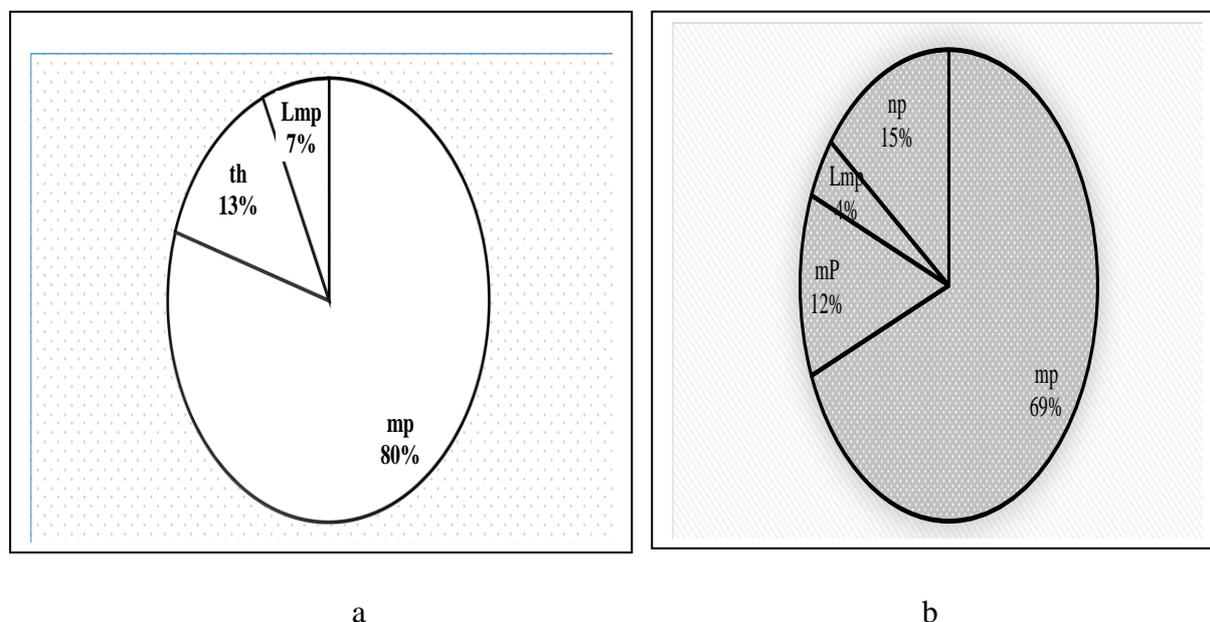


Figure 22:Fréquence des types biologiques par zone (a) ZB, (b) ZNB

mP = mésophanérophite,

mp = microphanérophyte,

np = nanophanérophite

Th = thérophite

Tableau 1:Liste des espèces recensées

Famille	Zone Brûlées 1 et 2 fois		Zone Brûlées 3 fois et plus	
	Espèce	Type Bio	Nom de l'espèce	Type Bio
ANACARDIACEAE	Lannea acida	mp		
	Acacia sieberiana	mp	Lannea acida	mp
	Lannea buettneri	mp		mp
ANNONACEAE	Hexabolus monopetalus	mp		mp
ARALIACEAE	Cussonia arborea	mp		mp
BOMBACACEAE	Bombax constatum	mp		mp
CAESALPINIACEAE	Afzelia africana	mP	Burkea africana	mp
	Allophylus africanus	mp	Isoberlinia doka	mp
	Anogeissus leocarpus	mP	Isoberlinia tomentora	mp
			Detarium microcorpus	mp
	pilliostigma thonningii	np		
	Daniellia olivera	mp		
CELASTRACEAE	Balanites aegyptiaca	mp	Maytenus senegalensis	mp
CHRYSOBALANACEAE	Crossopteryx febrifuga	mp	Maranthes polyendra	mp
	Hymenocardia acida	mp		
	Parinari curatollifolia	mp		
COMBRETACEAE	Isoberlinia doka	mP	Termilia laxiflora	mp
	Lannea buettneri	mp	Termilia mollis	mp
	Manilkara multinervis	mp	Combretum collinum	Lmp
			Combretum glutinosum	mp

Master GDT / CRA / 2015-2016

			Combretum molle	mp
			Pteleopsis suberosa	mp
DIPTEROCARPACEAE	Maranthes polyendra	mp	Monotes kertingii	mp
EBENACEAE	Diospgus mespiliformes	np		
EUPHORBIACEAE	Maytenus senegalensis	np	Bridelia ferruginea	th
	Hymenocardia acida	mp	Uapocca togoensis	mp
MELIACEAE	monotes kerstingii	mp		
	Pseudocedrela kotschyi	mp		
MIMOSACEAE	Parinari curatellifolia	mp		
	Parkia biglobasa	mp		
	Prosopis africana	mp		
	Entada africana	Lmp		
	Prosopus africana	mp		
MORACEAE	Fucus glumosa	np		
	Fucus ingens	np		
MYRTACEAE	Pericopsis laxiflora	mp		
PAPILIONACEAE	Pilliosigma thonningii	np		
	Pseudocedrela kotschyi	mp		
	Lonchocarpus cyanescens	Lmp		
	Pterocarpus erinaceus	mp		
RUBIACEAE	pteleopsis kerstingii	np		
	Crossopteryx febrifuga			

	fadogia agnestis			
	sarcocephallus latifolia	mP		
	Gardenia termifolia	mp		
SAPINDACEAE	Pteleopsis suberosa	mp		
	Syzygium guineense	mP	vitalaria paradoxa	mp
SAPOTACEAE	Vitelaria paradoxa	mp		
SIMAROUBACEA	hannoa undulata	mP		
STERCULIACEAE			sterculia setigera	mp
TILIACEAE	Grewia venusta	mp		
VERBENACEAE	Vitex doniana	mp		

1-3- Impacts sur les conditions socioéconomiques

1-3-1- Les causes des feux de brousse dans la préfecture

Selon tous les enquêtés les origines attribuées aux feux de brousse sont en grande partie liées aux types d'usages de feux par des populations rurales. Sur le tableau II, ces activités sont réalisées à diverses périodes de l'année avec une forte concentration en saison sèche.

Tableau 2:Calendriers des différents types d'usage usages en milieu rural et leur période de réalisation

Type d'usage de feux	Période de réalisation											
	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	juin	Jui	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Préparation des parcelles agricoles												
Brûlis des récoltes												
Chasse												
Renouveaulement du pâturage												

Fabrication du charbon de bois												
Cuisson des aliments au champ												
Fabrication du vin de palm												

- **Préparations des parcelles agricoles**

Tous les enquêtés ont identifié ce type d'usage de feux comme l'origine des feux de brousse dans la zone. En effet, pour réduire le temps et la pénibilité des travaux champêtres, les agriculteurs ont recours aux feux. Dans la préfecture, seuls quelques-uns des agriculteurs (10%) pratiquent l'agriculture sur brûlis. Ces défrichements des parcelles agricoles ont généralement lieu à la fin de la saison sèche. Cependant presque tous reconnaissent utiliser le feu pour brûler les récoltes. Ces derniers mal maîtrisés dévastent non seulement les parcelles à nettoyer mais également, des formations végétales environnantes.

- **Cuisson des aliments aux champs**

Les longues distances qui séparent les champs et les lieux d'habitation, amènent les paysans à camper dans les champs où pour leur alimentations installent les foyers de cuisson des aliments.

Ces feux de cuisson sont souvent oubliés sous le poids de la fatigue. Ils sont abandonnés sans être éteints et se propagent dans la végétation environnante à la faveur de la nuit, lorsque le vent se lève.

- **La Fabrication du charbon de bois**

La population rurale de la préfecture de Sotouboua utilise essentiellement le bois de chauffe et le charbon de bois comme source d'énergie. La fabrication du charbon de bois a eu lieu très souvent dans les forêts à tout moment de l'année. Pratiquée pendant les saisons sèches au cours desquelles la végétation est vulnérable au feu, cette pratique concourt à l'éclosion des feux de végétations.

- **Renouveau du pâturage**

La zone d'étude étant dominée par les exploitations agricoles, le pâturage est très limité.

Cependant, les bouviers peulhs transhumants à la recherche de pâturage mettent le feu à la végétation pour stimuler la régénération de la végétation herbeuse desséchée par la sécheresse.

- **La chasse**

La chasse est une pratique culturelle dans la zone. Ainsi à chaque saison sèche, de janvier à mars, la communauté rurale organise des chasses collectives. Ces derniers brûlent des brousses à la recherche de gibiers surtout les rongeurs (agoutis, rats, souris). Ces feux généralement sont abandonnés dans leur course incontrôlée à la tombée du jour et se propagent ardemment aux heures chaudes de la journée du lendemain.

1-3-2- Impacts sur les cultures

Environ 80% des enquêtés reconnaissent l'ampleur des dégâts causés par les feux de brousse. Les effets négatifs sont des dégâts directs causés par les feux de végétation incontrôlés, indépendamment de la période. La figure 23 a et b montrent le nombre d'hectare de culture détruits par les feux selon respectivement les enquêtes des ménages et auprès des autorités et administration locales. En effet, les premiers feux allumés en fin de saison des cultures surprennent, en plein champ, des cultures non encore récoltées ou en cours de récolte. Chaque année des grandes superficies de champs de sorgho, de mil, de niébé, de coton, d'anacarde, d'igname, etc. sont brûlées du fait des feux de brousse dans la zone.

En comparant les statistiques, on remarque que le nombre d'hectares des cultures détruit recueilli au niveau de la population en général est nettement supérieur aux chiffres enregistrés au niveau des structures administratives.

En réalité, la plupart du temps, les victimes ne disposent pas de moyens financiers pour mener les démarches de déclaration et trouvent le processus de dédommagement des services de l'action sociale trop long et parfois vain.

En général, les Services Forestiers ou les Brigades de Gendarmerie sont seulement informés des feux de végétation, objet de conflits, car, auteurs et victimes recourent plus souvent aux règles locales de gestion apaisée des contentieux. Les services de l'action sociale sont eux saisis dans le souci d'assister les victimes.

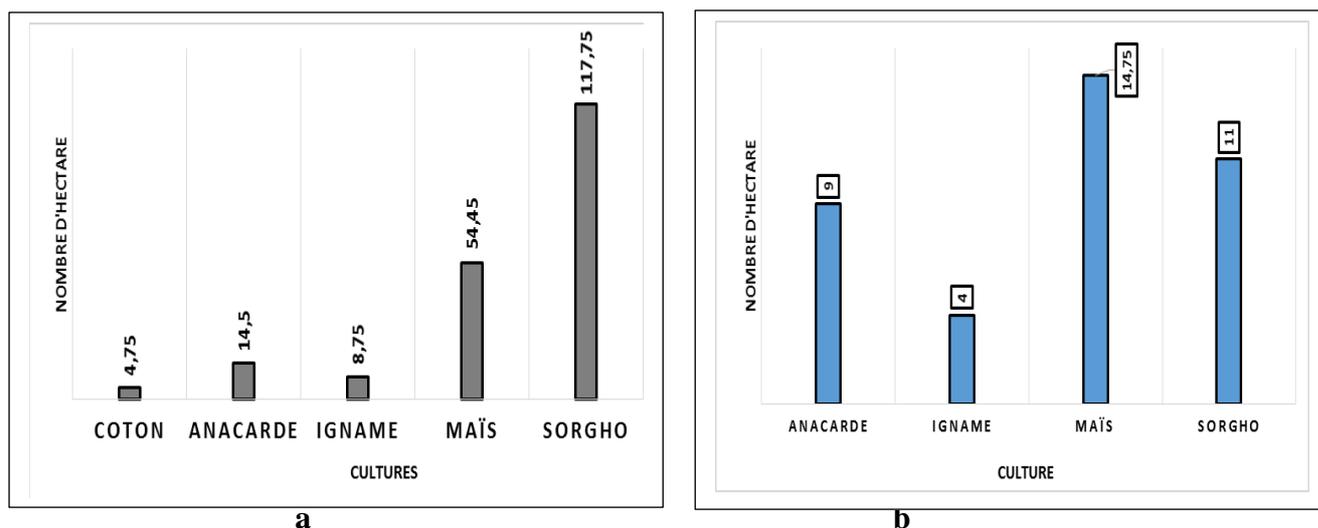


Figure 23: Nombre d'hectare de cultures brûlés au niveau des ménages (a) et au niveau de l'administration (b)

1-3-3- Les dégâts matériel et humain

Au cours des deux dernières années de la période d'analyse, les dégâts enregistrés sont surtout les incendies des abris et des biens matériels. Ce type d'incendie détruit outre les habitations, les biens durablement acquis par les paysans, tels que les bicyclettes et motocyclettes, des moulins à maïs (à Mélanboua), pour les hommes, les vaisselles et vêtements pour les femmes et les enfants.

