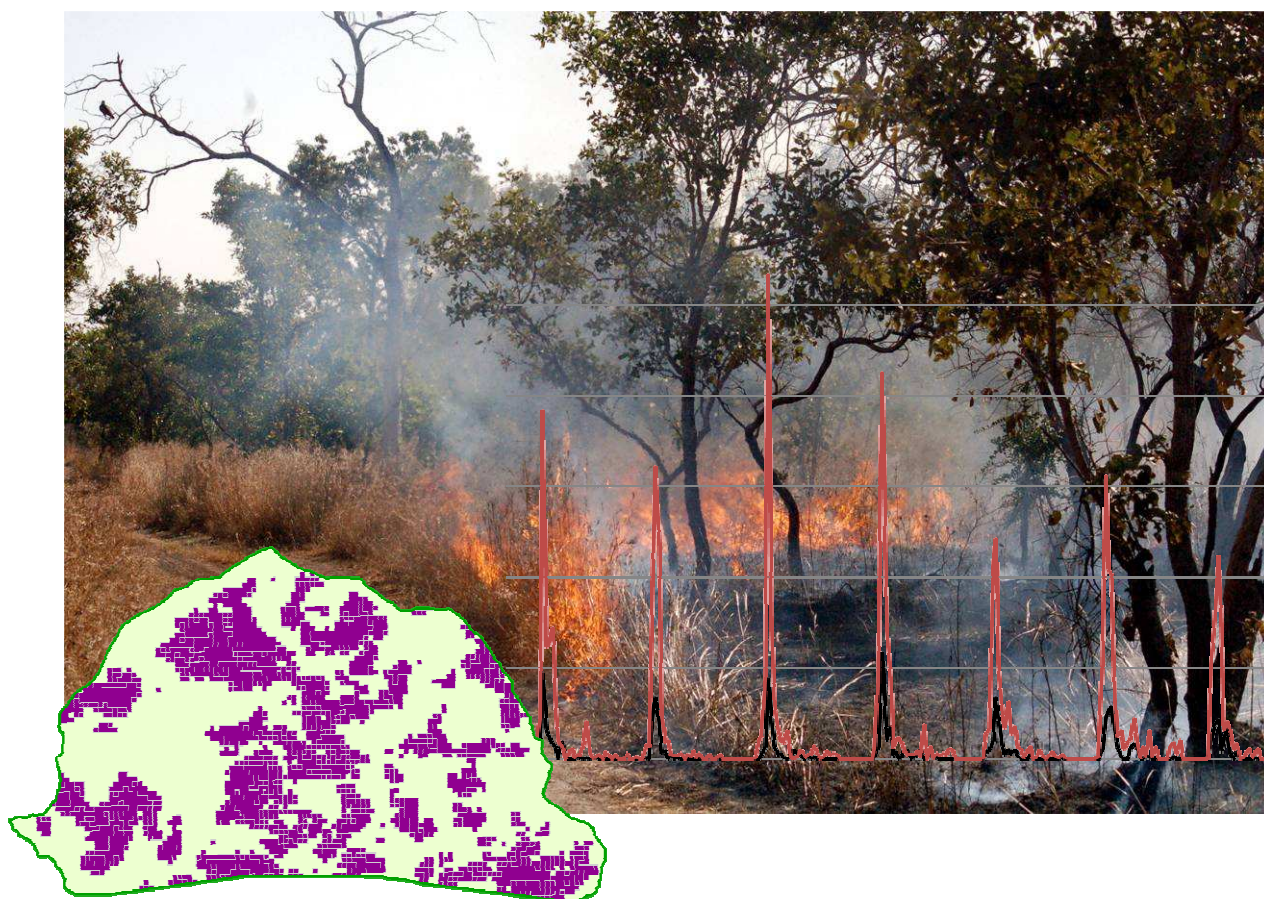


REGION DE TAMBACOUNDA



RESERVE NATURELLE COMMUNAUTAIRE DU BOUNDOU

Bilan des feux de brousse 2000-2012



Réalisé par le CORENA - Conservatoire de la RNC du Boundou
Koussan, Région de **Tambacounda** - **SENEGAL**



PNNK

Parc National du
Niokolo Koba



Académie de
Tambacounda



isère
CONSEIL GÉNÉRAL





Rapport réalisé par le CORENA

Conservatoire de la Réserve Naturelle Communautaire du Boundou
Koussan, Région de Tambacounda

–

REDACTION

Claire CLEMENT

Chargée d'appui à la gestion de la RNC du Boundou

Mai 2012

–

Avec l'appui technique du Centre Commun de Recherche de la Commission Européenne
« Unit Land Resource Management »



CORENA
Koussan
BP 238 – Tambacounda
SENEGAL

corena.tamba@hotmail.com
Tel : (00 221) 33 983 62 46
Ou (00 221) 77 713 92 79

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	5
2. MATERIEL ET METHODE	6
2.1. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	6
2.2. ACQUISITION DES DONNEES	7
2.2.1. DONNEES SATELLITAIRES DU CCR	7
2.2.2. CARTE DE L'OCCUPATION DU SOL	9
2.3. TRAITEMENT ET ANALYSES DES DONNEES	10
2.3.1. STATISTIQUES DES FEUX ACTIFS	10
2.3.2. TRAITEMENT DES SURFACES BRULEES	11
3. DYNAMIQUE DES FEUX DANS LA RNC	12
3.1. SAISONNALITE DES FEUX (A PARTIR DES FEUX ACTIFS)	12
3.1.1. ETUDE DES 3 DERNIERES SAISONS SECHES (2009 A 2012)	12
3.1.2. EVOLUTION DE LA SAISONNALITE DE 2002 A 2012	12
3.2. DENSITE DES FEUX DANS LA RNC ET DANS LES AP VOISINES	15
3.2.1. DENSITE DES FEUX DANS LA RNC DU BOUNDOU	15
3.2.2. COMPARAISON AVEC LES AIRES PROTEGEES VOISINES	16
3.2.3. INFLUENCE DE LA PLUVIOMETRIE SUR LA DENSITE DES FEUX	18
3.3. ETENDUE ET LOCALISATION DES SURFACES BRULEES	19
3.3.1. SUPERFICIE TOTALE BRULEE DE 2000 A 2010	19
3.3.2. LOCALISATION DES SURFACES BRULEES DANS LA RNC	21
3.3.3. FREQUENCE DES BRULIS DE 2000 A 2010	21
3.3.4. SURFACES BRULEES ET TYPES DE VEGETATION (2009-2010)	25
3.4. GESTION DES FEUX DANS LA RNC	26
3.4.1. LES CAUSES DES FEUX DE BROUSSE (<i>RAPPEL DES ENQUETES DE 2009</i>)	26
3.4.2. LES PREMIERES ACTIONS DE GESTION DES FEUX DANS LA RNC	26
4. CONCLUSION	29
BIBLIOGRAPHIE	31
ANNEXE 1	32
ANNEXE 2	35
ANNEXE 3	37

1. INTRODUCTION

Les feux de brousse sont un phénomène annuel particulièrement important en milieu soudano sahélien, dominé par des savanes arbustives et boisées. En effet, l'alternance d'une saison humide et d'une saison sèche favorise la croissance rapide des herbacées annuelles qui s'assèchent une fois les pluies finies. Elles constituent alors un stock de combustible qui s'embrase facilement au cours de la période de sécheresse. Ainsi, ces feux permettent le maintien de pâturages, sans quoi la forêt l'emporterait sur l'écosystème de savane. Bien que pouvant se déclencher naturellement lors des violents orages de fin d'hivernage, la majorité des feux sont provoqués par l'homme, de manière accidentelle ou volontaire.

A de fortes fréquences, ces feux induiraient cependant de nombreux effets néfastes sur l'écosystème, variant en fonction de la composante étudiée (Mbow et al. 2006). Parmi ces conséquences négatives citons l'appauvrissement en minéraux du sol, le risque de mortalité infantile des mammifères, la disparition d'espèces ligneuses sensibles au feu, ou encore la perte générale de biodiversité.

Dans la zone du Boundou, à l'est du Sénégal, les feux de brousse constituent une réelle source d'inquiétude pour les populations locales, qui, depuis la sécheresse des années 1970, constatent un bouleversement de leur écosystème. Selon les témoignages, « les arbres disparaissent » victimes du trio Coupe/Feux/Sécheresse. La pression humaine, déjà forte, s'est accrue par l'arrivée de transhumants, quittant les régions du Nord devenues trop sèches à la recherche de nouveaux pâturages. Ainsi, les risques d'incendie sont aujourd'hui très importants, du fait de la forte fréquentation de la zone et de pratiques peu respectueuses de l'environnement.

Afin de protéger une partie de leur territoire, des populations de cette zone ont créé en 2009 une aire protégée communautaire, la **Réserve naturelle communautaire (RNC) du Boundou**, au sein de laquelle les activités humaines seront progressivement réglementées. Un plan de préservation prévoit notamment de déterminer des mesures de gestion des feux qui permettront de limiter au maximum la fréquence des feux et prévenir les feux tardifs les plus destructeurs. Le suivi des feux de brousse a également été préconisé afin de surveiller l'évolution de ces feux et de visualiser les impacts des mesures de gestion. Ce suivi est rendu possible grâce au partenariat entre la RNC du Boundou et le **Centre Commun de Recherche (CCR) de la Commission Européenne**, qui réalise un suivi satellitaire des feux de brousse en Afrique et met à disposition des aires protégées les données recueillies.

En 2009, un bilan de la saison sèche 2008-2009 a pu être effectué à partir des premières données transmises par le CCR. Depuis, de nouvelles données ont été mises à disposition et permettent aujourd'hui de réaliser un bilan global des feux de brousse de 2000 à 2012. Ce bilan a pour objectif de retracer la dynamique des feux de brousse dans la RNC au cours de la dernière décennie, et notamment pendant les deux premières années de mise en œuvre du plan de gestion de la réserve.

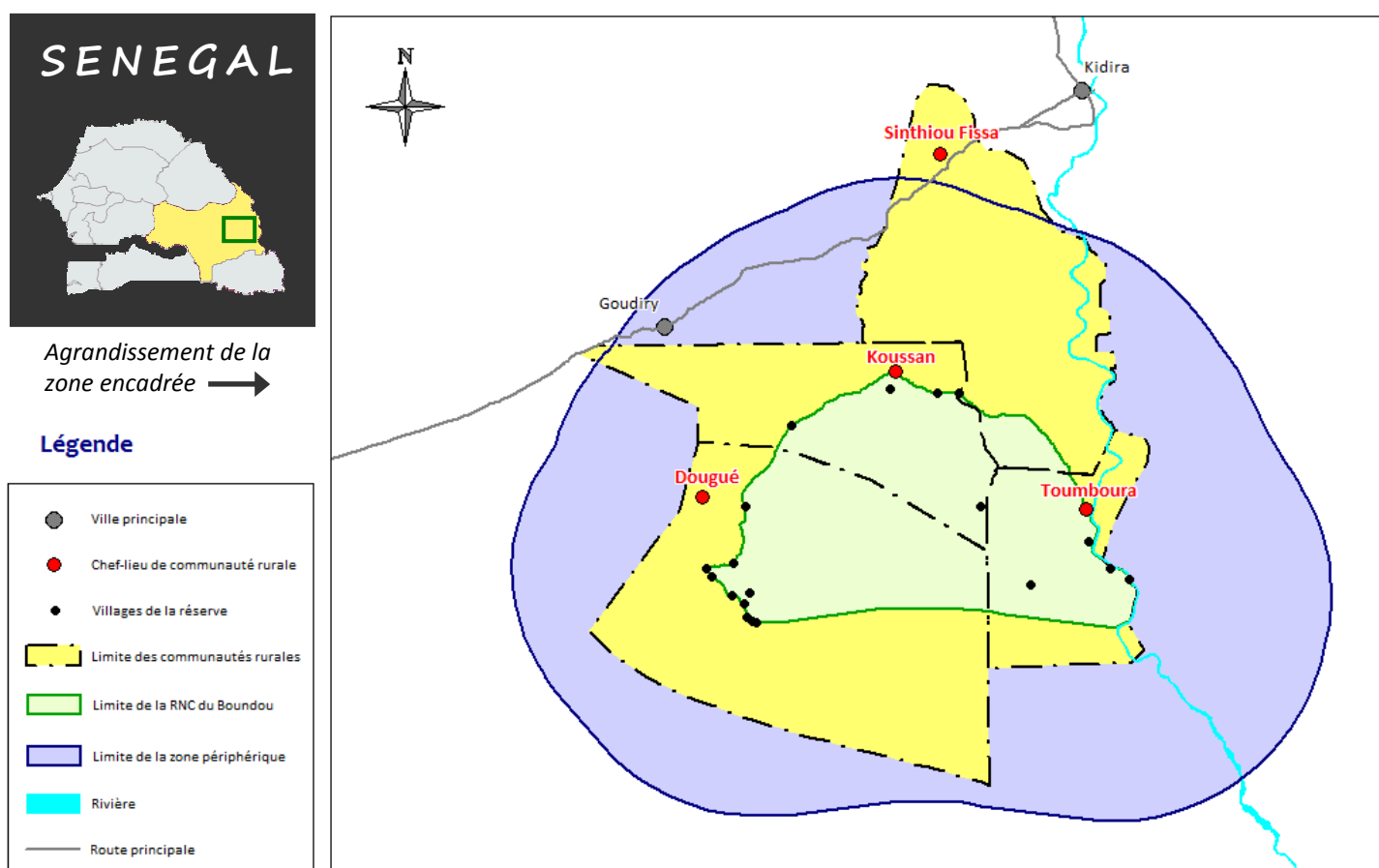
2. MATERIEL ET METHODE

2.1. Présentation de la zone d'étude

La RNC du Boundou, d'une superficie de 120 000 ha, se situe au nord-est de la région de Tambacounda, à cheval sur les départements de Goudiry et Bakel (**Carte 1**). Elle possède le statut de Réserve Naturelle Communautaire, créée en juin 2009 par délibération de 4 communautés rurales : Dougué, Koussan, Sinthiou Fissa et Toumboura. Ce statut signifie que les populations locales s'engagent à préserver cette zone en y appliquant un plan de gestion mais aussi un code local de bonne conduite conçu et validé localement.