Selon les chiffres des services de l'agriculture et de l'action sociale, le taux de dédommagement des dégâts dû aux feux s'élève à 5.000.000 CFA pour les deux dernières années. Au niveau de la population ces dégâts n'ont pas été évalués. Elle se contente de l'évaluation de l'administration locale qui ne dédommage que les cas déclarés.

1-4- Les techniques et stratégies de lutte contre les feux de brousse

Les diverses techniques et stratégies de lutte contre les feux de brousse pratiquées dans la zone sont décrites en annexe VIII. En effet selon les enquêtés toutes ces dernières sont consignées par les services déconcentrés du ministère de l'environnement et des ressources forestières notamment : les directions préfectorale de l'environnement et de l'ODEF. Leur mise en place se fait à des périodes précises sous la supervision desdits services (tableau 3).

Ces diverses techniques et stratégies sont classées en deux catégories :

- La prévention qui a pour objectif d'empêcher la naissance éventuelle d'un feu ou au cas où il serait né de freiner sa propagation. Elle consiste premièrement à agir sur les agents capables de mettre le feu en forêt par l'information, l'éducation, la sensibilisation et parfois

au besoin la répression. Deuxièmement à agir sur l'état de la forêt par la mise à feu précoces de ces dernières et par l'ouverture de pare-feu.

- **L'intervention** qui nécessite une bonne organisation, des moyens, une connaissance des notions de pyrologie et une maîtrise des techniques de combat. Elle a pour but d'éteindre les foyers d'incendie qui se déclarent et son efficacité est fonction de la promptitude de l'alerte, de la rapidité de l'intervention et du succès de la suppression.

Tableau 3:Liste des diverses techniques de lutte contre les feux de brousse

Nom de la technique	Période de la réalisation	Responsables
Réalisation des par feux		-Gestionnaires de parcs -Propriétaires des plantations et
Nettoyage des plantations	Tout moment	Propriétaires des plantations
feux précoce de protection	Octobre à Décembre	Paysans et administration locale
Ramassage des feuilles mortes dans la plantation	Tout moment	Propriétaires des plantations
Lois ou Interdits	Tout moment	Autorités administratives
Sensibilisation	Début saison sèche	-Administration - Comité anti-feu

II- Discussions

2-1- Caractéristiques de la dynamique des feux de brousse

Le nombre élevé des spots de feux actifs détectés au cours de la période d'analyse fait de la zone d'étude une zone exceptionnelle quant à l'occurrence des feux.

En effet, couvert dans sa majeure partie (80%) par le Parc, la préfecture de Sotouboua est l'un des hots spots qu'enregistre chaque année le pays. Cette accentuation du risque de feu de végétation en durée et en intensité peut s'expliquer non seulement par la présence permanente de la matière à consumer mais aussi par l'accentuation des dérèglements climatiques au niveau global et local sur la dynamique des écosystèmes forestiers par le renforcement des facteurs d'éclosion et de propagation des formations végétales jadis moins exposées aux feux comme les forêts

claires et galeries forestières deviennent de plus en plus vulnérables, renforçant ainsi les interfaces homme/feu/forêt, sources d'éclosion et de propagation des feux. Cette observation locale de la dynamique des feux est similaire à celle d'Afelu *et al.*, (2015) qui a noté un maintien à un niveau extrême des feux actifs détectés au niveau national depuis 2012.

L'analyse de la période de recrudescence des feux montre deux types distincts de feux : feux précoces qui surviennent d'octobre à décembre, font plus de 70% des feux annuels de la zone et les feux tardifs, ceux de janvier à mars, moins de 20%. Ces résultats prouvent que la pratique des feux précoces est ancrée désormais dans les habitudes de la communauté locale grâce aux campagnes de sensibilisation organisées chaque année par les structures en charge de la thématique. Cette sensibilisation met l'accent sur le respect des dates retenues pour la mise à feu selon les réalités éco-climatiques mais également aux techniques les plus appropriées pour mener à bien cette pratique.

Le nombre des zones successivement brûlées pendant les mois de janvier, février, et mars (48 contre 640 en décembre) observée dans cette étude est très faible. Cette situation peut être expliquée par le fait qu'après un feu tardif catastrophique qui a décimé toute la biomasse combustible une première année, l'écosystème aurait mis beaucoup plus du temps pour reconstituer la biomasse combustible suffisante pour une deuxième phase de feux. Cependant le nombre élevé de ces dites zones pendant les mois d'octobre, novembre et décembre peut être expliqué par le fait que les feux précoces survenant dès les débuts de la saison sèche, au moment où la strate herbacée garde encore un certain taux d'humidité ne détruisent pas totalement la strate herbacée. Ils ne consomment que la litière étouffante à la germination favorisant ainsi une repousse rapide des nouvelles herbes, stock nouveau de la matière à consumer la saison des feux suivante.

Les feux tardifs réduisent donc fortement la germination par son effet de réduction du stock de semence et sur la mortalité des plantules et les feux précoces, eux favorisent une abondante production de combustible après chaque saison des pluies.

Ces résultats corroborent ceux de Schmitz *et al.* (1996) qui affirmait que le feu précoce en brûlant les houppiers des arbres favoriserait des repousses de branches encore plus importantes augmentant ainsi le taux de couverture.

En spécifiant ces effets par rapport aux régimes de feu, N'dri (2011) avait relevé que la vitesse de repousse de la strate herbacée est plus importante après le feu précoce qu'après le feu tardif. Abordant dans le même sens, Brookman-Amissah *et al.*, (1980) cité par Afelu *et al.*, (2015), constataient que les zones fréquentées par les incendies présentent une plus grande productivité de la strate herbacée au niveau des sites de feu précoces. Les travaux de Louppe *et al.*, (1995) dans une zone soudano guinéenne pré-forestière de la Côte d'Ivoire montrent que le nombre d'individus est

plus important dans les zones à feux précoces que les zones à feu tardif. Par contre, Monnier (1968) et Gillon (1970) cité par Afelu *et al.*, (2015) avaient trouvé que la repousse des herbes est plus importante plutôt après le feu tardif qu'après celui de la mi-saison. L'effet des feux de brousse sur la végétation dépend alors de la période d'occurrence des incendies.

2-2- Types de formation végétale impactée

L'analyse croisée de la localisation des feux actifs, de la distribution des superficies brûlées et de l'occupation au sol des différentes formations végétales (savanes et forêts) a permis de dégager l'information selon laquelle les feux de végétation concernent essentiellement que les savanes, formations végétales ouvertes, à tapis herbacé continu et de ce fait, plus exposées aux feux. En plus la forte représentativité des espèces savanicole telle que les Chrysobalanaceae dans les ZB obtenue par l'analyse des données dendrométriques confirme bien cette information des données satellitaires. 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 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 et la forte proportion de 93% au niveau des savanes. Grégoire *et al.*, (2003) affirmaient que le passage du feu permet de maintenir ou d'entretenir les savanes. D'autres auteurs (Koffi *et al.*, 1995) ont constaté après un suivi de la dynamique des feux sur quatre années en Afrique centrale, que l'écosystème le plus exposé est la savane tropicale dès que le contexte climatique est propice aux éclosions de feux.

Cette analyse est quelques fois inversée pour retenir que c'est le type de végétation qui influence le régime de feu. Cette entrée permet de justifier les raisons pour lesquelles, les formations fermées (forêts, forêts galerie, etc.) ne connaissent pas beaucoup de feux de brousse à cause de la quasi absence de strate herbacée. La question est de savoir si l'état actuel des savanes explique l'occurrence des feux ou c'est à cause des feux qu'on a la structure actuelle des savanes?

2-3- Impact sur les structures végétales

La densité des individus au niveau des ZNB est supérieure à celle des ZB. Et dans ces mêmes ZB, la fréquence relative des individus dans les classes de hauteur s'ajuste à une courbe en cloche avec majoritairement les individus de classe de 4 à 6 cm. La strate arborescente (diamètre ≥ 15 cm) est quasi absente. L'information ressortie de ces résultats est que dans les ZB, la structure végétale est en forme L colonisés essentiellement par les individus jeunes. En effet, les plantes subissant un

ralentissement de leur développement sans cesse, sous l'effet perturbateur du feu, atteignent rarement la maturité. C'est pourquoi leurs hauteurs ainsi que leurs diamètres sont moins développés. Cependant au niveau des ZNB, on rencontre toutes les strates d'une formation forestière. Ces résultats permettent d'affirmer que l'absence du feu favorise, en l'absence d'autres contraintes sur le milieu, la reconstruction rapide du couvert végétal. Cette reconstitution va de pair avec la mise en place d'arbres de gros diamètres (> 40 cm de DBH) observée dans cette étude. Ces résultats sont similaires à ceux de Brookman-Amisshah *et al.*, (1980) cité par Afelu *et al.*, (2015), qui montraient que la densité des arbres dans les sites protégés contre le feu peut être de 4 fois supérieure à celle des zones où l'on pratique des feux précoces et de 6 fois au niveau des zones parcourues par les feux tardifs. Bertrand, (2007) montrait aussi que la densité des arbres a passée de 894 au niveau des placettes « 0 à 2 feux » à 389 dans les placettes « 3 feux et plus ». Dans la même logique Bouxin (1975) cité par Afelu *et al.*, (2015), compare les courbes de circonférences des troncs dans différents régimes de feu et conclut un disfonctionnement de la structure des grands arbres sur les sites fréquemment brûlés. Au niveau des sites préservés du feu, la fréquence relative des individus dans les classes de diamètre s'ajuste à une courbe hyperbolique, montrant une décroissance régulière (courbe en J renversé). Les feux répétitifs appliqués à une forêt conduiraient de ce fait à la disparition de cette dernière au profit de la savane.

2-4- Impact sur la diversité spécifique

Pour l'inventaire floristique, le nombre d'espèces recensées dans diverses zones brûlées est donné dans le tableau 1. Les résultats montrent un net appauvrissement de la flore des ZB par rapport à celle des ZNB. Le nombre d'individus dans les ZNB est quatre fois supérieur à celui des ZB et le nombre des espèces est trois inférieurs dans les ZB que dans les ZNB. En effet, la fréquence des feux détruit rapidement les perchis favorisant ainsi, le développement des rejets de souche. Ils réduisent également la germination par leur effet de réduction du stock de semence et sur la mortalité des plantules. C'est ce qui explique le faible taux d'individus rencontré au niveau des ZB. Ces résultats montrent l'impact négatif des feux sur la diversité biologique de ces milieux. Les feux non seulement sélectionnent les espèces qui ont une certaine résistance (théropytes) au feu mais aussi appauvrissent les écosystèmes où ils parcourent régulièrement en spécificité. Louppe *et al.*, (1995) notaient dans une zone soudano guinéenne pré-forestière de la Côte d'Ivoire, qu'il y a 6 fois moins d'espèces et 36 fois moins d'individus sur une surface terrière réduite des 9/10^{ème} entre les sites parcourus par des feux et les sites intégralement protégés. Abordant dans le même sens, sur la diversité spécifique, Brookman-Amisshah *et al.*, (1980) cité par Afelu *et al.*, (2015), montraient des résultats de différents régimes de feu ; le nombre d'espèces apparues dans la parcelle de protection intégrale est de 21 espèces contre 3 pour les feux précoces et une seule pour

les feux tardifs pour la même durée d'observation (1950-1977). Toujours dans la même logique Bertrand (2007) constatait une plus grande diversité d'essences forestières sur les placettes non brûlées de l'ordre de 350 à 388 ind./ha) contre 159 ind./ha sur les placettes parcourues par le feu.

2-5- Impact sur la régénération

La forte densité de régénération plus de 1700 pieds/ha des ZB observé dans cette étude confirme le rôle de levée de dormance que joue le feu sur certaines espèces végétales. Cette régénération est favorisée par l'ouverture du couvert végétal et la disparition de la couche épaisse de litière observée avant le feu, ce qui a entraîné une meilleure pénétration de la lumière jusqu'au sol.

En réalité, comme l'a montré Keeley et Zedler, (1978); Pausas *et al.*, (2004) cités par Alvarado, (2012), les espèces végétales peuvent résister grâce à deux mécanismes principaux : la régénération végétative (rejets de souche) et le recrutement de nouveaux individus à partir de la banque de graines résistantes au feu. C'est ce qui explique la forte densité de régénération observée dans ce travail. Le même constat a été fait par Bertrand (2007), au niveau du massif des Maures en France où l'inventaire donnait 13 bouquets de régénération par hectare dans les ZNB et 434/ha au niveau des ZB. D'autres travaux ont conclu que l'augmentation de la température, simulée en laboratoire par l'exposition à la chaleur sèche, et la fumée résultant de la combustion, ou leur incinération, peuvent lever la dormance des graines et stimuler la germination des espèces ligneuses ainsi que les herbacées (Dayamba *et al.*, 2010).

2-6- Impacte sur les moyens de subsistance des populations

Les origines des feux de brousse dans la préfecture sont liées aux types d'usage du feu par la population.

Selon la perception des paysans enquêtés, les brûlis des récoltes et des parcelles de cultures réduisent la pénibilité du travail qu'induit le désherbage. Ainsi pour gagner en temps, se fatiguer le moins possible et aussi économiser financièrement, les paysans font recours aux feux. Cette perception des personnes enquêtées concorde avec les résultats obtenus de l'enquête réalisée auprès des populations rurales de Ranch de Gibier de Nazinga au sud du Burkina Faso par Adaoubou *et al.*, (2004). Les mêmes résultats sont obtenus par N'zue, (2013) après une enquête auprès des populations du département de Zuénoula en Côte d'Ivoire.

La majorité des enquêtés reconnaissent l'ampleur des dégâts causés par les feux de brousse. Les effets négatifs sont des dégâts directs causés par les feux de végétation incontrôlés. La différence du taux des cultures perdues entre les données de l'administration locale et ceux de la communauté s'explique par le fait que toutes les pertes dues aux feux ne sont déclarées. En réalité, la plupart du

temps, les victimes ne disposent pas de moyens financiers pour mener les démarches de déclaration et trouvent le processus de dédommagement des services de l'action sociale trop long et parfois vain. En général, les Services Forestiers ou les Brigades de Gendarmerie sont seulement informés des feux de végétation, objet de conflits, car, auteurs et victimes recourent plus souvent aux règles locales de gestion apaisée des contentieux. Les services de l'action sociale sont eux saisi dans le souci d'assister les victimes.

Ces enquêtes menées auprès des ménages et de l'administration locale, a permis de relater diverses méthodes et techniques pratiquées dans la préfecture en matière de lutte contre les feux de brousse. Il est à noter que la réglementation en la matière n'est toujours pas bien perçue par la communauté rurale. Mais la pratique des feux précoces est rentrée dans les habitudes de cette population grâce à la sensibilisation. Cette sensibilisation se fait par le service forestier et les comités anti-feu dès le début du mois d'octobre. La répression n'a presque jamais lieu car, le plus souvent les auteurs des feux criminels ne sont pas identifiés.

Conclusion partielle

En conclusion, les impacts des feux de brousse peuvent varier en fonction du régime du feu et de sa fréquence. L'action des feux sur le milieu est multiple, outre les modifications sur la structure et la composition de la végétation, les feux entraînent une perte énorme de la biomasse. Cette perte réduit la quantité du carbone séquestré, provoque un dégagement des gaz à effet de serre. Les feux entraînent aussi une destruction des moyens de subsistances des populations qui enregistrent d'énormes dégâts lors des passages des feux incontrôlés.

Conclusion générale

Il est reconnu scientifiquement que les feux de brousse constituent l'un des facteurs de la régression surfacique des forêts et aussi une source d'émission des GES. Afin de pallier à ce problème, la prévention et la gestion de ces derniers deviennent alors impératives. Les résultats de cette étude montrent que le risque de feux de brousse demeure élevé et généralisé à une bonne partie de la préfecture. Les savanes sont les formations végétales les plus sujettes aux feux par rapport aux forêts. Le Park, refuge par excellence de conservation in situ de la biodiversité, en est le plus exposé. On y remarque une prédominance des feux précoces qui ont lieu juste en fin de saison des pluies, au moment où la strate herbacée garde encore un certain taux d'humidité. Ces types de feux ne détruisent pas totalement la strate herbacée et ont peu d'impacts sur la strate ligneuse. Ces aspects font que ces types de feux sont recommandés, sous contrôle, à l'aménagement des espaces forestiers et pastoraux. Il faut toutefois noter que le choix de la période optimale pour mettre ces feux précoces

est un exercice délicat du fait de la rapide sénescence de la strate herbacée à la fin des pluies. L'assèchement rapide de la couche herbacée fait que la période idoine pour les feux précoces est très court et est souvent perdue par manque de moyens d'observation. Les feux tardifs n'en demeurent pas moins nombreux et sont néfastes pour la végétation, d'autant plus qu'ils surviennent à une période de stress pour celle-ci. Ces feux s'ils sont répétitifs comme la montre les divers résultats de cette étude appauvrissent les écosystèmes en biomasse ligneuse nécessaire à la séquestration du carbone, ainsi qu'aux besoins des populations humaines et animales. Aussi, en jouant un rôle sélectif des espèces, les feux contribuent à l'érosion de la biodiversité par l'envahissement des formations par les espèces pyrotolérantes au détriment des autres espèces moins tolérantes aux feux.

Au regard de résultats et analyse de cette étude, il ressort que :

- la nécessité du suivi des feux est incontournable pour une organisation pratique de l'alerte précoce dans la prévention et la gestion des feux.
- la protection des écosystèmes forestiers dans un contexte de changement climatique, de gestion durable de la biodiversité, de sécurité alimentaire et de lutte contre la pauvreté apparaît alors nécessaire.

Pour ce faire, l'étude recommande :

- la mise en place, la sécurisation et le suivi à long terme (10 ans et plus) de parcelles permanentes pour avoir les données réelles du terrain afin d'améliorer les connaissances sur la dynamique des feux et leurs impacts sur la structure, la diversité et la production végétale des écosystèmes forestiers ;
- d'opter pour la valorisation de la biomasse en bioénergie, écoconstruction, ou à d'autres fins utiles, pour éviter sa perte par des feux ;
- Le suivi de la mise en place des techniques de lutte contre les feux par les spécialistes que les forestiers.

Référence bibliographique

Adouabou A. B., Gallardo J., Gutierrez A. R. et Sanou L., 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. Mémoire de DESS en Aménagement Intégré des Territoires. Université Paul Sabatier de Toulouse, France, 37 p.

Afelu B., Djongon K. A., et Kokou K., 2015 : Dynamique spatiotemporelle des feux de végétation au Togo, Afrique de l'Ouest, European Scientific Journal, ISSN:1857-7881-7431, 39 p.

AGRHYMET, 2015 : Suivi des feux actifs en Afrique de l'ouest, Bulletin de veille environnementale, 3, 6 p.

AGRHYMET, 2016 : Suivi des feux actifs en Afrique de l'ouest, Bulletin de veille environnementale, 1, 6 p.

Alvarado S. T., 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 bojeri*) du massif d'Ibity, Nouvelle Aire Protégée, en vue de sa gestion durable. Thèse en Biologie et d'Ecologie Végétales à l'Université d'Antananarivo, Madagascar, 222 p.

Amani I., 2010 : Caractérisation des peuplements de principales essences productrices de gomme dans différentes conditions stationnelles de la commune de Torodi (Niger). Thèse en Sciences et Technologies. Université Sciences et Technologies Houari Boumediene. (USTHB), 175 p.

ANCR/GEM, 2007 : Bilan de la mise en œuvre de la convention-cadre des nations unies sur les changements climatiques au Togo et identification des besoins prioritaires en renforcement de capacités, 99 p.

Badayodi T., 2009 : Etude du cadre relationnel de la gestion participative du complexe forestier Eto_Lili au Togo. Mémoire de DESS en aménagement et gestion intégrée des forêts et territoires tropicaux. Ecole régionale postuniversitaire d'aménagement et gestion intégrée des forêts et territoires tropicaux (RAIFT). Université de Kinshasa, RDC, 65p.

Baloukou F. K., 2011 : Gestion durable des forêts : proposition d'outils participatifs pour la restauration des forêts classées dégradées de Tchila-Monota et d'Amou-Mono au Togo. Mémoire pour l'obtention du Master en Développement de l'Université Senghor Département Environnement Spécialité « Gestion de l'environnement » en Egypte, 89 p.

Bane-Ena, W., 2007 : Pratiques culturelles exogènes et menace de la biodiversité en Afrique subsaharienne : cas du Togo, Mémoire de DEA, Sociologie, Université de Lomé, 78 p.

Bertrand R., 2007 : Etude de l'impact du régime d'incendie sur la végétation et le chêne-liège (*Quercus suber*) en Provence siliceuse: mortalité, capacité de régénération et morphologie.

Mémoire de Mastère spécialisé « Forêt, Nature et Société », l'ENGREF, France, 95 p.

Bonou W., Glèlè K. R., ASSOGBADJO A. E. et B. SINSIN, 2009 : Forest Ecology Management, doi : 10.1016/j. foreco. 05.032, 18 p.

Bruzon V., 1994 : Les pratiques du feu en Afrique subhumide, exemple des milieux savanicoles de la Centrafrique et de la Côte d'Ivoire», in Blanc Pamard Ch., BoutraisJ., A la croisée des chemins, Paris, ORSTOM, 147-163.

Caillault S., Ballouch A. et Delahaye D., 2013: Organisation spatio-temporelle des feux de brousse : Approche comparative au Burkina Faso. Revue Géographique de l'Est, vol. 53 / 1-2 | 2013, mis en ligne le 21 septembre 2013, consulté le 14 mai 2016. URL : <http://rge.revues.org/4598>.

CÉSAR J., 1992 : La production biologique des savanes de Côte d'Ivoire et son utilisation par l'homme: biomasse, valeur pastorale et production fourragère. Maisons-Alfort : CIRAD-IEMVT, thèse, université Pierre et Marie Curie, Paris, 671 p.

CCMF, 2004 : Stratégie Canadienne en matière de feux de forêt : Synthèses de fond, analyses et perspectives, 125p.

CCR, Ispra, IRD, DPF et Koudougou, 2003 : Caractérisation de la dynamique des feux et de l'évolution du couvert végétal dans le Parc du W, mission d'expertise pour l'étude des feux de brousse et leur utilisation dans le cadre d'une gestion raisonnée des aires protégées du Complexe WAP ,Burkina Faso, Bénin et Niger, 45p

CEMAGREF, 2006 : Forest Focus, Info DFCI, Bulletin du centre de Documentation Forêt Méditerranéenne et Incendie, CEMAGREF, 57,1-3.