Une vingtaine de villages, regroupant près de 6000 habitants, se trouvent en périphérie de la réserve. Il s'agit principalement de populations d'agriculteurs-éleveurs d'ethnie Peul et Diakhanke. Si les terres cultivées se restreignent aux abords des villages, l'activité d'élevage est menée dans l'ensemble de la zone. Dans le cadre de la réalisation du plan de gestion de la réserve, ces activités feront l'objet d'une réglementation spécifique dans les années à venir.

Pour les besoins de l'étude, une zone périphérique de 25 km de rayon autour de la réserve a été définie, correspondant à une superficie de 560 000 ha. Le choix du rayon a été dicté par la méthodologie de suivi du CCR (voir paragraphe suivant) nous fournissant les données des feux. Dans la suite du document, cette zone sera simplement désignée comme la zone périphérique.



Carte 1. Localisation de la RNC du Boundou et de la zone périphérique (ZP) de 25 km

Statut	Réserve Naturelle Communautaire
Date de création	Juin 2009
Nombre de communautés rurales	4
Nombre de villages/hameaux de la RNC	21
Nombre d'habitants de la RNC	Env. 6000
Superficie RNC	120 000 ha
Superficie Zone périphérique de 25km	560 000 ha

Tableau 1. Caractéristiques de la RNC du Boundou

2.2. Acquisition des données

2.2.1. Données satellitaires du CCR

L'ensemble des données relatives aux feux dans la RNC et la zone périphérique sont fournies par le **Centre Commun de Recherche (CCR) de la Commission Européenne**. Ce centre de recherche réalise un suivi systématique des feux de brousse en Afrique, au niveau de certaines aires protégées dont la RNC du Boundou¹. Les données, obtenues par un suivi satellitaire et intégrées à un SIG, sont ainsi gratuitement mises à disposition des gestionnaires des aires protégées afin d'évaluer la situation environnementale et d'aider à la planification de mesures de gestion adéquates.

Nature des données

Les données accessibles par l'intermédiaire du CCR sont de **2 types** : les **feux actifs**, détectés quotidiennement par les satellites TERRA et AQUA équipés de l'instrument MODIS, et les **surfaces brûlées**, obtenues par traitement ultérieur des images MODIS.

Ces données, regroupées par décade (période de 10 jours), sont accessibles en permanence sur le portail WEB du CCR : <http://bioval.jrc.ec.europa.eu/APAAT/fr/>

Ce site permet, pour l'aire protégée et la période sélectionnée, de visualiser les feux actifs et les superficies brûlées détectées, ainsi que les statistiques générales (densités, indices de spécificité...). C'est également à partir de cette interface que les utilisateurs peuvent télécharger les fichiers de localisation des feux actifs et des superficies brûlées en format « shape » exploitables dans un SIG. La procédure d'acquisition des données est détaillée en **Annexe 1**.

Comme le précise le tableau suivant, les deux types de produits disponibles permettent différentes analyses et sont complémentaires. Les « feux actifs » sont plus propices à l'étude de la saisonnalité des feux (distribution temporelle), alors que les superficies brûlées sont particulièrement intéressantes pour étudier l'étendue des feux ainsi que leur fréquence de passage.

¹ La RNC a été intégrée au suivi du CCR par demande auprès des responsables du suivi des feux en 2008.



Caractéristiques	Produit « Feux actifs »	Produit « Surfaces brûlées »
Symbole utilisé pour la cartographie		
Signification du produit	>> Il s'agit de « pixel feu » : au moins 1 feu a été détecté dans un pixel de 1x1 km	>> Il s'agit d'un pixel de 500m x 500m dont la superficie a été détectée comme brûlée
Délais de mise à jour sur le site Web	>> 10 jours (données mise à jour immédiatement après chaque décade)	>> Plusieurs mois (jusqu'à un an)
Date des premières données disponibles	Janvier 2000 (Terra) Juillet 2002 (Terra et Aqua)	Janvier 2000
Résolution spatiale	1x1 km	500m x 500m
Données fournies	>> Localisation des feux actifs >> Date et heure précises d'observation >> Mesure FRP (Fire Radiative Power)	>> Localisation des surfaces brûlées >> Date approximative de l'épisode de feu
Utilisations principales	>> Localisation des épisodes de feux >> Distribution temporelle (saisonnalité) >> Intensité des feux (estimation FRP)	>> Etendue des surfaces brûlées >> Détection indirecte des épisodes de feux entre 2 détections « feu actif »
Avantages	>> Acquisition immédiate des données >> Analyses rapides et simples	>> Données plus fiable pour des études quantitatives (meilleures détections)
Inconvénients	>> Non exhaustif (possibilités de passage de feux entre 2 détections)	>> Plus de traitements nécessaires >> Délais très long pour obtenir les données

Tableau 2. Caractéristiques des Produits « Feux actifs » et « Surfaces brûlées » accessibles sur le site Web du CCR

REMARQUE : le système d'observation satellitaire Terra-Aqua MODIS est tel que les feux sont détectés 4 fois en 24h (2 fois de jour et 2 fois de nuit). Un feu de brousse pouvant avoir une durée inférieure à deux heures, ce système ne permet pas d'avoir une détection exhaustive des feux au cours de la période étudiée. Cependant, il s'agit du système le plus précis actuellement disponible pour ce genre de suivi, sa résolution spatiale étant de 1000 m. Un autre système satellitaire géostationnaire, METEOSAT, relevant des « produits feux » toutes les 15 min, permettrait de faire un suivi exhaustif, mais sa résolution spatiale est d'environ 3,5 km. Ainsi, le système Terra-Aqua MODIS est le meilleur compromis pour une étude des feux de brousse à l'échelle locale.

Période de suivi

Ce rapport présente le bilan global des feux de brousse **de 2000 à 2012**. Cependant, en fonction de la disponibilité des données, le suivi se restreint sur les périodes suivantes :

- Suivi de la saisonnalité (avec les feux actifs) : du 1^{er} septembre 2002 au 1^{er} mai 2012
- Suivi des surfaces brûlées / fréquence des feux : du 1^{er} avril 2000 à au 31 décembre 2010

Au Sénégal, la majeure partie des feux se déclenche au cours de la saison sèche, d'octobre à juin. La saison des feux est donc centrée, dans le Boundou, sur deux années calendaires. Afin de conserver l'unité des saisons, les résultats annuels sont présentés de Septembre à Septembre. Ainsi, à titre d'exemple, les données 2009-2010 correspondent à la période allant du 1^{er} septembre 2009 au 31 août 2010.

La période 2009-2012, qui correspond au démarrage des activités de préservation dans la RNC du Boundou, fait l'objet d'une étude plus détaillée.

Pour chaque année, les données sont regroupées par période de 10 jours (décade). Un mois est constitué de 3 décades fixées de la manière suivante :

- Première décade (D1) : du 1^{er} au 10 du mois
- Deuxième décade (D2) : du 11 au 20 du mois
- Troisième décade (D3) : du 21 au 30/31 du mois

2.2.2. Carte de l'occupation du sol

Afin d'étudier les types de végétation brûlés, la carte d'occupation des sols de 2010 sera utilisée. Cette carte a été produite récemment par l'ISE (L. Faye, 2011) au cours d'une étude cartographique et d'un inventaire de la végétation dans la RNC du Boundou, en partenariat avec le CORENA.

Cette carte permet de différencier 4 types d'occupation des sols : la savane herbeuse, la savane arbustive, les formations boisées (incluant les savanes boisées et les forêts galeries), et les surfaces cultivées.



2.3. Traitement et analyses des données

2.3.1. Statistiques des feux actifs

A partir des données « feux actifs » téléchargées entre 2002 et 2012, un traitement statistique a été réalisé sur le modèle de celui du CCR (Grégoire & Simonetti, 2008) afin de pouvoir comparer la RNC du Boundou aux autres aires protégées d'Afrique de l'Ouest.

Ainsi, pour chaque décennie, le nombre de feux actifs a été extrait, ce qui a permis de déterminer la densité de feux dans la RNC et la zone périphérique, puis l'indice de spécificité. Ces données sont utilisées pour étudier la saisonnalité ou distribution temporelle des feux au cours de chaque saison. Les calculs et graphiques ont été réalisés sous EXCEL.

La densité de feux pour 1000 ha

Il s'agit du nombre de feux détectés pour une superficie de 1000 ha. La densité peut être décennale (nombre de feux par décennie considérée pour 1000 ha), ou bien cumulée (nombre de feux cumulés depuis le début du suivi pour 1000 ha). Cette densité permet de comparer la RNC avec la zone périphérique, cette dernière étant 5 fois plus grande que la réserve. La densité cumulée sert notamment à calculer l'indice de spécificité.

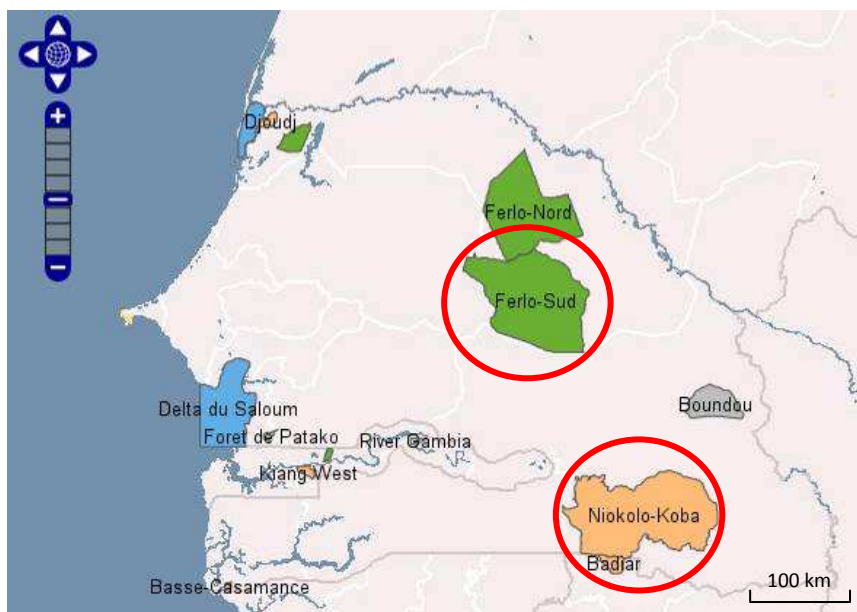
L'indice de spécificité

Cet indice a été choisi par le CCR comme outil de suivi et de comparaison des aires protégées. Il constitue en effet un bon indicateur de différenciation de l'aire protégée par rapport à sa zone périphérique, en termes de disponibilité et d'agencement spatial du combustible.

$$\text{Indice de spécificité} = \frac{\text{Densité cumulée /1000 ha dans la RNC}}{\text{Densité cumulée /1000 ha dans la zone périphérique}}$$

Calculer la densité des feux permet de comparer la dynamique des feux entre la réserve et sa zone périphérique, mais également entre les différentes aires protégées. Nous avons choisi ici d'étudier le cas des deux aires protégées les plus proches de la RNC du Boundou : la Réserve de Faune du Ferlo Sud (RFFS) au Nord, et le Parc National du Niokolo Koba (PNNK) au Sud (**Carte 2**). Ce choix est particulièrement judicieux car la RNC du Boundou se trouve approximativement à mi-chemin entre ces deux aires protégées, et que l'on passe d'une végétation de type sahéenne dans la RFFS, à une végétation de type soudanienne dans le PNNK.