Chazeau J., Bonnet L. de Larbogne, Potiaroa T.: Altération de la diversité faunistique dans un milieu dégradé par le feu: cas de la forêt sclérophylle. Laboratoire de Botanique et d'Écologie Végétale Centre ORSTOM de Nouméa - BP A5 98848 Cedex- Nouvelle-Calédonie, 23 p.

Cheney N. P., 1990 : Gestion actuelle des incendies de forêts en Australie, Principal Research Scientist csiro bushfire research unit, PO Box 4008 Queen Victoria Terrace CANBERRA ACT 2600 AUSTRALIE, Rev. For. Fr. XLII - n° sp.

CSE, 2010: Suivi des feux de brousse (2010-2011) à partir de l'imagerie MODIS, Bulletin de veille environnementale, 10 p.

Master GDT / CRA / 2015-2016

Dayamba S.D., Sawadogo L., Tigabu M., Savadogo P., Zida D., Tiveau D. et Oden P.C., 2010 : Effects of aqueous smoke solutions and heat on seed germination of herbaceous species of the Sudanian savanna-woodland in Burkina Faso. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 205, 319–325.

DCN, 2010 : Deuxième Communication Nationale sur les changements climatiques

Dembele F., Masse D. et Yossi H., 1997 : Rôle des feux de brousse sur la dynamique des adventices et sur la qualité des sols au cours des premières années de jachère dans les régions soudaniennes du Mali. *In* Amélioration et gestion de la jachère en Afrique de l'ouest Floret C. et Pontanier R. Sénégal, Dakar, pp 22-4.

Diop A.T., 2007 : Dynamique écologique et évolution des pratiques dans la zone sylvopastorale du Sénégal: perspectives pour un développement durable, Presse nationales, 190 p. [En ligne] URL : <http://www.ucad.sn/informations>. Consulté le 15 Novembre 201.

Dolidon H., 2005 : La multiplicité des échelles dans l'analyse d'un phénomène d'interface nature/société. L'exemple des feux de brousse en Afrique de l'ouest, *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Environnement, Nature, Paysage, document 363, mis en ligne le 08 mars 2007, consulté le 18 mai 2016. URL : <http://cybergeo.revues.org/4805> ; DOI : 10.4000/cybergeo.4805

Dugast S.T., 2008 : Incendies rituels et bois sacrés en Afrique de l'Ouest : une complémentarité méconnue, *Bois et Forêts des Tropiques*, 296 (2) : 17-26.

Dumas P, Toussaint, Herrenschmidt J.B., Conte A. 2013: Le risque de feux de brousse sur la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie: l'Homme responsable, mais pas coupable, *Revue Géographique de l'Est* vol. 53 / 1-2, 20 p.

FAO, 2007. Rapport d'activités sur le site www.fao.org.

Fondation franz Weber, 2013 : Rapport d'Inventaire faunique et forestier, études écologiques et cartographiques du parc national de fazao-malfakassa, 96p.

Fournier A. et Yaméogo U., 2009 : Pourquoi et comment utiliser le feu comme outil de gestion en savane ? *In* TRIPLET P. Manuel de gestion des aires protégées d'Afrique francophone, Orléans, Awely, 509-514.

Fourniera, 1991 : Phénologie, croissance et production végétales dans quelques savanes d'Afrique de l'Ouest. Variation selon un gradient climatique. Paris, Éditions de l'ORSTOM, études et thèses, 312p.

FRA/FAO, 2010 : Evaluation des ressources forestières mondiales 2010 Rapport principal, étude, FAO forest. URL www.fao.org.

GIEC, 2007 : Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Genève, Suisse, 103 p.

Giglio L., Desloîtres, J., Justice, C. O., et Kaufman, Y., 2003: An enhanced contextual fire detection algorithm for MODIS. *Remote Sensing of Environment*, (87), 273-282 p.

Grégoire J-M., Fournier A., Eva1 H. et Sawadogo L., 200 : Caractérisation de la dynamique des feux et de l'évolution du couvert dans le Parc du W : Burkina Faso, Bénin et Niger. Mission d'expertise pour l'étude des feux de brousse et leur utilisation dans le cadre d'une gestion raisonnée des aires protégées du Complexe WAP, 65p.

Hessas N., 2005 : Evaluation cartographique et évolution diachronique par télédétection du risque incendie de forêt. Simulation de la propagation du feu dans le bassin versant du Paillon, Nice, Alpes Maritimes pour l'obtention du Doctorat de l'Université Joseph Fourier Discipline : Géographie Physique. Université Grenoble i – joseph Fourier institut de géographie alpine, France, 440p.

Hantson S., M., Padilla, C., et Dante, E., C., 2013: Strengths and weaknesses of MODIS hotspots to characterize global fire occurrence, *Remote Sensing of Environment*, (131), 152-159.

Jaffré T., Veilwn J.M., Rigaul F., Dagostlni G., 1997: Impact des feux de brousse sur la flore et les groupements végétaux de Nouvelle-Calédonie. Laboratoire de Botanique et d'Écologie Végétale Centre ORSTOM de Nouméa - BP A5 98848 Cedex- NOUVELLE-CALÉDONIE 50 p

JRC-UE., 2005: Les feux dans l'interface agriculture foresterie. [FAO.org ftp.fao.org/docrepFao](http://FAO.org) meeting consulté le 22 juillet 2016.

Kana E.C., Etouna J.E., 1993 : Apport de trois méthodes de détection des surfaces brûlées par imagerie Landsat ETM+ : application au contact forêt- savane du Cameroun, *Cybergeog*, European Journal of Geography [En ligne], <http://cybergeog.revues.org/2711>, consulté le 08 août 2016.

Koffi B., Grégoire J.-M., Mahé G. et Lacaux J.-P., 1995: Remote sensing of bush fire dynamics in Central Africa from 1984 to 1988: analysis in relation to regional vegetation and pluviometric patterns, *Atmospheric Research*, 39, (1-3), 179-200.

Kokou K., Nuto Y. et Atsri H., 2009: Impact of charcoal production on woody plant species in West Africa: A case study in Togo. *Scientific Research and Essay*, 4 (8), 16 p.

Louppe D. et Olivier R., 2004 : Impacts des feux annuels sur la végétation et les sols des savanes du centre de la Côte d'Ivoire. Cirad-forêt, Montpellier, France. 16p.

MAEP, 2009 : Programme National d'Investissement Agricole et de Sécurité Alimentaire, Plan d'opérations, 28 p.

Mangeas M., 2013: Le risque de feux de brousse sur la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie, l'Homme responsable, mais pas coupable, Revue Géographique de l'Est [En ligne], vol. 53 / 1-2 | 2013, mis en ligne le 21 septembre 2013, consulté le 14 mai 2016. URL : <http://rge.revues.org/4598>

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. Antananarivo, Madagascar, 114p.

Meddour-Sahar O., Meddour R., Derridj A., 2011 : Les facteurs favorables aux incendies de forêts en région méditerranéenne, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques Université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou, Revue Campus N°17, 9p.

Mbow C., 2000 : étude des caractéristiques spatio-temporelles des feux de brousse et de leur relation avec la végétation dans le parc national du niokolo koba, Doctorat de troisième cycle en sciences de l'environnement. Université Cheick Anta Diop de Dakar Sénégal. 139 p.

MERF, 2010 : Stratégie nationale de gestion des feux de végétation du Togo, Programme de Renforcement de Capacité pour la Gestion de l'Environnement, 133 p.

MERF, 2014 : Stratégie nationale et plan d'actions pour la biodiversité au Togo (SPANB 2011-2020). Rapport final, CDB, GEF, UNEP. (2014) 175 p.

MERF, 2015 : Troisième communication nationale sur les changements climatiques, Préparation du premier rapport biennal actualisé à la Conférence des Parties de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, 27 p.

MERF, 2016 : Résumé rapport Inventaire forestier national, 8 p.

MEEF-DCV, 2005 : Manuel de prévention et de sensibilisation, 8 p.

MERF, 2009 a : Stratégie Nationale de Réduction des Risques de Catastrophes (SNRRC), 82 p.

MERF, 2009b : Programme d'action national d'Adaptation aux changements climatiques, 112 p.

MERF, 2011a: Plan d'Action Forestier National (PAFN), 172 p.

MERF, 2011b: politique forestière-Togo, 67p.

MINENVEF- République de Madagascar, JICA. 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, 114 p.

MPDAT, 2010 : Monographie de la préfecture de Sotouboua, 53p

N'zue k. A. 2013 : Apport de la télédétection dans la protection durable des cultures et de l'environnement: suivi des feux actifs en côte d'ivoire. Mémoire pour l'obtention du master II en protection durable des cultures et de l'environnement, AGHRYMET, Niger. 72 p.

N'dri A. B., 2011. Interaction termite-feu et dynamique de la végétation en savane (Lamto, Côte d'Ivoire). Thèse de doctorat. Université Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire ,177p.

N'dri, A.B., J., Gignoux, A., Dembele, S., Konate, 2011 : Impact du régime du feu sur la dynamique de la végétation en savane humide d'Afrique de l'Ouest (Lamto, moyenne Côte d'Ivoire), Présentation Atelier RIPIECSA, 17 Cotonou, Bénin, 16-18 octobre 2011.

OIBT, 2011 : Mission d'appui au gouvernement du Togo en vue d'atteindre l'objectif 2000 de l'OIBT dans le cadre de la gestion durable des forêts.

Opha P.D., 2009: Linking fire and climate: interactions with land use, vegetation, and soil. Current Opinion in Environmental Sustainability, 1, (2), 161-169.

Peter G., 2003: Origines, impacts, effets et maîtrise du feu dans les zones boisées d'Afrique Australe, Institute of Environmental Studies, Université du Zimbabwe, P.O. Box MP 167, Mount Pleasant, Harare, Zimbabwe. www.Fao.org « docrep »

PNUD, 2009 : Environnement et changement climatique - Gestion des catastrophes - Bulletin d'information N°005, Extrait du rapport annuel PNUD, 11 pages.

PNUE, 2004, Les Feux de Végétation, un impact double pour la planète Bulletin d'Alerte Environnementale N°3 4p

Palumbo I., 2013: The Importance of Fire Ecology in Protected Areas Management, Developments in Earth Surface Processes, 16, (14), 181-191

PPFS, 1979 : Guide Pratique pour le Combat des Feux de Brousse. Projet de Protection Forestière Sénégal-Canadien de la Casamance, 261 p.

Rondeux T., 1999 : La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Les presses agronomiques de Gembloux, 15 p.

- Schmitz A., Fall A.O., Rouchiche, S., 1996** : Contrôle et utilisation du feu en zones arides et subhumides africaines. Cahiers FAO-Conservation, N°29, Rome. 211 p.
- Salassi D., 2006** : "Etude d'Aménagement du Parc National de Fazao – Malfakassa. MAB Young Scientists Award 1997, 6 p.
- Savadogo, P., D., Tiveau, L., Sawadogo, M., Tigabu, 2008**, Herbaceous species responses to long-term effects of prescribed fire, grazing and selective tree cutting in the savannawoodlands of West Africa, *Plant Ecology*, 32, 10, (3), 179-195. 33
- Sawadogo, L., 2011**, L'influence des feux sur la biodiversité des savanes ouest africaines, Atlas de la Biodiversité de l'Afrique de l'Ouest, Côte d'Ivoire, Tome III, BIOTA, pp. 72-73.
- Schmitz A., Abdoul O. F., Rouchiche S., 1996** : Contrôle et utilisation du feu en zones arides et subarides africaines. Cahiers FAO, Conservation n° 29, 211p.
- Simard M., Romme W.H., Griffin J.M., Turner M.G., 2011** : Do mountain pine beetle outbreaks change the probability of active crown fire in lodgepole pine forests? *Ecological Monographs* 8, 1, 3–24.
- Sokpon N., 2006**. Les forêts sacrées du couloir du Dahomey. *Bois et Forêts des Tropiques*, (228), 15-23 p,
- Sonko I., 2000** : Etude des effets de différents régimes de feux sur la dynamique de la flore et de la végétation ligneuse des plateaux du parc National du Niokolo Koba, Sénégal, 50 p.
- Slovin E., 1960**. Slovin's Formula. [http://www statisticshowto.com/](http://www.statisticshowto.com/) Consulté le 26/07/2016.
- Tarik, B., Mathlouthi, F., Smargiassi, A., 2005** ; Les impacts sanitaires des particules liées aux incendies de forêt. Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques du gouvernement québécois. Online <http://www.inspq.qc.ca>. Consultée le 9 mars 2016.
- Tchamiè, K. T.T., 1994** : Enseignements à tirer de l'hostilité des populations locales à l'égard des aires protégées au Togo, *Unasylva* N° 176,
- UICN, 2008**. Parcs et réserve du Togo: évaluation de l'efficacité de la gestion des aires protégées. Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni. 41p
- Uys, R.G., W., Bond, T.M., Everson, 2004**: The effect of different fire regimes on plant diversity in southern 49 African grasslands, *Biological Conservation*, Volume 118, 4, pp. 489-499
- Valea F. et Ballouche A., 2012** : Les feux de brousse en Afrique de l'Ouest : contraintes environnementales ou outil de gestion environnementale ? L'exemple du Burkina Faso. *Territoires d'Afrique*, (3), 36-47.
- Whelan, R.J., 1995** : *The Ecology of Fire*. Cambridge University Press, 160-162.