Pour cette comparaison, les densités de feux ont été directement relevées depuis le site internet du CCR (partie statistique), pour chaque année et chaque aire protégée et leur zone périphérique de 25km respective.



Carte 2. Localisation des aires protégées suivies par le CCR au Sénégal (©CCR).
En rouge les aires protégées utilisée pour la comparaison avec la RNC du Boundou.

2.3.2. Traitement des surfaces brûlées

Les données « Surfaces brûlées » ont été téléchargées au pas de temps annuel, de septembre à Septembre, puis ont été intégrées à un SIG afin d'extraire la superficie brûlée (en ha) chaque année. Cette superficie totale ne fait pas apparaître les éventuelles zones qui auraient pu brûler plusieurs fois, car il est supposé que ce phénomène est rare dans la région. Des cartes ont également été réalisées sous MapInfo Professionnel 7.0 pour visualiser l'étendue des surfaces brûlées et leur localisation.

De plus, une analyse de la fréquence des feux a été réalisée entre 2000 et 2010 avec l'appui du CCR : pour chaque pixel de 500m x 500m, on a comptabilisé le nombre de fois que ce dernier a été détecté comme surface brûlée. Cette analyse permet donc de faire apparaître les pixels brûlés plus d'une fois par an, contrairement à la méthode précédente. Une analyse thématique a ensuite été réalisée sous MapInfo pour faire apparaître les zones brûlées selon la fréquence de passage des feux (de 1 à 12 fois).

Enfin, pour l'année 2009-2010, les surfaces brûlées ont été extraits selon chaque strate d'occupation du sol (carte de 2010) afin de comparer leur degré de sensibilité aux feux.

3. DYNAMIQUE DES FEUX DANS LA RNC

3.1. Saisonnalité des feux (à partir des feux actifs)

3.1.1. Etude des 3 dernières saisons sèches (2009 à 2012)

Le premier suivi des feux de brousse dans la RNC du Boundou, au cours de la saison sèche 2008-2009, avait fait ressortir un pic des feux de brousse au début de la saison sèche suivi de quelques feux isolés pendant le reste de la saison, soit un schéma classique pour une zone soudano-sahélienne d'Afrique de l'Ouest. La totalité des feux enregistrés était de 315 dans la RNC et de 1233 dans la zone périphérique.

Pour les 3 saisons sèches suivantes, bien que le nombre de feux soit différent on retrouve globalement la même répartition temporelle, avec un maximum de feux enregistré en début de saison sèche, d'octobre à décembre (**Figure 1**). Entre 80 et 95% des feux ont lieu avant le 31 décembre, que ce soit dans la RNC ou dans la zone périphérique. Les feux deviennent peu fréquents de janvier à mars, puis quasi-nul à partir d'avril et pendant l'hivernage. La saison des feux représente donc la période allant d'octobre à avril de l'année suivante.

Cependant, pour les 2 dernières années, quelques variations sont observées dans la RNC :

➤ **En 2010-2011 :**

Le pic de feux précoces est plus étalé dans le temps. De plus, un petit pic de feux tardifs survient de mi-janvier à mi-février, alors que peu de feux sont généralement observés à cette période. Il en résulte un nombre de feux total plus important (**260 feux**) mais inférieur à la saison 2008-2009.

➤ **En 2011-2012 :**

Ce n'est pas un grand pic de feux, mais 2 pics moins intenses qui surviennent début fin octobre puis début novembre. Le nombre de feux total est le plus bas de ces 3 dernières années (**183 feux**).

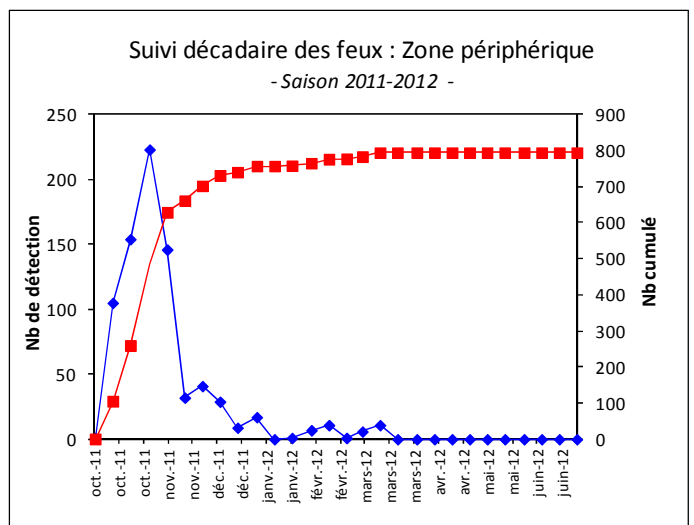
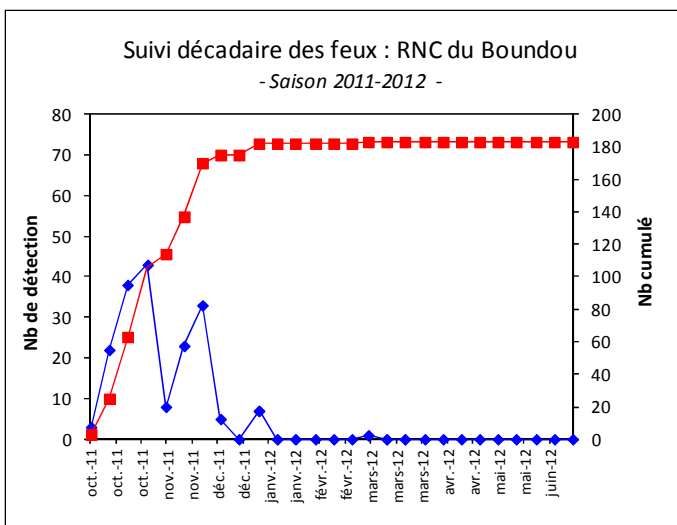
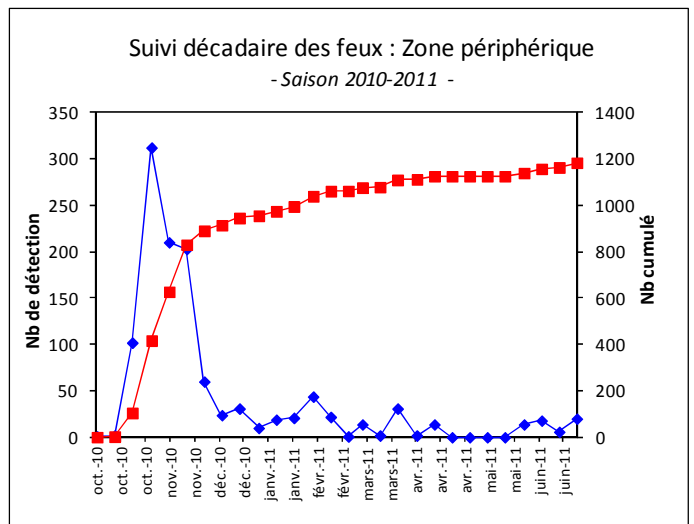
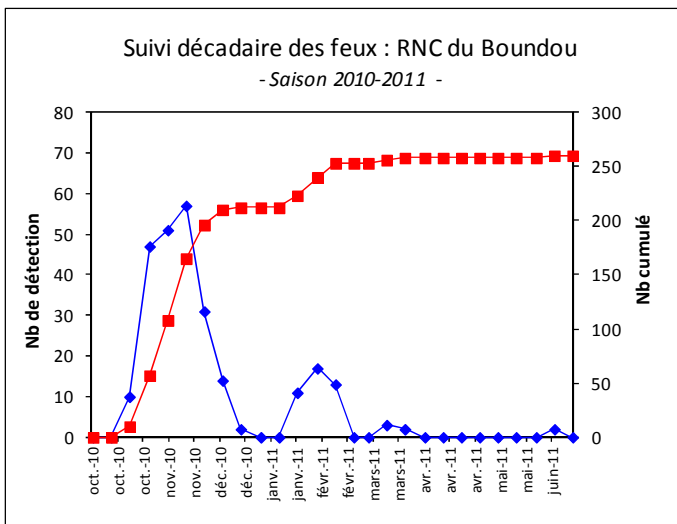
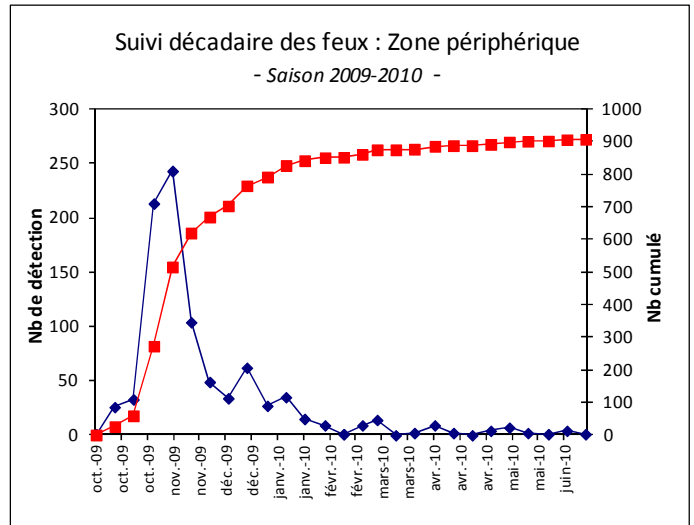
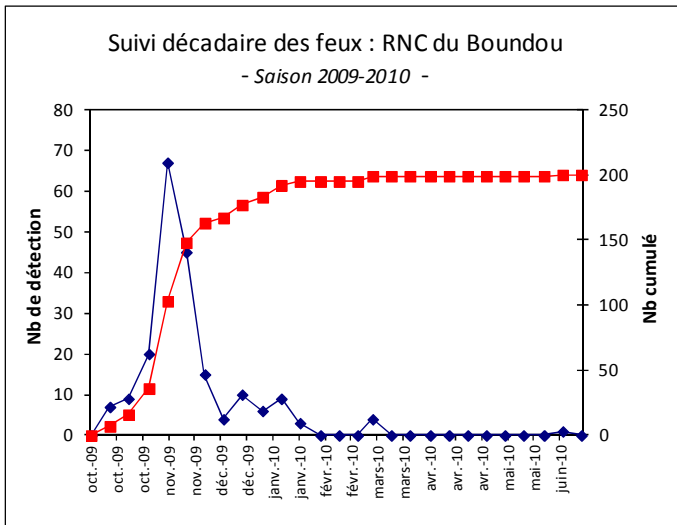
Ces variations atypiques ne se retrouvent pas dans la zone périphérique, ce qui laisse supposer des événements particuliers dans la RNC ces deux dernières années, peut-être liées aux activités humaines plutôt qu'aux variations climatiques. En effet, Il est peu probable que les changements inter-annuels des conditions climatiques soient différents dans la RNC et dans la zone périphérique.

3.1.2. Evolution de la saisonnalité de 2002 à 2012

En remontant jusqu'à la saison sèche 2002-2003, nous avons une vision plus large de l'évolution de la saisonnalité depuis les 10 dernières années. On constate que le pic de feux actifs en début de saison sèche est une constante, dans la RNC comme dans la zone périphérique (**Figure 2**). **Ce pic a lieu généralement la première décade de novembre** (voir **Annexe 2**) mais peut-être décalé en milieu voir en fin du mois de novembre.

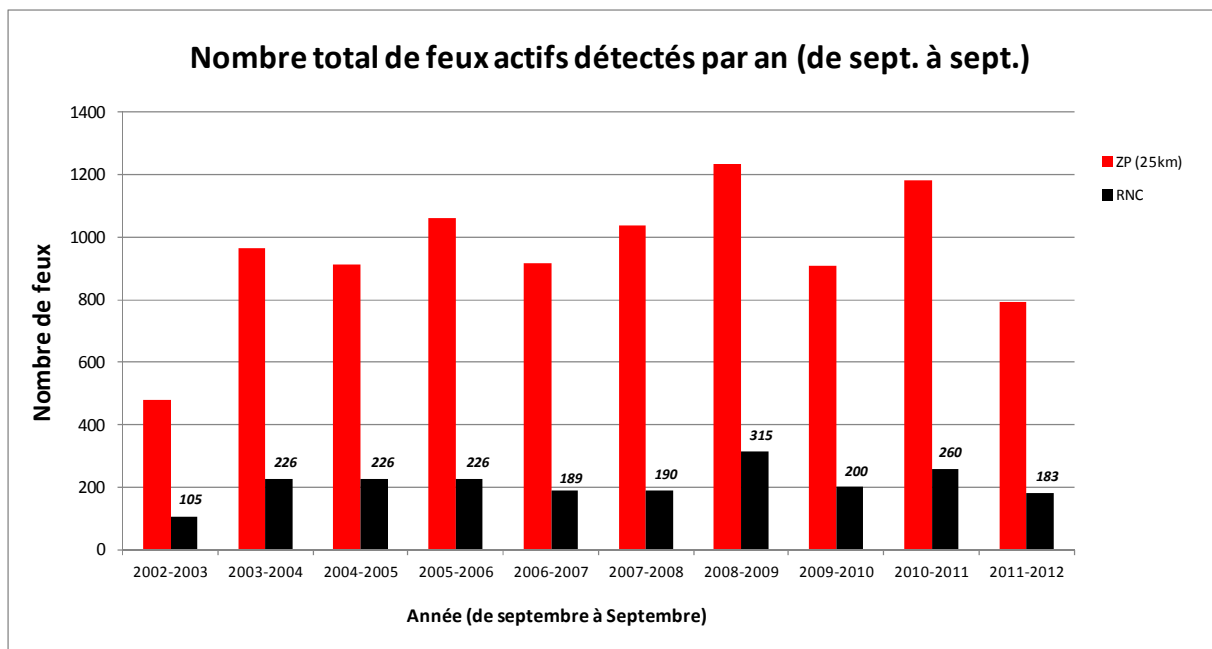
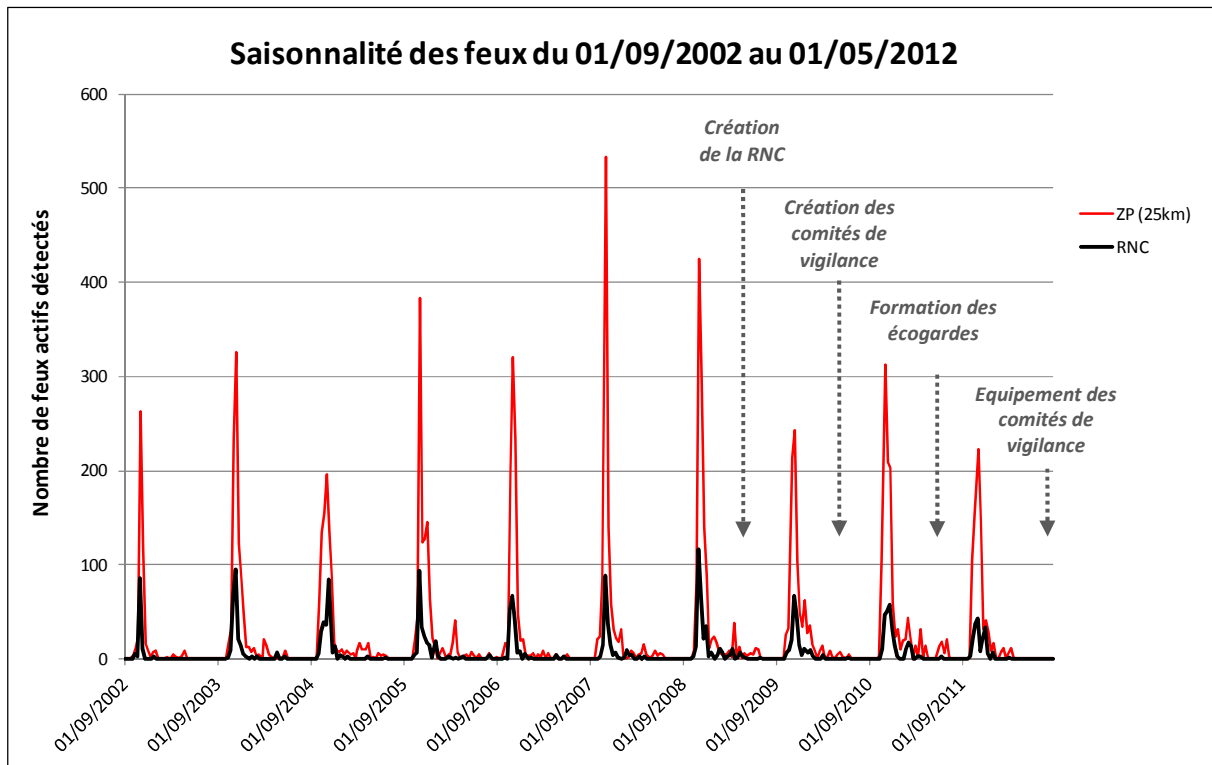
RNC du Boundou

Zone périphérique (25km)



Légende : ◆ Décade ■ Cumul saisonnier

Figure 1. Suivi décadaire des feux actifs dans la RNC et sa zone périphérique, pour les saisons sèches 2009 à 2012.



Bien que le pic soit toujours présent, il est plus ou moins grand et serré. Les particularités observées les deux dernières années (doubles pics) ne se retrouvent pas d'une manière aussi flagrante auparavant. On constate également que la saison 2008-2009 fut particulièrement touchée par les feux. A l'inverse, la saison 2002-2003 a été relativement épargnée. Le nombre total de feux observés par saison est très variable. Il est en moyenne de 212 (\pm 55) dans la RNC et de 949 (\pm 212) dans la zone périphérique. Le nombre beaucoup plus important de feux dans la zone périphérique est normal puisque sa superficie est 5 fois plus grande que celle de la RNC. L'étude des densités (§3.2) permettra de comparer ces deux zones.

Il est difficile en seulement dix années de suivi de dégager une tendance globale concernant la saisonnalité. Cependant, il semblerait que depuis 2008-2009, une phase de décroissance soit observée dans et hors de la RNC : les pics de feux des 3 dernières années sont plus petits et s'étalent dans le temps, et le total des feux actifs par saison est également légèrement en baisse. Le nombre de feux observés dans la RNC en 2011-2012, soit 183 feux, est le plus faible enregistré depuis 2004 (**Figure 3**).

Bien que cette observation soit positive pour la réserve, il n'est pas possible ici de lier cette baisse avec le début de la surveillance de la RNC par les écogardes, formés et équipés en juillet 2011. En effet, la zone périphérique, non surveillée, semble réagir globalement de la même façon que la RNC. Il est donc plus probable que cette baisse soit liée à la faible pluviométrie de l'hivernage 2011 : un déficit de pluie induit une plus faible production végétale herbacées, et par conséquent un stock de combustible moins important. Cette hypothèse est renforcée par le fait que les feux se sont déclarés très tôt cette année là (début octobre), avec un premier pic de feu la 3^e décennie d'octobre (et non la première de novembre), signe d'une sécheresse précoce.

Les données pluviométriques de cette dernière année ne sont pas encore disponibles pour vérifier cette hypothèse. Cependant, la saison 2002-2003, qui enregistre le nombre de feux le plus faible de toute la période, correspond également à l'année la plus sèche enregistrée ces dix dernières années (433,1 mm).

3.2. Densité des feux dans la RNC et dans les AP voisines

3.2.1. Densité des feux dans la RNC du Boundou

Au niveau de la RNC du Boundou, le nombre de feux rapporté par unité de surface (1000 ha) est globalement identique dans la réserve et dans la zone périphérique (**Figure 4b**). Au cours des dix dernières années, cette densité varie entre 1,5 et 2,5 feux / 1000 ha (hormis pour l'année 2002-2003), avec un indice de spécificité compris entre 0,8 et 1,2, sans tendance perceptible (voir **Annexe 3**).

L'indice de spécificité permet de comparer la réserve par rapport à sa zone périphérique. Selon Grégoire (2008), un indice de spécificité entre 1 et 2 démontre une similitude dans le comportement des feux dans et hors de la zone considérée, due à une disponibilité et un agencement comparable du combustible. Ceci qui peut être le signe :

- d'une occupation des sols (villages, cultures...) et/ou d'un type de végétation relativement identique dans et hors de la réserve,
- d'une absence de gestion des feux de brousse dans la réserve.

Ici, l'indice de spécificité est toujours proche de 1 ce qui implique une non différenciation de la RNC par rapport à la zone périphérique. Il n'est inférieur à 1 qu'en 2006-2007 et 2007-2008, deux saisons pendant lesquelles les densités de feux dans la RNC sont légèrement inférieures à celles de la zone périphérique. Le reste du temps, la densité des feux est supérieure dans l'aire protégée.

Bien que la zone périphérique et la RNC du Boundou semblent, *in situ*, être relativement homogènes en termes de végétation, l'occupation humaine y est très différente. Les villages de la RNC se trouvent principalement le long des limites de la réserve, et le centre de celle-ci est quasiment inhabité. Au contraire, la répartition des villages dans la zone périphérique est plus aléatoire. L'étude des surfaces brûlées permettra de préciser ces éléments de comparaison.

3.2.2. Comparaison avec les aires protégées voisines

Dans la Réserve de Faune du Ferlo Sud (RFFS), les densités dans et hors de l'aire protégée sont également très proches et évoluent de la même manière pendant la période étudiée (**Figure 4a**). Elles sont cependant toujours inférieures à 1 feu / 1000 ha, avec un indice de spécificité très variable mais toujours inférieur à 1.

Dans le Parc National du Niokolo Koba (PNNK), la densité des feux dans le parc est cette fois-ci nettement supérieure à celle de sa zone périphérique (**Figure 4c**). On remarque également une légère diminution des densités (dans et hors du Parc) depuis 2004-2005. Cependant, les densités restent fortes, comprises entre 2 et 3,5 feux / 1000 ha pour l'aire protégée. L'indice de spécificité est donc lui aussi toujours élevé : entre 1,3 et 1,6.

La comparaison des 3 graphiques de la **Figure 4** permettent donc de mettre en évidence que :

➤ **Dans les trois cas, la dynamique interannuelle des feux est la même dans l'aire protégée et dans sa périphérie au cours des 10 dernières années.** Ces trois aires protégées se comportent donc d'une manière similaire à leur zone périphérique, ce qui peut être dû à une homogénéité de milieu ou une gestion identique des feux dans et hors de l'aire protégée. Seule une meilleure connaissance de la situation de chaque site permettrait de favoriser l'une ou l'autre des hypothèses.

➤ **Les densités de feux sont très différentes entre les 3 sites et semblent suivre un gradient.** La croissance des densités du Nord au Sud, allant de 1 feu/ 1000 ha dans la RFFS à plus de 2,5 feux / 1000 ha dans le PNNK, peut s'expliquer par l'augmentation de la disponibilité du combustible herbacé entre ces deux zones : peu d'herbacées au nord et beaucoup au Sud. La RNC du Boundou, située dans la zone de transition soudano-sahélienne, montre effectivement des densités intermédiaires. Ces résultats renforcent l'importance de la disponibilité du combustible herbacé dans le déclenchement des feux, et donc le lien entre la pluviométrie (influençant directement la quantité d'herbacées produite) et le déclenchement des feux.

➤ **Aucune tendance à la hausse ou à la baisse de la densité des feux ne ressort clairement de cette analyse pour la dernière décennie.** Dans les 3 cas, l'année 2008-2009 présente les plus fortes densités dans les aires protégées comme dans leur zone périphérique. De même, l'année 2011-2012 présente les densités les plus faibles, depuis 2003-2004 pour la RNC du Boundou et le PNNK, et seulement depuis 2008-2009 pour la RFFS. L'année 2008-2009 fut une année très pluvieuse, alors que l'année 2011-2012 fut très sèche. Sans parler de tendance, ces résultats sont cohérents avec l'hypothèse d'un lien fort entre la quantité de combustible et la densité des feux.