Woegan, Y. A., 2007 : Diversité des formations végétales ligneuses du parc national de Fazao Malfakassa et de la réserve de faune d'Aledjo (Togo), Thèse en Science Naturelle, Université de Lomé, Togo, 173 p.

ANNEXE

Annexe : 1

Questionnaire d'enquête ménage

Numéro fiche

Date

Préfecture

Village /Canton.....

I- Identification de l'enquêté :

1.1.Nom :Prénom:.....

1.2. Sexe : Masculin Féminin 1.3. Age

1.7. Profession

1. Agriculteur 2. Eleveur 3. Artisan 4. commerçant

5. Agropasteur 6. Autre à préciser

1.8. Niveau d'instruction

II- les types d'usage des feux de brousse dans la réalisation des activités socioéconomiques :

2-1- Utilisez-vous les feux dans la réalisation de vos activités suivantes :

Activités	O	N	Période	Activités	O	N	Période
Préparation des parcelles agricoles				Fabrication du charbon de bois			
Brûlis des récoltes				Activités culturelles			
Chasse				Fabrication du vin de palme			
Renouvellement du pâturage				Autres			
Cuisson des aliments au champ							

2.2- Quelles sont les causes des feux de brousse dans votre localité :

Domaine d'usage de feux	Causes de feux de brousse		Domaine d'usage de feux	Causes de feux de brousse	
	O	N		O	N
Fabrication du charbon de bois			Préparation des parcelles agricoles		
Activités culturelles			Brûlis des récoltes		
Extraction du vin de palme			Chasse		
Cuisson des aliments au champ			Renouvellement du pâturage		
			Autres		

2-3- Quelles sont les fréquences des feux de brousse dans votre localité ?

Chaque année ½ année 1/3 année ¼ année 1/5 année plus

III- les impacts des feux sur la productivité agricole et l'environnement

3-1- Quels sont les effets des feux de brousse sur les cultures?

Effets	Maïs		sorgho		Igname		coton		anacardier		autres	
	O	N	O	N	O	N	O	N	O	N	O	N
Mort des plants												
Retard de croissance												
Stimulation de la régénération												
Baisse de rendement												

3-2- Quelles sont les dégâts causés par les feux de brousse ces Deux (2) dernières années ?

Plantation/champs	Sup/Qté (ha/t)	Humain/matériel	Quantité/Valeur
Maïs		blessés	
sorgho		Pertes vie humaines	
Igname		Dégâts matériels	
coton		Habitation détruite	
anacardier		Autres	

3-3- Quels sont les types de végétations impactées par les feux de brousse?

Savanes forêts jachère Plantation

IV- les techniques et stratégies pour lutter contre les feux

4- 1- Quelles sont les méthodes de protection des cultures contre les feux de brousse

méthodes	Période de réalisation	méthodes	Période de réalisation
Réalisation des par feux		Ramassage des feuilles mortes dans la plantation	
Nettoyage des plantations		Lois ou Interdits	
feux précoce de protection		Sensibilisation	

Annexe : 2

Questionnaire d'enquête administration/autorités locales

Numéro fiche

Date

Préfecture

Village /Canton.....

I- Identification de l'enquêté :

1.2.Nom :Prénom:.....

1.2. Sexe : Masculin , Féminin 1.3. Age

1.3. Profession.....

1. Chef canton/village 2. Forestier 3. Technicien agricole . Agent
ONG 5. Responsable CVD /CDQ 6. Autre à préciser

1.8. Niveau d'instruction

II- Les cas de feux déclarés et période

2.1. Quels sont les types incendies déclarés ?

1. Champêtre 2 Forêt 3. Savanes 4. Greniers 5. Betail

2.2. Quelle est la période de ces incendies

1. Novembre 2 Décembre 3. Janvier 4. Février 5. Mars
 6. Autre à préciser

2.3. Quelles sont Les causes de ces incendies ?

Activités	O	N	Activités	O	N
Préparation des parcelles agricoles			Fabrication du charbon de bois		
Brûlis des récoltes			Activités culturelles		
Chasse			Fabrication du vin de palme		
Renouvellement du pâturage			Autres		
Cuisson des aliments aux champs					

2.4. En cas de feux quels mesures prenez vous

1. Rien 2 Se rendre sur le site 3.Mobiliser les gens pour le secours
 4.Appeler les sapeurs-pompiers 5.Dedommager 6. Autre à préciser

2.5. Quels sont les types de végétations impactées par les feux de brousse?

Savanes forêts jachère Plantation

3-2- Quelles sont les dégâts causés par les feux de brousse ces Deux (2) dernières années ?

Plantation/champs	Sup/Qté (ha/t)	Humain/matériel	Quantité/Valeur
Maïs		blessés	
sorgho		Pertes vie humaines	
Igname		Dégâts matériels	
coton		Habitation détruite	
anacardier		Autres	

III- les techniques et stratégies pour lutter contre les feux

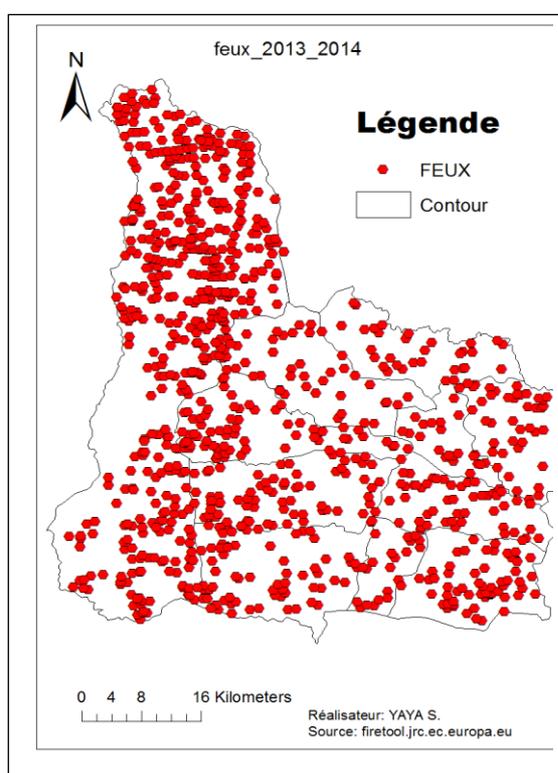
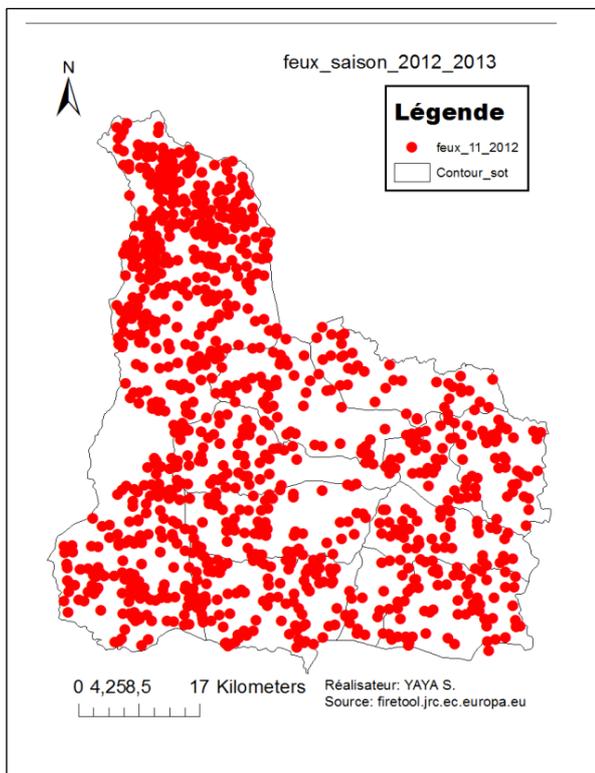
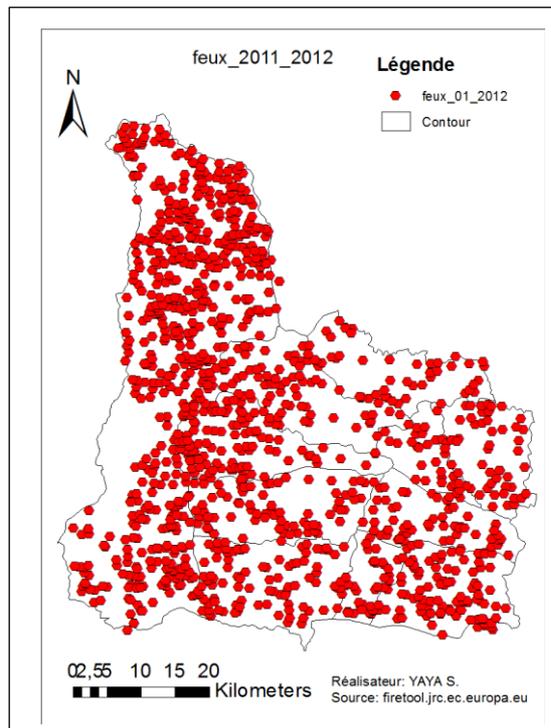
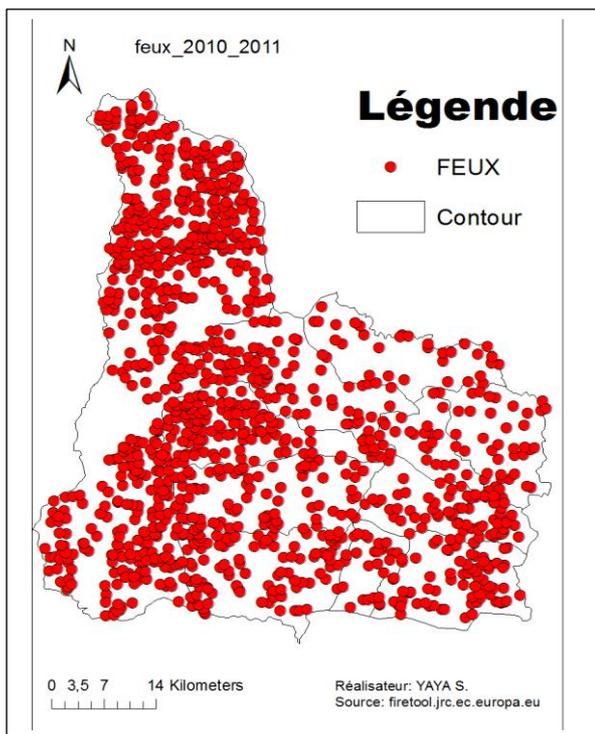
3.1. Quelles sont les méthodes de lutte contre les feux de brousse

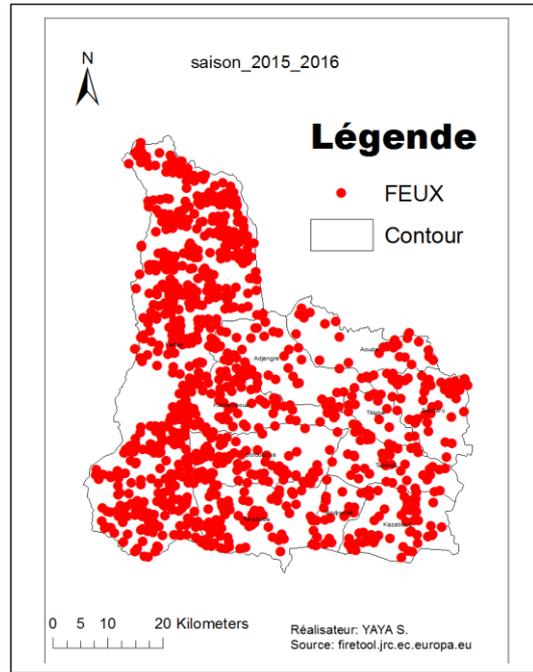
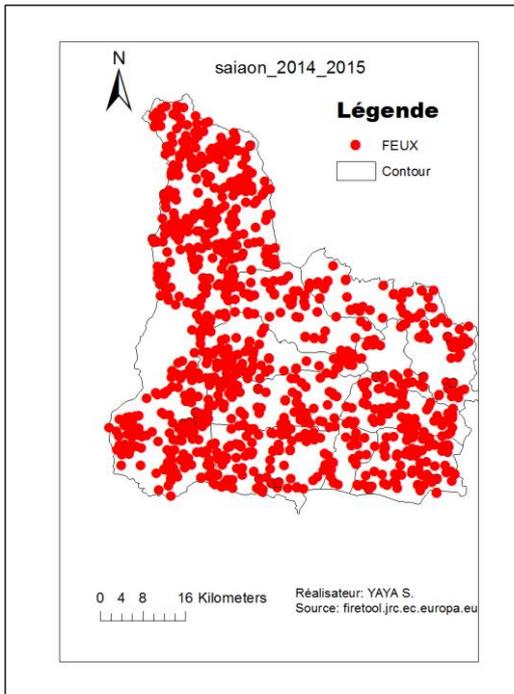
méthodes	Période de réalisation	méthodes	Période de réalisation
Réalisation des par feux		Ramassage des feuilles mortes dans la plantation	
Nettoyage des plantations		Lois ou Interdits	
feux précoce de protection		Sensibilisation	

3.2. Etes-vous souvent sollicité par les agriculteurs dans la mise en place des techniques de protection contre les feux ? Oui Non si oui dans quels cas :

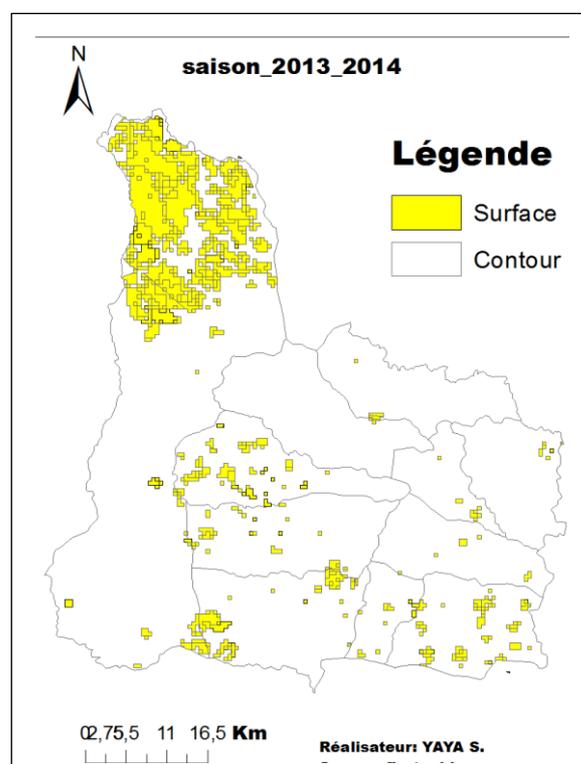
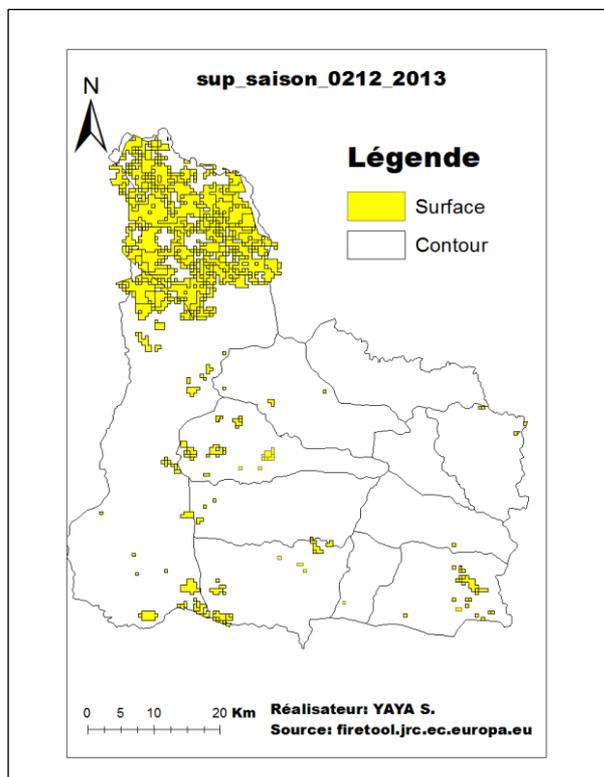
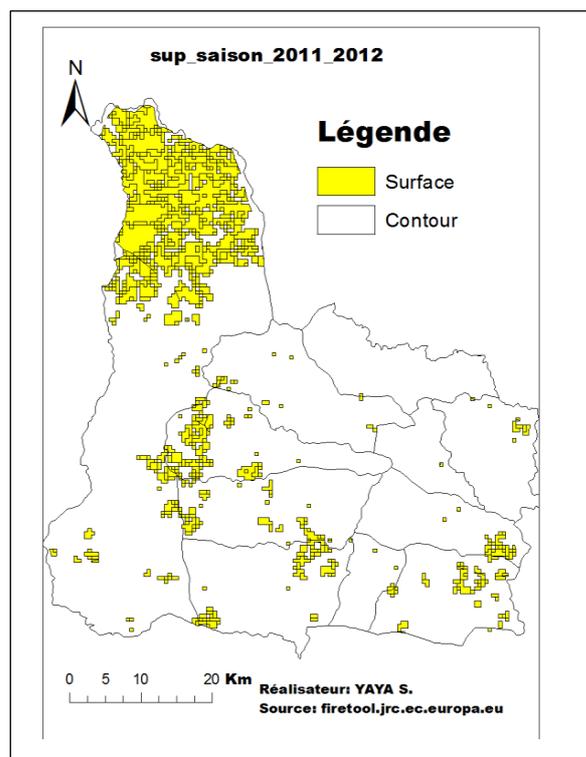
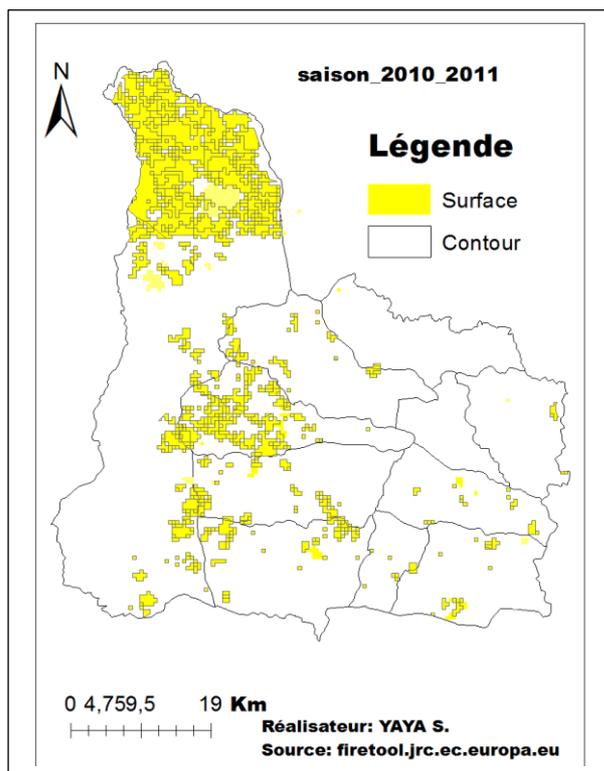
méthodes	Période de réalisation	méthodes	Période de réalisation
Réalisation des par feux		Ramassage des feuilles mortes dans la plantation	
Nettoyage des plantations		Lois ou Interdits	
feux précoce de protection		Sensibilisation	