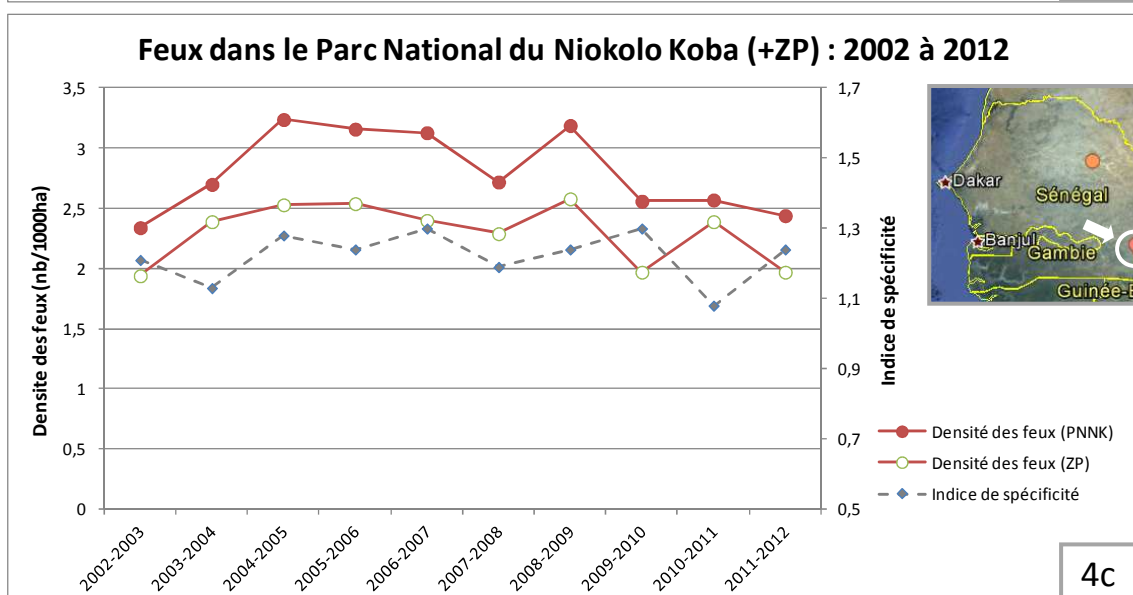
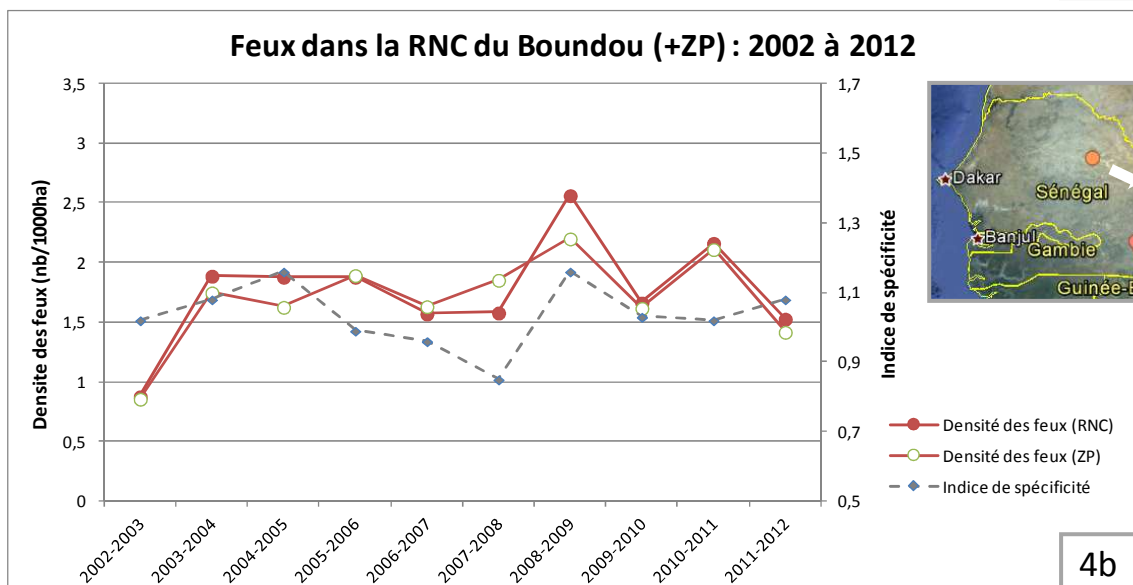
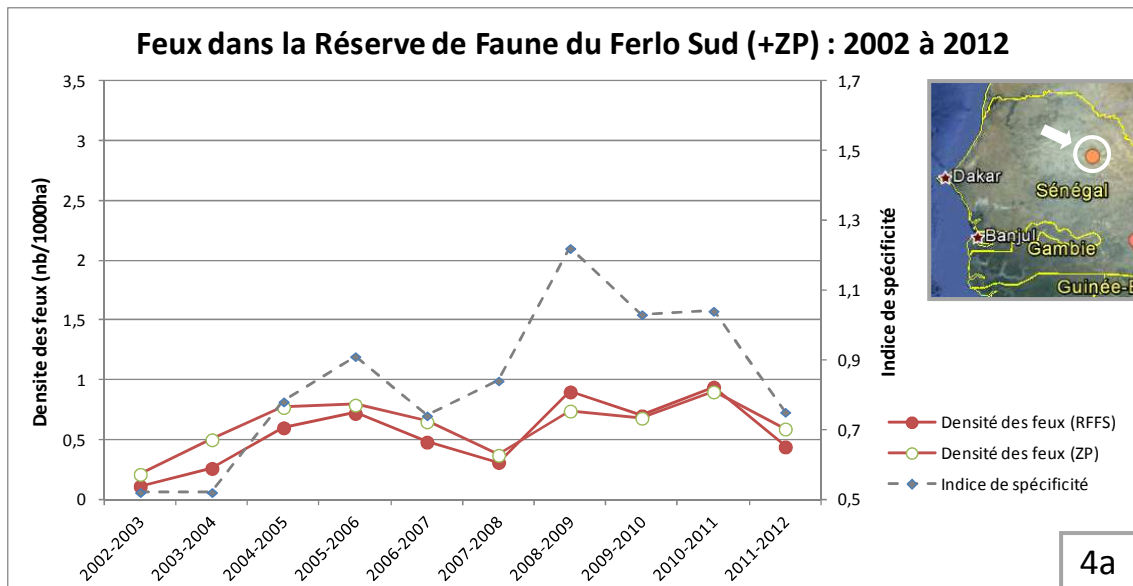


Figure 4. Densité de feux de 2002 à 2012, dans les 3 aires protégées étudiées et leur zone périphérique de 25 km respectives. Carte de localisation des aires protégées : © Google Earth 2012.

3.2.3. Influence de la pluviométrie sur la densité des feux

Les pluies dans le Boundou sont strictement limitées à une seule saison des pluies, ou hivernage, de juin à Octobre. Les précipitations totales annuelles correspondent donc aux précipitations de l'hivernage précédent la saison des feux. Les données pluviométriques relevées dans la station de Goudiry, la plus proche de la RNC, sont les suivantes :

Années	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Précipitations totales en mm	433,1	540,5	787	730,8	458,2	567,5	658,9	786,1	694

Tableau 3. Données pluviométriques de la station de Goudiry de 2002 à 2010.

Si l'on met en relation la densité des feux dans la RNC avec les précipitations de l'hivernage précédent (**Figure 5**), on constate que les années de faibles précipitations correspondent à celle de moindre densité des feux. Inversement, les années de fortes précipitations correspondent à celles de plus forte densité des feux. Il semble donc qu'il y ait bien un lien entre ces deux variables, mais la courte période étudiée ne permet pas d'établir la relation qui lie l'une des variables à l'autre.

Ce résultat est cohérent avec les précédents et tend à prouver que la densité des feux dans la RNC du Boundou est bel et bien influencée par les précipitations de l'hivernage précédent, donc par la quantité de combustible herbacé présent.

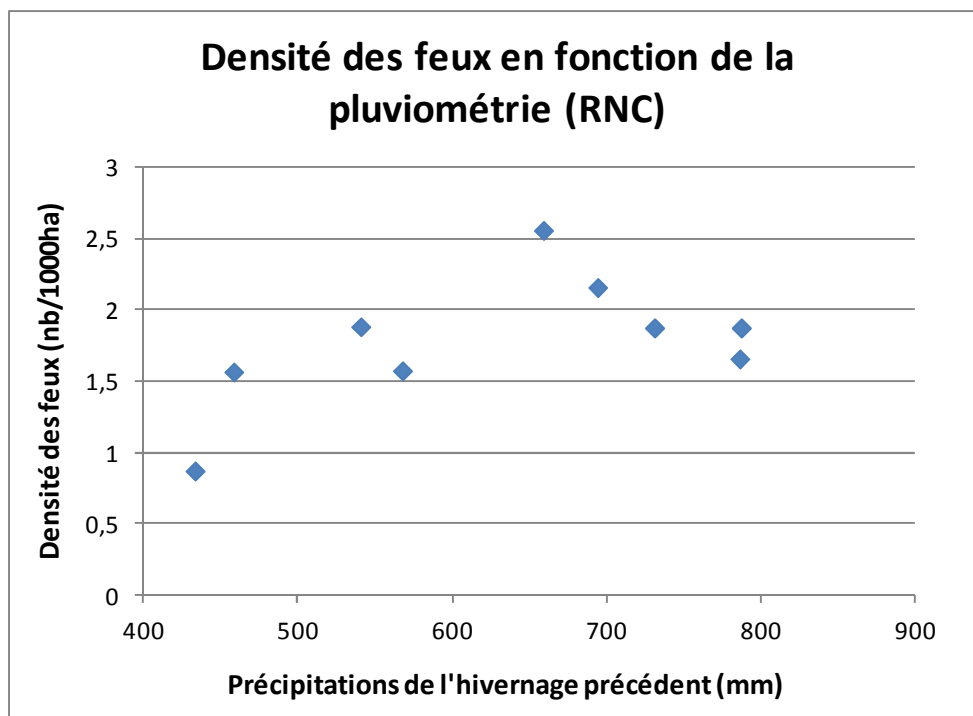


Figure 5. Relation entre les précipitations et la densité des feux dans la RNC du Boundou (période 2002-2012)

3.3. Etendue et localisation des surfaces brûlées

3.3.1. Superficie totale brûlée de 2000 à 2010

En considérant l'ensemble des surfaces brûlées détectées au cours de l'année (toujours centrée de septembre à septembre), on remarque que la superficie totale brûlée dans et hors de la RNC est extrêmement variable entre chaque saison de 2000 à 2010 (**Figure 6**).

Dans la RNC du Boundou, **la fraction brûlée par an varie entre 40 et 80%** (soit du simple au double), ce qui correspond à des superficies de 48 000 ha à 96 000 ha. Il s'agit de pourcentages très élevés, bien supérieurs à ceux de la zone périphérique, qui varient entre 25 et 45%. Cette différence est beaucoup plus marquée qu'avec l'analyse des feux actifs précédente mais va dans le même sens : la RNC est plus touchée par les feux que la zone périphérique. La grande étendue des surfaces brûlées dans la RNC peut s'expliquer par une continuité du tapis herbacé à l'intérieur de la réserve, exempt de village et de champs. La zone périphérique, où la l'occupation humaine est plus forte et la répartition des villages est plus aléatoire, serait au contraire un frein à l'étendue des feux. On peut donc émettre l'hypothèse que la présence et la continuité du tapis herbacé est un facteur primordial qui explique la densité et la répartition des feux.

Par ailleurs, il faut souligner qu'une année fortement brûlée est généralement suivie d'une année moins brûlée. Les saisons les plus fortement touchées sont 2003-2004, 2005-2006 et 2008-2009. Cette dernière saison apparaissait également la plus touchée en analysant les feux actifs. Notons que la saison sèche 2000-2001 est anormalement peu brûlée, mais aucune explication n'est actuellement disponible.

Contrairement aux résultats précédents sur la densité des feux, l'étendue des surfaces brûlées ne semble pas être directement liée aux précipitations de l'hivernage précédent : des années avec des pluviométries comparables, comme en 2001, 2003 et 2007 (autour de 550 mm), ont des superficies brûlées très différentes allant du simple au double (**Figure 8**). Si l'abondance du combustible (favorisée par les pluies) semble bien favoriser les départs de feux, elle n'est pas seule responsable de l'étendue des surfaces brûlées. L'agencement du combustible ne variant pas *a priori* d'une année sur l'autre dans la RNC, il faut donc envisager que d'autres facteurs, tels que le facteur humain, influencent prioritairement les superficies brûlées.

En considérant maintenant le cumul des surfaces brûlées depuis 2000 jusqu'à 2010, on constate qu'en 10 ans la RNC et la zone périphérique ont respectivement brûlées à 95% et 87% (**Figure 7**). En seulement 4 ans, de 2000 à 2004, la superficie totale brûlée atteint déjà 89% dans la RNC et 72% dans la zone périphérique. Ces chiffres très élevés signifient que **l'ensemble du territoire dans et hors de la RNC est touché par les feux**.

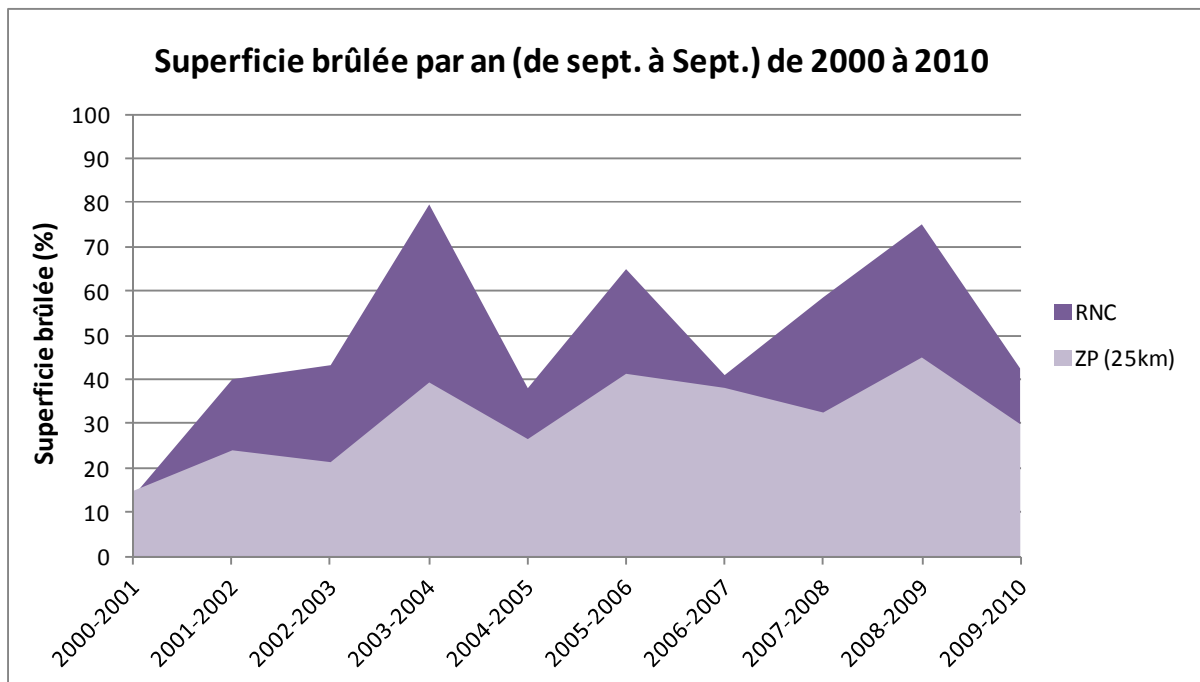


Figure 6. Pourcentage des surfaces brûlées détectées chaque année (de septembre à septembre) entre 2000 et 2010 dans la RNC du Boundou et dans la zone périphérique de 25 km.