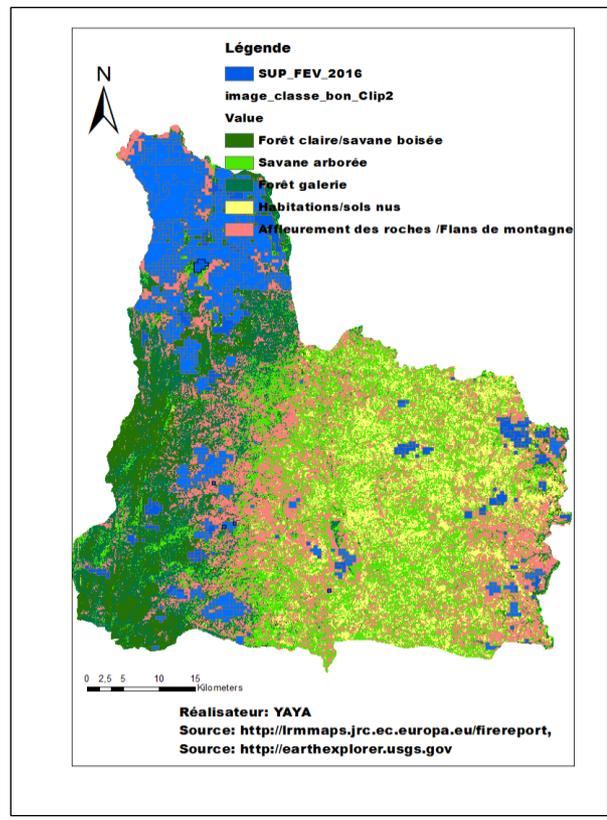
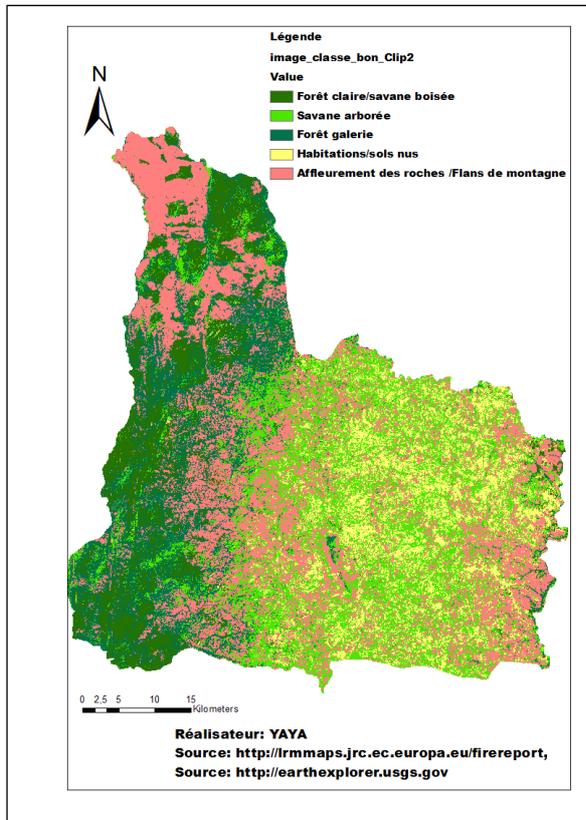
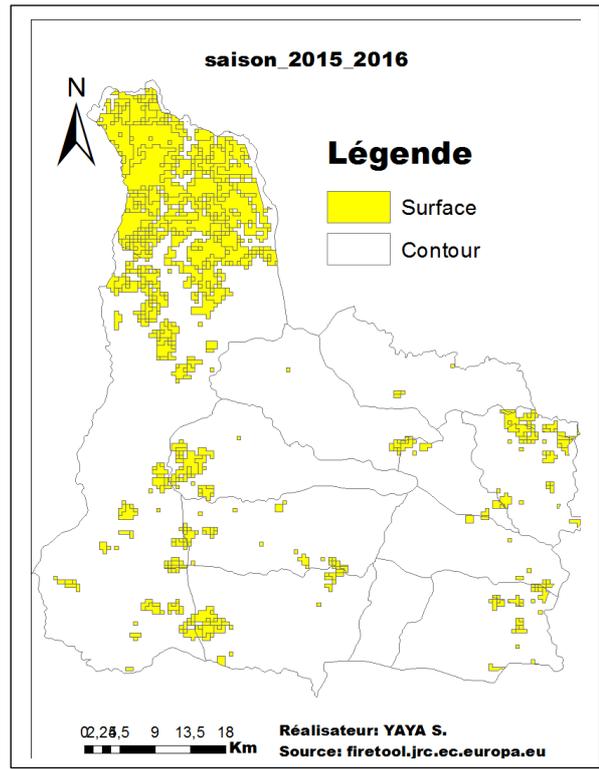
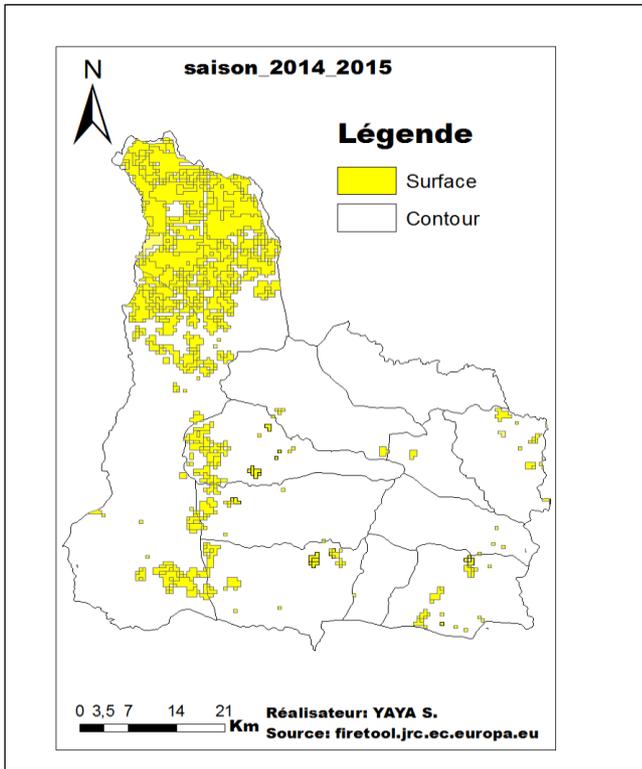
Annexe 3 : Cartes de distribution annuelle des feux



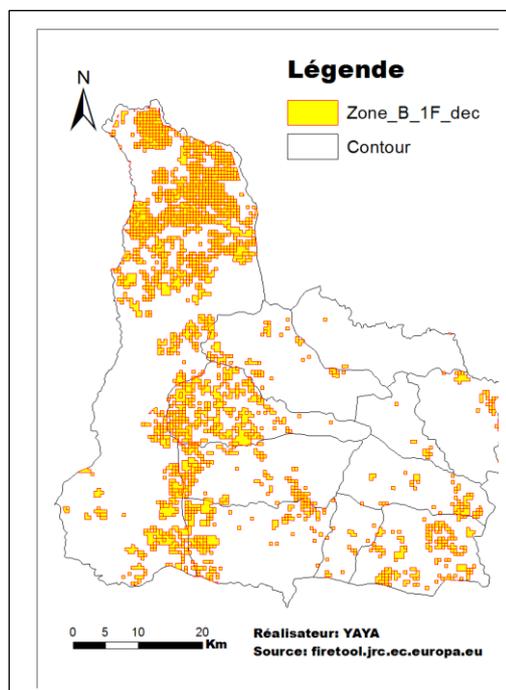
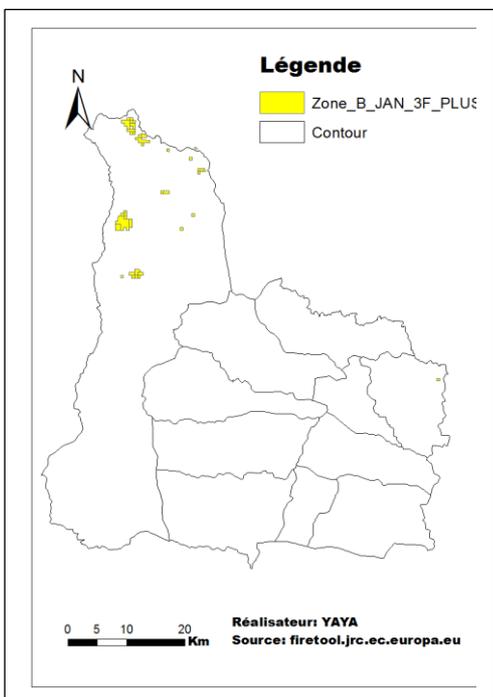
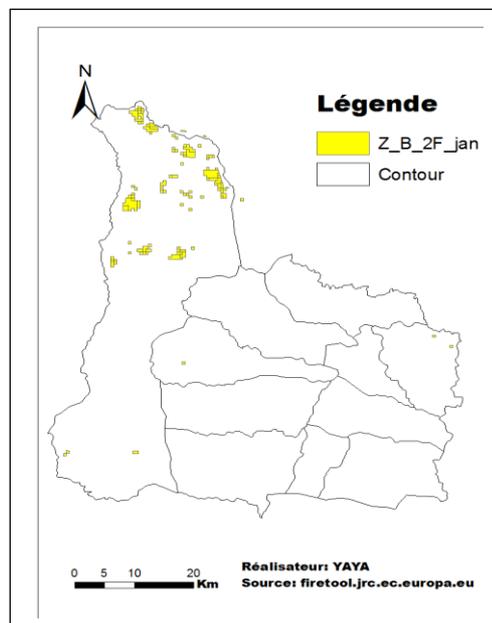
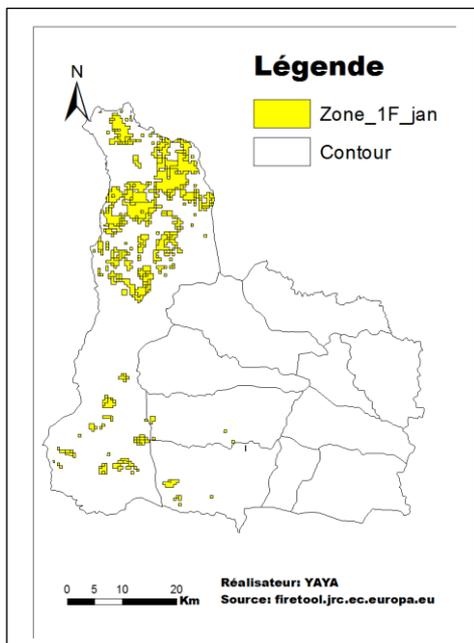


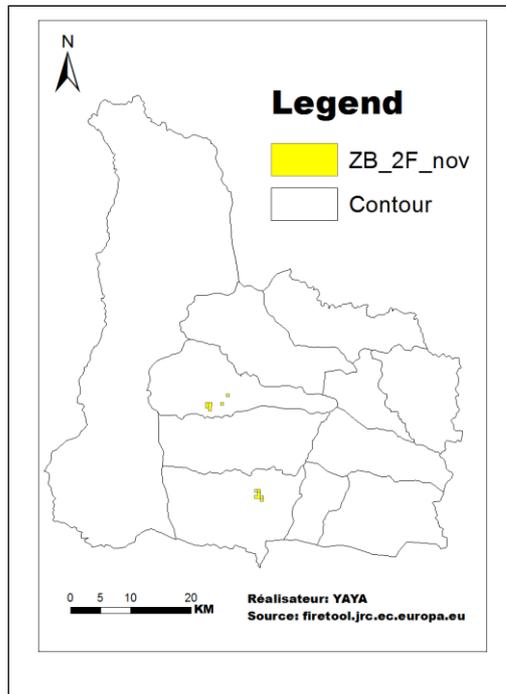
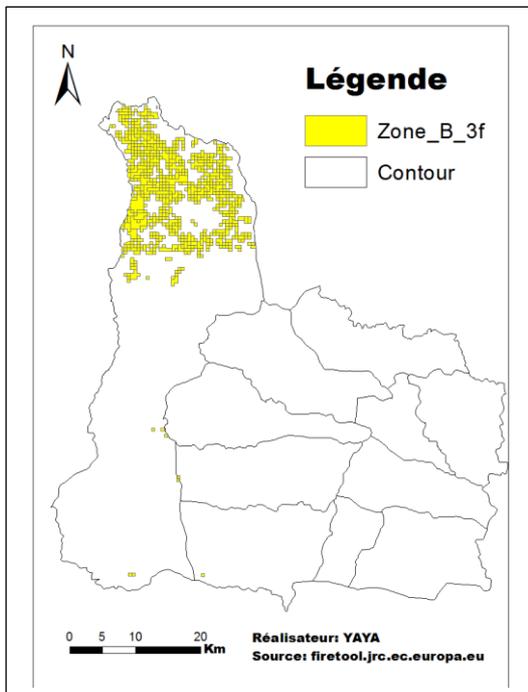
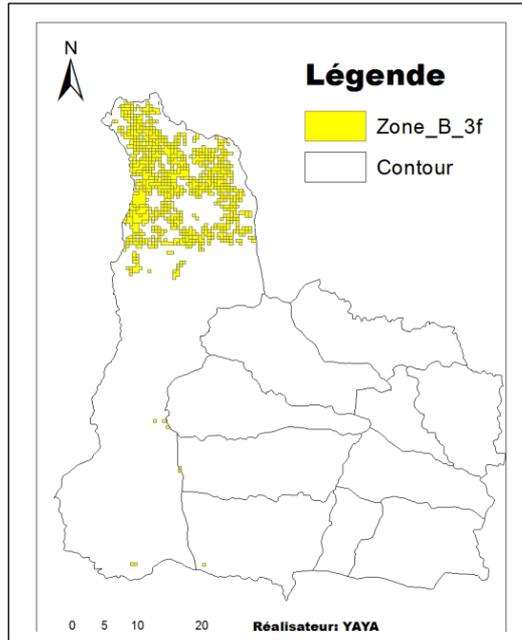
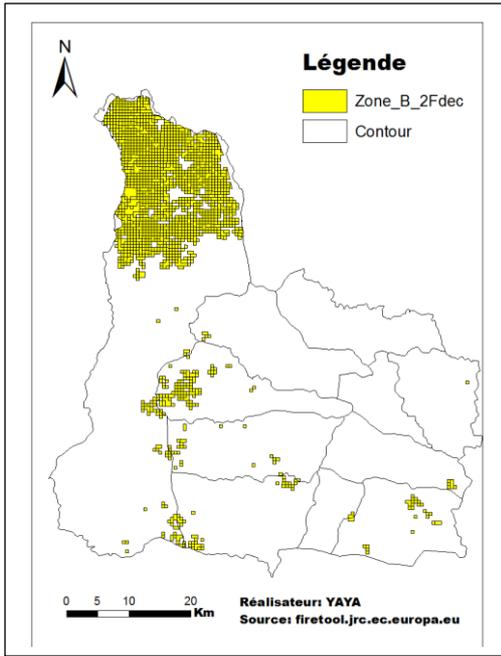
Annexe 4 : Superficies brûlées par saison, Croisement des surfaces brûlées et les types d'occupation.