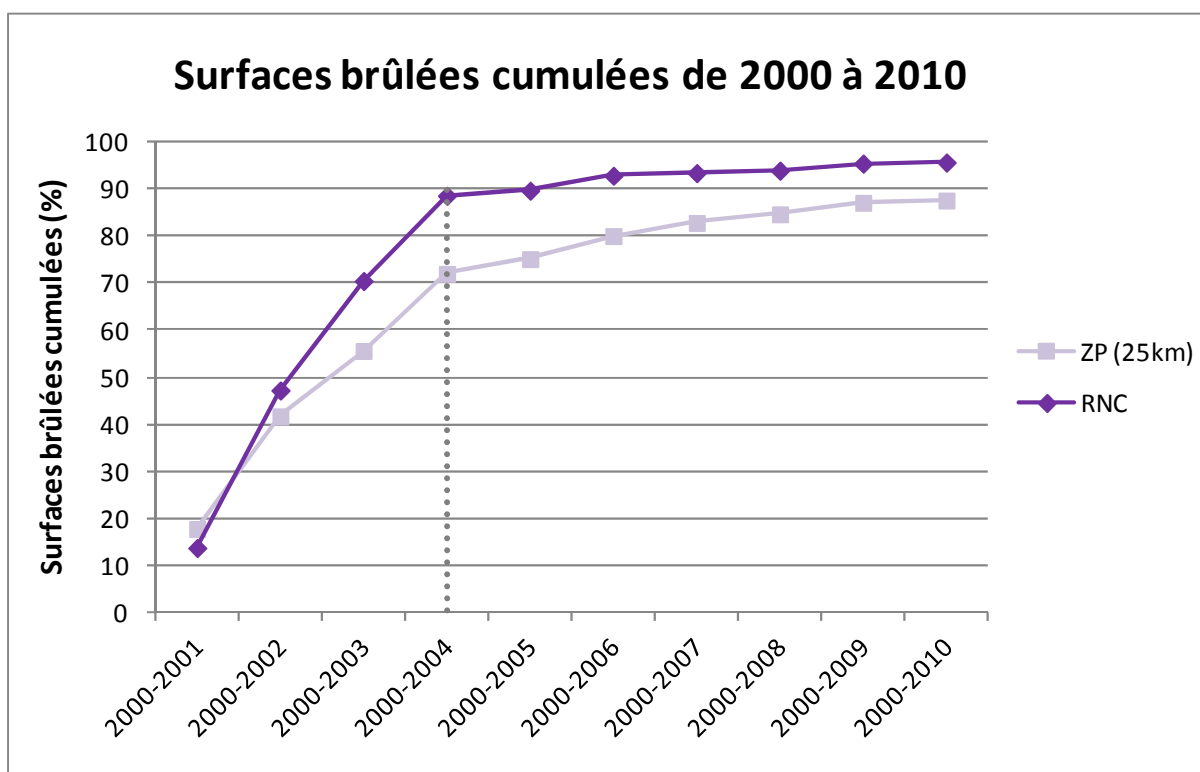


Figure 7. Surfaces brûlées cumulées de 2000 à 2010 (en %)

3.3.2. Localisation des surfaces brûlées dans la RNC

La **Figure 8** présente la localisation des feux dans la RNC du Boundou pour chaque année de 2000 à 2010. On y retrouve l'alternance entre les années fortement et faiblement brûlées. Les feux touchent globalement l'ensemble du territoire de la RNC, mais de manière différente chaque année.

Il semble que la zone centrale et la zone sud soient plus souvent affectées par les feux que les pourtours nord, est et ouest de la RNC. La carte 2000-2010, qui est la superposition de l'ensemble des cartes, permet de visualiser clairement les zones qui n'ont pas brûlé en 10 ans (4,8% de la superficie totale). La carte de la fréquence des feux permettra d'interpréter ces résultats plus en détail.

3.3.3. Fréquence des brûlis de 2000 à 2010

Puisque les feux de brousse touchent quasiment l'ensemble de la RNC, la fréquence de passage d'un feu sur une même surface est alors un paramètre important à considérer. En effet, les conséquences des feux sur le sol et la végétation dépendent de leur fréquence de passage.

Les **Figures 9 et 10** mettent en évidence que la majeure partie de la RNC a brûlé entre 5 et 7 fois en 10 saisons sèches. 49% de la RNC ont brûlé plus de 5 fois pendant cette période, soit plus d'une fois tous les deux ans. Ce résultat est proche de celui de Barbosa et al. (1999), qui en analysant les surfaces brûlées à l'échelle du continent africain entre 1981 et 1991 ont trouvé que 51% de la superficie du continent africain ont brûlé plus d'une fois tous les 2 ans.

En regroupant ses données par classe, on aboutit aux résultats suivants : 5% n'ont pas brûlé, 30% ont brûlé entre 1 et 4 fois, 60% entre 5 et 8 fois, et 5% 9 fois et plus. En de très rares occasions (0,04%), une même surface a pu brûler 2 fois la même année. Cette classification permet de présenter la carte des fréquences des feux dans la RNC et dans la zone périphérique (**Carte 1**). Les principales conclusions tirées de cette carte sont les suivantes :

Dans la RNC du Boundou :

- Les zones non brûlées correspondent aux emplacements des villages entourés des espaces cultivés. Ces zones s'étendent au maximum dans un rayon de 4 km autour des villages. Il s'agit de zones peu propices aux feux puisqu'aménagées par l'homme. Notons que les brûlis des espaces cultivées, pratiqués fin juin dans la zone, n'apparaissent pas dans les données, peut-être à cause de leur brièveté ou de leur faible intensité.

Quelques toutes petites zones au cœur de la RNC ont également été épargnées par les feux. Il s'agit *a priori* de forêts galeries encore assez denses, le long de la rivière permanente (la Falémé) et des marigots les plus importants de la RNC (notamment celui reliant les sites de Wendou Fodé, Anguili et Pete Tunte, au sud ouest de la RNC). Ces sites peuvent être des points d'étude intéressants pour comparer l'impact des feux sur la composition floristique des strates et la composition des sols.

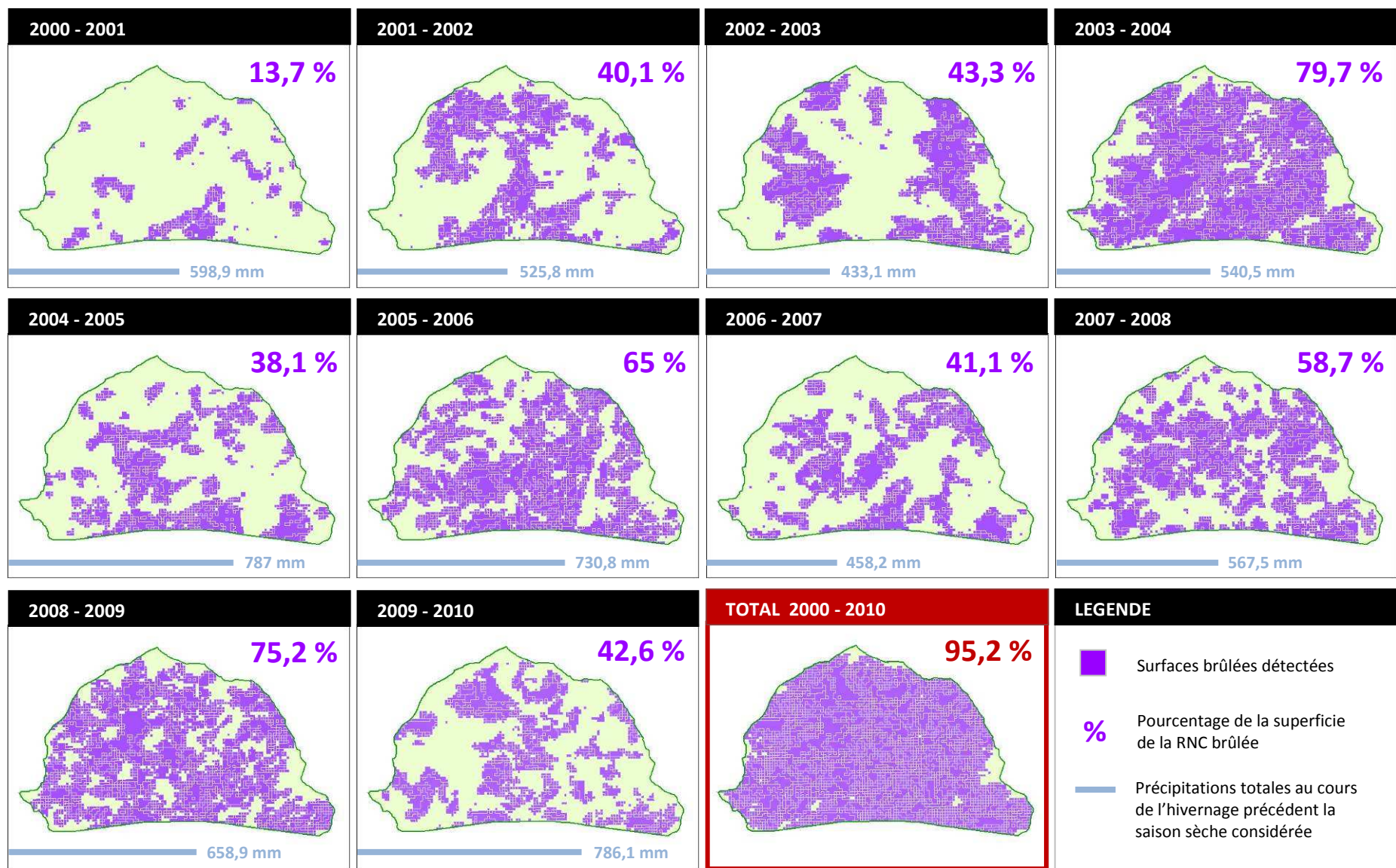


Figure 8. Surfaces brûlées dans la RNC du Boundou au cours de chaque année (de sept. à sept.) de 2000 à 2010. La dernière carte représente l'ensemble des surfaces brûlées au cours de la période 2000-2010 : seul 4,8 % de la RNC n'ont pas brûlé au cours des 10 dernières années.

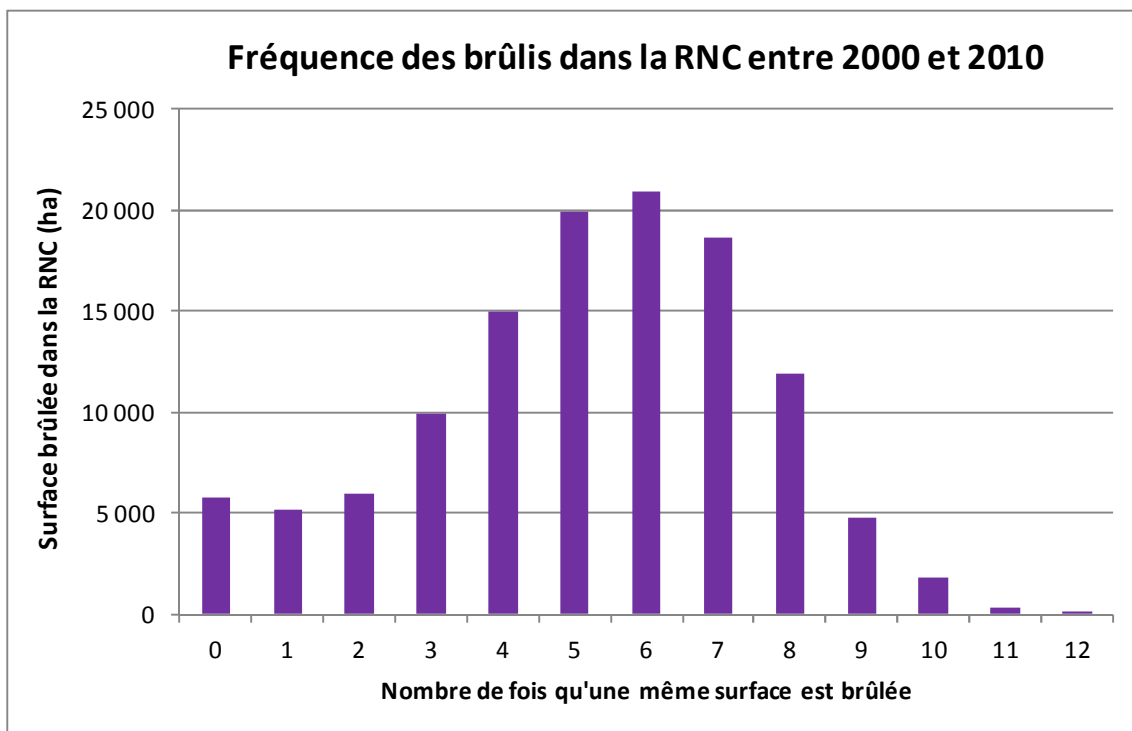


Figure 9. Fréquence des brûlis dans la RNC du Boundou entre 2000 et 2010

- Les zones peu brûlées (entre 1 à 4 fois) se retrouvent en périphérie des villages, autour des mares temporaires principales et le long de certaines portions de marigots. Il est probable que la surveillance par les villageois, plus forte aux alentours des villages et des mares, protège relativement ces sites des feux. Au niveau des marigots les plus importants, les forêts galeries plus denses doivent être moins sensibles au feu.
- Les zones les plus brûlées concernent le cœur de la RNC et le Sud, comme le présentait la Figure 8. Il s'agit de zones peu surveillée car éloignées des villages, mais fortement fréquentées par les éleveurs (locaux et transhumants) et autres exploitants de produits forestiers. De plus, un grand nombre de petits marigots se trouvent touchés par les feux, ce qui suggère qu'ils ne sont pas entourés de forêts galeries, ou que cette dernière est fortement dégradée.

Dans la zone périphérique :

- On remarque clairement une dissymétrie entre l'ouest de l'est de la zone périphérie et au delà. Les feux sont beaucoup moins fréquents et fractionnés à l'Ouest, alors que l'Est est très fortement touché.

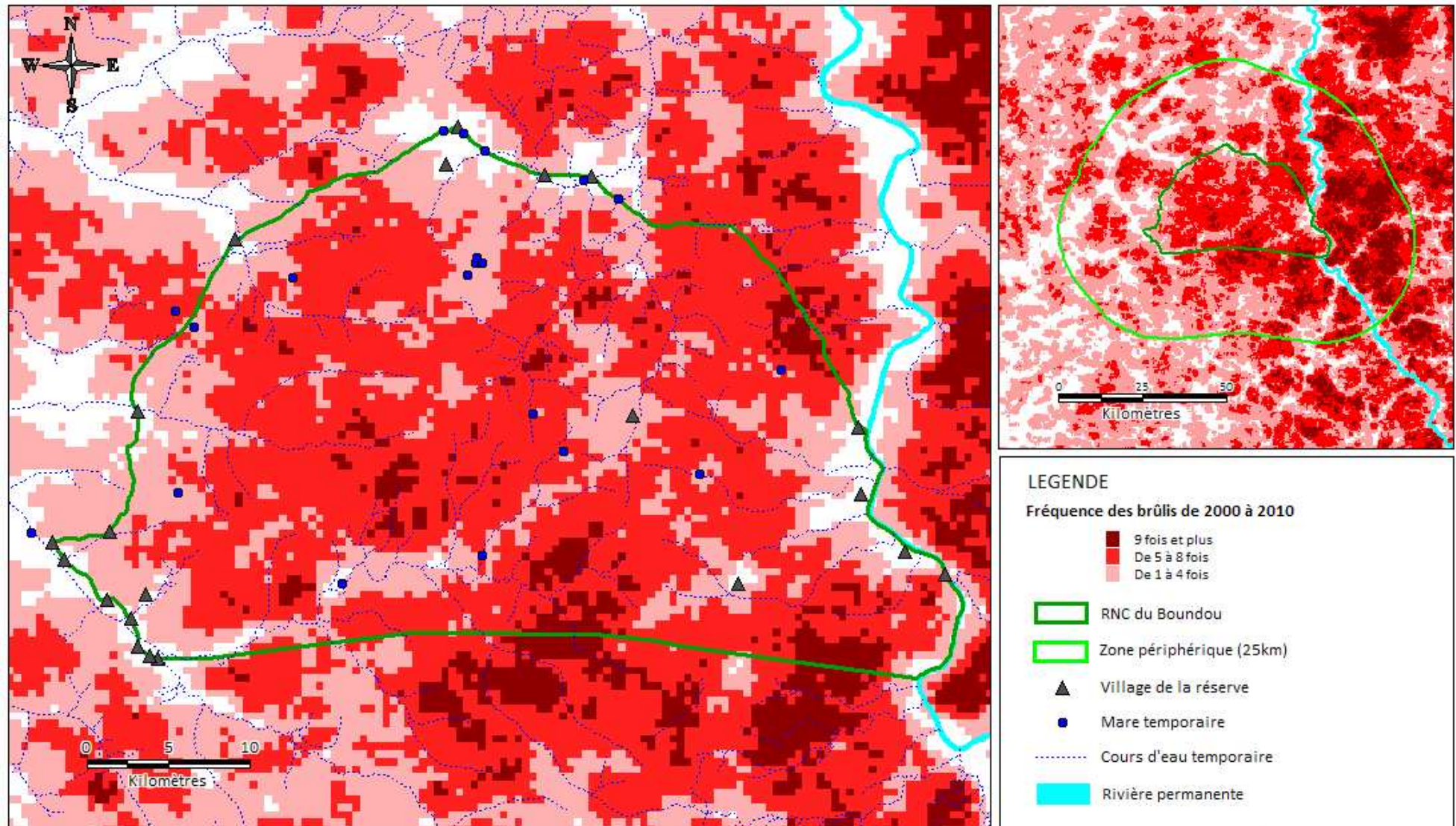
La zone Ouest correspond à un territoire occupé par de nombreux villages et zones cultivées. Les surfaces brûlées sont donc logiquement morcelés et les feux moins fréquents. La zone Est (le long de la Falémé) est quand à elle très peu peuplée et connue pour être un couloir de passage des transhumants très fréquenté, qui sont fortement suspectés par les populations locales de déclencher des feux de brousse.



Fréquence des brûlis dans la RNC du Boundou de 2000 à 2010

FENÊTRE RESTREINTE À LA RNC DU BOUNDOU

FENÊTRE ÉLARGIE



Carte 1. Fréquence des brûlis dans la RNC du Boundou

3.3.4. Surfaces brûlées et types de végétation (2009-2010)

Les analyses précédentes ont prouvé que la quasi-totalité de la RNC subit le passage des feux. Cependant, on peut se demander si les différentes strates d'occupation du sol sont touchées de la même manière par les feux. Bien que les données sur la végétation ne soient pas disponibles pour toute la période considérée, un test est réalisé sur la saison 2009-2010, correspondant à la date de la carte d'occupation des sols disponible.

Strates	Superficie de la strate		Superficie brûlée	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Savanes arbustives	76 360	63,7 %	35 690	46,7 %
Formations boisées - Forêts galeries	34 478	28,8 %	12 630	36,6 %
Savanes herbeuses	7 334	6,1 %	2 417	33 %
Surfaces cultivées	1 642	1,4 %	58	3,5 %
Total	119815	100 %	51143	42,6 %

Tableau 4. Surfaces brûlées par strate de végétation en 2009-2010 dans la RNC du Boundou

En 2009-2010, 42,6% de la RNC ont été brûlé (**Tableau 4**). La strate la plus touchée par ces feux est la savane arbustive, puisque que 46,7% de cette strate a été brûlée. Les formations boisées et les savanes herbeuses ont quant à elle brûlées à 36,6 et 33%, soit le tiers de leur superficie. Les surfaces cultivées sont elles presque totalement épargnées par les feux (3,5% seulement), ce qui est logique puisqu'elles ne sont plus que des sols nus pendant la saison des feux.

Ces résultats conduisent à faire les remarques suivantes :

- Le tapis herbacé, principal combustible qui permet la propagation des feux, doit être présent de manière importante et continue dans les strates de savanes arbustives, savanes herbeuses et formations boisées. Ceci implique une relative homogénéité entre les 3 strates en termes de composition floristique.
- Les formations boisées, qui incluent les forêts galeries, sont anormalement touchées par les feux. Ceci pourrait être le signe d'une dégradation de ces forêts galeries. Cependant, la carte d'occupation des sols actuelle, obtenue par traitement d'une image Landsat, ne permet pas de distinguer les forêts galerie des savanes boisées, ce qui limite les possibilités d'analyse. En effet, il est possible que les forêts galeries en tant que telle ne représentent qu'une petite fraction de cette strate.

3.4. Gestion des feux dans la RNC

3.4.1. Les causes des feux de brousse (rappel des enquêtes de 2009)

Pour l'ensemble de la population de la RNC, les feux sont considérés comme néfastes pour l'environnement, détruisant les ressources ligneuses et perturbant de ce fait le cycle des pluies. La cause de ses feux est toujours perçue comme un facteur humain, accidentel ou volontaire, et différents acteurs sont incriminés (Tableau 4). Les groupes les plus souvent cités sont les transhumants et les récolteurs de miel, qui sont nombreux et se répartissent dans l'ensemble de la RNC. Cependant, il n'est pas possible de déterminer la part de responsabilité de chaque groupe et ces indications reflètent uniquement les impressions des populations.

Notons que les pratiques agricoles n'ont pas été citées comme cause potentielle de départ des feux. Pourtant, le feu est fréquemment utilisé en fin de saison sèche (écobuage, défrichage de nouveaux champs) et la non maîtrise de ces derniers pourraient également provoquer des feux de brousse tardifs.

Acteurs	Mise à feu	Explication
TRANSHUMANTS	Volontaire Accidentelle	>> Ouverture du passage pour les grands troupeaux (début de la transhumance) >> Feux de camp mal éteints
ELEVEURS LOCAUX	Volontaire Accidentelle	>> Désherbage pour diminuer le risque de perte du bétail (petits ruminants) >> Feux de camp mal éteints
CHASSEURS	Volontaire Accidentelle	>> Ouverture du milieu pour une meilleure visibilité des proies >> Feux de camp mal éteints (affûts)
RECOLTEURS DE MIEL	Accidentelle	>> Feux pour faire fuir les abeilles non maîtrisé ou mal éteint.
RECOLTEUR DE GOMME OU DE PAIN DE SINGE	Volontaire	>> Ouverture du milieu pour faciliter l'accès
FUMEURS	Accidentelle	>> Cigarette jetée
FEMMES FABRIQUANT DU SAVON TRADITIONNEL	Accidentelle	>> Feux nécessaires à la fabrication mal éteint

Tableau 4. Origine des feux de brousse d'après la population de la RNC.

3.4.2. Les premières actions de gestion des feux dans la RNC

Depuis sa création en 2009, la RNC du Boundou met en œuvre les actions du plan de gestion, dont certaines sont directement liées à la gestion des feux de brousse, qui constituent une très forte pression sur l'environnement. Les actions ainsi initiées sont présentées dans le Tableau 5.

Tout d'abord, un appui particulier a été donné aux apiculteurs de la RNC, souvent accusés être à l'origine de nombreux feux accidentels, notamment en fin de saison sèche. L'utilisation de combinaisons et d'enfumoirs pour la récolte permet de ne pas utiliser le feu et donc d'éviter tout risque d'incendie. La dotation de ruches kenyanes a également permis d'initier les apiculteurs aux techniques modernes, qui leur permettront à terme d'avoir une production de miel suffisante pour laisser complètement les essaims sauvages.

En parallèle de cette activité de développement local, un appui à l'organisation et à la surveillance de la RNC a été réalisé en partenariat avec les services des Eaux et Forêts. Ainsi, des comités de vigilance ont été créés, puis des écogardes ont été formés et équipés. La surveillance de la zone est en effet primordiale pour éviter les feux tardifs et protéger les sites sensibles.

Cependant, il est encore tôt pour étudier l'impact de ces mesures de gestion, qui en sont encore au tout début de leur réalisation. De plus, certaines actions prévues dans le plan de gestion n'ont pas encore été initiées. Il s'agit des séances de sensibilisation des villageois, de l'entretien de pistes pare-feu, des mises à feu précoces et de la réglementation de l'élevage dans la RNC.