Annexe 6: Superficies brûlées successivement, une fois, deux, trois et plus par mois.





Annexe 7 : Les différentes techniques et méthodes pratiquées dans la préfecture de Sotouboua

• Les pare-feux

Les pare-feux sont des zones bandes de terrains nus où couvert de végétation résistante au feu mis en place pour protéger le plus souvent des formations végétales protégées (forêts classées, Parc, réserves, etc.).

Tableau I: Description de la technique pare-feu

Désignation	Informations techniques
Nom de la technologie	Réalisation des par feux
Description de la technologie	<p>Une bande de pare-feu est :</p> <ul style="list-style-type: none"> • une bande de terrain, relativement étroite de 6 à 15 m selon la zone, débarrassée de toute végétation jusqu'au sol minéral qui ceinture ou passe à travers des massifs forestiers afin d'empêcher ou de limiter la propagation d'un incendie, • une zone non-inflammable (coupure de combustibles) avec moins de combustibles, par exemple, des forêts naturelles, des plantations de cime fermées ou celle mélangées à des produits agricoles (taungya/tumpang sari). <p>Les pare-feux sont souvent construits perpendiculairement à la direction des vents violents. La mise en place d'un pare-feu naturel ou d'une coupure de combustibles (fuel break) est moins coûteuse et plus durable à long terme. Il y a aussi des pare-feux pâturés ou cultivés.</p>
But ou objectifs de la technologie	<ul style="list-style-type: none"> • Éliminer le combustible par l'ouverture d'une allée ou d'un sentier entre le feu et le combustible. Ils limitent la propagation des feux.
Période de réalisation	Tout moment de préférence pendant la saison des pluies
Effets bénéfiques ou avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Les pars-feux servent à la fois à la prévention contre les incendies et à la lutte active en facilitant les contre-feux et l'approche des équipes et des moyens de lutte. • Les pare-feux verts sont très onéreux. Cependant, à long terme, ils nécessitent moins d'entretiens et leur mise en valeur peut contribuer de manière substantielle aux activités génératrices de revenus au bénéfice des populations. • La plantation de plantes de couverture réduit le risque de feux efficacement, comme <i>Mucuna sp.</i>, <i>Cajanus cajan</i>, <i>Centrocema mubestan</i>, <i>Centrocema pueraria</i>, etc. Elles peuvent aussi limiter les mauvaises herbes.
Contraintes/ difficultés/ limites	<ul style="list-style-type: none"> • La construction et l'entretien du coupe-feu ou du pare-feu coûtent parfois très cher.
Responsables de la mise	<ul style="list-style-type: none"> • Les gestionnaires des Park et forêts ;

en œuvre de la technique	<ul style="list-style-type: none"> • Les propriétaires des plantations ; • La communauté riveraine d'une formation végétale (forêt, savane, plantation, etc.
--------------------------	--

- **Les feux précoces**

Les brûlages précoces sont des véritables outils écologiques de gestion des feux de brousse. Ils permettent de nettoyer les parcelles, de dégager le sol favorisant ainsi la régénération naturelle et le rejet des herbes à rhizomes.

Tableau II: Description de la pratique des feux précoces

Désignation	Informations techniques
Nom de la technologie	feux précoce de protection
Description de la technologie	<ul style="list-style-type: none"> • C'est l'application habile du feu en forêt dans des conditions favorables (début de la saison sèche où les formations végétales ne sont pas très asséchées, les temps calmes) • Cette action consiste à agir sur l'état des ressources forestières dans le but de réduire les dangers des feux tardifs dévastateurs. <p>Ces feux sont allumés volontairement en vue de l'aménagement des forêts, pâturages, de la protection des habitations et récoltes</p>
But ou objectifs de la technologie	<p>La technique a pour objectif :</p> <ul style="list-style-type: none"> • diminuer le volume de combustibles dans les forêts, • Réduire l'intensité des feux éventuels et protéger les pâturages et les campements, • amoindrir le passage d'un feu tardif beaucoup plus violent et destructeur • réduire les dangers des feux tardifs dévastateurs.
Période de réalisation	en début de saison sèche.
Effets bénéfiques ou avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Le brûlage hâtif n'atteint que les parties végétales mortes et épargne une partie des semis et des graines, • Il est sans grand effet pour les arbres qui sont en repos végétatif. Suite à un nettoyage de 50% de l'herbe, le feu, même s'il couve dans quelque endroit se trouve sérieusement coincé dans sa marche • Il brise l'agencement horizontal des combustibles et la progression du feu s'il y a lieu, devient plus facile à contrôler. • C'est une pratique aisée et pas onéreuse.
Contraintes/ difficultés/ limites	<p>Pour atteindre un tel objectif, il faut tenir compte :</p> <ul style="list-style-type: none"> • de la période de mise à feu ;

	<ul style="list-style-type: none"> • du degré de dessiccation du matériel herbacé ou ligneux ; • des conditions climatiques du moment ; • nécessité de mobiliser des ressources humaines et matérielles ; • toutes les précautions en vue de protéger les valeurs doivent être prises. <p>Les populations doivent être informées et impliquées aux opérations.</p>
Responsables de la mise en œuvre de la technique	<ul style="list-style-type: none"> • le forestier local, par sa formation en écologie, il est le mieux préparé à cette tâche ; • les comités villageois anti-feu (CVA), sous la supervision des forestiers ; • la communauté locale sous la supervision des forestiers.

- **Nettoyage des plantations/ Ramassage des feuilles mortes dans la plantation**

Ce sont des pratiques qui consiste à dégager régulièrement les plantations des débris inflammables (feuilles, bois mort, etc.).

Tableau III: Description de la pratique de nettoyage

Désignation	Informations techniques
Nom de la technologie	Nettoyage des plantations
Description de la technologie	<ul style="list-style-type: none"> • C'est le nettoyage régulier de la surface de la terre et le dégagement des arbres et des autres formations végétales déjà mortes, flétries ou attaquées par des pestes végétales dans les plantations..
But ou objectifs de la technologie	<ul style="list-style-type: none"> • Elle permet de rompre la chaîne des matériaux combustibles verticaux dans les plantations ; • Réduire le risque d'incendie ; • Facilite la circulation à l'intérieur de la plantation.
Période de réalisation	
Effets bénéfiques ou avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Augmente la visibilité dans la plantation ; • Les produits de largage sont utilisés à des fins utiles (bois de chauffe, charbon de bois, couverture des toits, etc.).
Contraintes/ difficultés/ limites	<ul style="list-style-type: none"> • travail fastidieux nécessitant une mobilisation importante du matériel et des moyens humains.
Responsables de la mise en œuvre de la technique	<ul style="list-style-type: none"> • Les propriétaires des plantations.

Tableau IV: Description de la technique de ramassage des feuilles mortes

Désignation	Informations techniques
Nom de la technologie	Ramassage des feuilles mortes dans la plantation
Description de la technologie	C'est le dégagement des matériaux combustibles (litières, débris de coupe, sciure de bois) facilement brûlables dans les plantations.
But ou objectifs de la technologie	<ul style="list-style-type: none"> • Elle permet de rompre la chaîne des matériaux combustibles dans les plantations ; • Réduire le risque d'incendie par la diminution des combustibles facilement brûlables ; • Facilite la circulation à l'intérieur de la plantation.
Période de réalisation	Début de la saison sèche.
Effets bénéfiques ou avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Réduit l'entassement des feuilles source d'intoxication des microorganismes responsables de la décomposition de la matière organique ; • Ces combustibles sont mis en valeur pour produire du compost, des copeaux.
Contraintes/ difficultés/ limites	<ul style="list-style-type: none"> • travail fastidieux nécessitant une mobilisation importante du matériel et des moyens humains
Responsables de la mise en œuvre de la technique	<ul style="list-style-type: none"> • Les propriétaires des plantations

- **Lois ou Interdits**

La législation est très importante pour la prévention des feux illicites. Elle doit être mise en application notamment contre l'utilisation des feux sauvages et illicites. Les communautés doivent s'informer et se renseigner sur la législation en vigueur

Tableau V: Description de la stratégie lois ou interdits

Désignation	Informations techniques
Nom de la technologie	Lois ou Interdits
Description de la technologie	<ul style="list-style-type: none"> • Ce sont des règles de conduite à tenir avant, pendant et après les feux. Leur exécution nécessite une formation et un renseignement des communautés sur la législation en vigueur. • C'est l'application des sanctions réglementaires
But ou objectifs de la technologie	<ul style="list-style-type: none"> • Réduire les incendies illicites des formations végétales.

Période de réalisation	Tout moment
Effets bénéfiques ou avantages	<ul style="list-style-type: none"> • elle sert d'outil éducatif ; • Les communautés qui réussiraient à protéger les domaines forestiers contre les risques d'incendie pendant une certaine période pourraient être récompensées.
Contraintes/ difficultés/ limites	<ul style="list-style-type: none"> • Il arrive que de petits groupes d'habitants violent la législation par la mise à feu de terrains pour leurs besoins personnels malgré une interdiction.
Responsables de la mise en œuvre de la technique	<ul style="list-style-type: none"> • CVA : ce sont des équipes de représentants des villages chargés de seconder le forestier dans sa lutte contre les feux nuisibles.

- **Sensibilisation**

C'est la première méthode de la prévention. Elle consiste à un enseignement répété de la population afin que cette dernière améliore ses connaissances sur les pratiques de feu, leur conséquences et surtout comment l'éviter.

Tableau VI: Description de la stratégie de sensibilisation

<i>Désignation</i>	<i>Informations techniques</i>
Nom de la technologie	Sensibilisation
Description de la technologie	<ul style="list-style-type: none"> • C'est l'enseignement répété afin d'éveiller leur intérêt aux forêts et aux conséquences de leur destruction ; • Elle se fait au moyen des médias, des entretiens, des focus groups, la production audiovisuelle, des circulaires, la publication et la distribution d'ouvrages simples (des affiches, des petits livres, des brochures, des prospectus, des autocollants, des bandes dessinées, etc. • Les communautés rurales doivent s'informer suffisamment et objectivement par voie de presse (journal, radio ou TV) des graves conséquences de l'incendie et ses impacts sur elles ainsi que des infractions aux lois encourues et des pénalités ou des amendes.
But ou objectifs de la technologie	<ul style="list-style-type: none"> • Prévention contre l'incendie ; • Eveille les populations sur leur responsabilisation à prendre en charge leur propre environnement

Période de réalisation	<ul style="list-style-type: none"> • Début des saisons sèches
Effets bénéfiques ou avantages	<ul style="list-style-type: none"> • encourager la collaboration des populations dans les actions de lutte contre les incendies ; • Mettre en alerte les communautés sur les risques des feux.
Contraintes/ difficultés/ limites	
Responsables de la mise en œuvre de la technique	<ul style="list-style-type: none"> • Les autorités locales

- **L'intervention**

Tableau VII: Description de la technique pare-feu

Désignation	Informations techniques
Nom de la technologie	L'intervention
Description de la technologie	<ul style="list-style-type: none"> • Elle consiste à attaquer le front des flammes par le recouvrement de matériaux comme de la terre, de la boue, du sable, etc. sur ces langues de flammes ; • Commencer à éteindre le feu par-derrière et se déplacer vers l'avant ou par ses deux côtés et puis maîtriser son front. La première option est adoptée quand l'incendie est encore petit.
But ou objectifs de la technologie	Arrêter rapidement et efficacement la propagation des feux afin de minimiser leurs dégâts matériels et humains,
Période de réalisation	
Effets bénéfiques ou avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Eviter la destruction totale des formations végétales ; • Diminuer les dégâts
Contraintes/ difficultés/ limites	
Responsables de la mise en œuvre de la technique	<ul style="list-style-type: none"> • Les autorités locales