Date de début de l'action	Action	Acteurs ciblés	Etat d'avancement
Janvier 2010	>> Formation des récolteurs de miel à l'apiculture moderne (dotations de ruches kenyanes, combinaisons et d'enfumoirs) >> Charte de bonne pratique de l'apiculture (règles de sécurité et de protection de l'environnement)	<i>Apiculteurs</i>	>> 87 ruches kenyanes installées >> 80 apiculteurs formés et équipés >> 1 GIE des apiculteurs créé nommé « Limbam Boundou »
Novembre 2010	>> Création de comités de vigilance dans chacune des 4 zones de la RNC, composés d'une commission feux de brousse	<i>Tous</i>	>> Comités créés mais manque d'opérationnalité
Avril 2011	>> Délimitation de la RNC (pancartage)	<i>Tous</i>	>> Certains panneaux ont été dégradés rapidement (actes de délinquance)
Juillet 2011	>> Formation et équipement de 20 écogardes , soit 5 écogardes par zone	<i>Tous</i>	>> Tournées de surveillance de la RNC organisées >> Partenariat avec les Eaux et Forêts >> Bilan mensuel par le garde animateur
Février 2012	>> Dotation des comités de vigilance en petit matériel de lutte contre les feux (batte-feu...)	<i>Tous</i>	>> Quantité de matériel insuffisant pour tous les villages

Tableau 5. Actions de gestion des feux de brousse initiées dans la RNC du Boundou



Récolte traditionnelle du miel avec le feu



Formation des apiculteurs de la RNC (2010)



Transhumants traversant la RNC



Feu de camp d'éleveurs, mal éteint



Ecogarde formé et équipé (2011)



Feux lors du pic du mois de novembre



Panneaux de délimitation de la RNC du Boundou

4. CONCLUSION

En résumé...

Les données analysées dans ce rapport confirment que les feux de brousse sont un phénomène fréquent qui touche actuellement l'ensemble du territoire de la RNC du Boundou. De manière générale, la saison des feux s'étend d'octobre à avril, période qui correspond au début et au milieu de la saison sèche. Cependant, la distribution temporelle des feux est très inégale au cours de cette saison, avec un pic principal au mois de novembre (souvent pendant la première décennie).

Au cours de la dernière décennie, il est difficile de dégager une tendance nette de la dynamique des feux dans la RNC du Boundou et sa zone périphérique. Cependant, depuis 2008-2009, année exceptionnellement touchée par les feux, le nombre de feux a diminué pour atteindre un minimum jamais enregistré depuis 2004 (pic moins intense et nombre de feux total plus faible). Le suivi des feux pendant les années à venir nous permettra de confirmer s'il s'agit d'une réelle baisse de l'activité des feux. Le démarrage des actions de préservation dans la RNC du Boundou, notamment celles liées à la gestion des feux de brousse, devrait normalement contribuer à une baisse visible des feux au sein de la réserve.

La mise en œuvre de ces actions est d'autant plus urgente que les feux touchent la quasi-totalité de la RNC : en seulement 4 ans, 90% de la superficie de la RNC a brûlé. En 10 ans, 95%. Chaque année depuis 2002-2003, c'est entre 40 et 80% de la superficie de la RNC qui brûle. Hormis les villages et les surfaces cultivées qui les entourent, l'ensemble du territoire de la réserve a connu des épisodes de feux depuis 2000. Les zones centrales et sud de la RNC sont très fréquemment touchées : 49% de la RNC a brûlé plus d'une fois tous les 2 ans. 5% a brûlé chaque année.

Les strates de savanes arbustives, de savanes herbeuses et de formations boisées sont toutes les trois fortement brûlées, ce qui suppose la présence et la continuité de combustible (tel que le tapis herbacé) favorable au départ et à la propagation des feux. Un passage aussi fréquent des feux et sur de si grandes étendues ne peut avoir que des effets néfastes sur le milieu, en particulier sur l'évolution de la végétation (Mbow et al. 2006). L'inventaire floristique en cours dans la RNC permettra notamment d'étudier l'impact des feux sur la végétation en termes de diversité spécifique.

L'indice de spécificité, calculé à partir de la densité cumulée des feux actifs détectés chaque année, indique un non isolement de la RNC par rapport à la zone périphérique. Cependant, l'étude des surfaces brûlées met en évidence une distribution spatiale des feux très différente entre l'intérieur et l'extérieur de la réserve. Contrairement à la RNC, la zone périphérique n'a brûlé qu'entre 25 et 45% chaque année, et principalement à l'Est de la rivière Falémé. A l'Ouest, les feux sont morcelés et beaucoup moins fréquents.

L'occupation humaine est le facteur qui expliquerait le mieux cette distribution : la zone Ouest est relativement peuplée et cultivée alors que la zone Est ne l'est quasiment pas. Selon Grégoire & al. (*sous presse*), les zones agricoles tendraient à diminuer les surfaces brûlées, en morcelant les étendues herbeuses favorables à la propagation des feux. De plus, la zone située à l'Est de la Falémé est connue pour être un couloir de passage très fréquenté par les transhumants, généralement accusés par la population locale de mettre le feu à la brousse pour faciliter le passage des troupeaux. Les transhumants, venant du Nord, traversent la Falémé d'Est en Ouest juste au niveau de la RNC pour continuer vers le Sud. Ils rechercheraient les zones les moins surveillées pour faire passer leur bétail et échapper ainsi à la surveillance des populations sédentaires.

Cette observation, qui à elle-seule ne permet pas d'incriminer les transhumants, est toutefois un élément de sensibilisation important au niveau de la réserve, mais aussi au niveau des autorités administratives impliquées dans la gestion de l'élevage à l'échelle régionale, qui alerte sur l'avenir de la poche de la Falémé très fortement soumise au feu.

La thématique de la transhumance est d'autant plus importante qu'elle pourrait encore s'intensifier avec les sécheresses et la dégradation des terres au Nord. La comparaison des aires protégées du Ferlo Sud et du Niokolo Koba montre clairement que les feux sont beaucoup plus présents au Sud, selon un gradient qui suit celui des précipitations, donc celui de la disponibilité du combustible herbacé. Il semble donc que dans la zone considérée, le tapis herbacé soit le principal facteur qui explique la dynamique des feux : sa présence augmente le nombre de feux détectés, et sa continuité semble également favoriser sa diffusion. Ainsi, un déplacement annuel des transhumants dans les zones de savanes soudaniennes riches en hautes herbacées pourrait fortement augmenter la densité des feux et avoir un impact négatif très important sur l'équilibre de ces milieux.

Les perspectives...

- **L'analyse de l'intensité des feux** permettrait de mieux estimer l'impact des feux sur le milieu. Il est possible d'estimer l'intensité à partir des valeurs FRP (Fire Radiative Power) fournies avec les produits « feux actifs » du CCR. Ainsi, il serait possible de faire ressortir les périodes de plus fortes activités et d'éventuelles variations interannuelles. La même analyse par strate de végétation permettrait de voir si certaines states sont plus fortement touchées que d'autres.
- **L'étude approfondie des causes des feux** est nécessaire pour proposer des mesures de gestion acceptées par les populations locales. Il serait particulièrement intéressant de déterminer les périodes et les zones d'utilisation du territoire par les différents auteurs potentiels, afin de visualiser l'impact de leurs activités sur les mises à feu. Une étude en partenariat avec l'Institut des Sciences de l'environnement de Dakar, mettant en avant une approche sociologique, permettrait d'avoir une vision complémentaire de la problématique des feux.
- **D'ores et déjà, une protection spécifique des forêts galeries doit être envisagée.** En effet, il semble que les forêts galeries entourant les marigots soient souvent touchées par les feux, ce qui porte atteinte à leur diversité spécifique et leur densité. A terme, la disparition des forêts galeries aurait un impact négatif sur les cours d'eau temporaires. Une ou plusieurs mises en défens au niveau des sites d'Anguili, Wendou Fodé et Pete Tunte permettraient de préserver les dernières réelles forêts galeries de la RNC.

BIBLIOGRAPHIE

BARBOSA P. M., STROPPIANA D., GRÉGOIRE J.-M. **1999**. *An assessment of vegetation fire in Africa (1981-1991): Burned areas, burned biomass, and atmospheric emissions*. Global biogeochemical cycle, vol.13 n°4, p.933-950.

CLEMENT C. & SOW D. **2009**. *Plan de préservation et d'interprétation de la RNC du Boundou, 2009-2015*. 161p.

MBOW C., RASMUSSEN K., NIELSEN T. T., SAMBOU B. et WARDELL D. A. **2006**. Bush fires impacts and implications in West African Savanna ecosystems. The 17th Danish Sahel Workshop 2006.

FAYE L. C., **2011**. *Dynamique de l'occupation du sol dans la Réserve Naturelle Communautaire (RNC) du Boundou (Tambacounda, sud-est du Sénégal) de 1974 à 2010*. Institut des Sciences de l'Environnement – Université Cheikh Anta Diop de Dakar. 73p.

GRÉGOIRE J.-M. & SIMONETTI D. **2008**. *Dynamique des brûlis dans les aires protégées du réseau SUN [Bénin, Burkina Faso, Niger et Sénégal], Saison sèche 2007-2008 : octobre 2001 – mars 2008*. Joint Research Centre – Institute of Environnement and Sustainability (EUR23685FR), 44 p.

GRÉGOIRE J.-M., EVA H.D., BELWARD A.S., PALUMBO I., SIMONETTI D. et BRINK A. **Sous presse**. *The impact of land cover change on Africa's burnt area*. International Journal of Wildland Fire.

Annexe 1

Présentation du site Internet du Centre Commun de Recherche de la Commission Européenne / « Global Environment Monitoring Unit »

Adresse web : <http://bioval.jrc.ec.europa.eu/APAAT/fr/>

Commission européenne
Centre Commun de Recherche
Global Environment Monitoring Unit

Commission Européenne > JRC > IES > GEM > Aires protégées africaines

Senegal

Select a protected area

- Select a protected area
- Basse-Casamance
- Boundou
- Delta du Saloum
- Djoudj
- Ferlo-Nord
- Ferlo-Sud
- Foret de Patako
- Ndiael
- Niokolo-Koba

Introduction

Évaluation

Aires Protégées

Utilisateurs

Conclusions principales

Situation Nationales

Feux

Alertes!

Méthodes

Jeux de Données

Le site d'information est une première tentative d'évaluation des Aires Protégées utilisant des jeux de données standards par arcs individuels ou des évaluations (et 2005 et al.). Ce site d'information décrit 741 aires protégées réparties dans 50 pays et inclut des informations sur 280 mammifères, 381 espèces d'oiseaux et 930 espèces d'amphibiens. Une vaste gamme d'informations climatiques, environnementales et socio-économiques est également disponible. Le but de ce travail est de fournir aux décideurs un outil régulièrement mis à jour pour évaluer l'état des Aires Protégées (AP) en Afrique en les classant selon des critères de biodiversité et de pression sur ces AP afin de faciliter la prise de décisions qui pourraient impliquer un soutien financier. Nous cherchons continuellement à améliorer et mettre à jour ce site. Nous serions donc heureux de recevoir vos commentaires et suggestions qui pourraient nous aider à fournir un meilleur service.

Dans la bande supérieure, sélectionner « SENEGAL » et « BOUNDOU »

Commission européenne
Centre Commun de Recherche
Global Environment Monitoring Unit

Commission Européenne > JRC > IES > GEM > Aires protégées africaines

Senegal

Boundou

Sélectionner l'année d'intérêt: de: 2011 à: 2012

Mise à jour des cartes et statistiques

Carte

Dans la carte ci-dessous il est possible de visualiser plusieurs niveaux d'information sur les Feux Actifs et l'étendue des Surfaces Brûlées, dans l'aire protégée et dans une zone périphérique de 25 km.

Liens vers les sources des données: MODIS Rapid Response

Couches supérieures: Feux Actifs Surfaces Brûlées AP + zone 25km

Fond: OpenLayers WMS Google Physical Google Satellite

Légende: Pa, Pa + 25km, Fires, Modis Burnt Surfaces

Réglez le curseur sur la période souhaitée et cliquez sur « feux actifs » et/ou « surfaces brûlées »

APAAT - The assessment of African protected areas - European Commission - Mozilla Firefox

bioval.jrc.ec.europa.eu/APAAT/fr/

Commission européenne
Centre Commun de Recherche
Global Environment Monitoring Unit

Commission Européenne > JRC > IES > GEM > Aires protégées africaines

Senegal Boundou

3

Réglez la zone d'observation et l'échelle de la carte à l'aide zoom

démarrer APAAT - The a... iTunes 3 Microsoft O... 2 Microsoft O... Bilan global FA ... Feux Adobe Photoshop FR 13:53

APAAT - The assessment of African protected areas - European Commission - Mozilla Firefox

bioval.jrc.ec.europa.eu/APAAT/fr/

Commission européenne
Centre Commun de Recherche
Global Environment Monitoring Unit

Commission Européenne > JRC > IES > GEM > Aires protégées africaines

Senegal Boundou

Statistiques et figures couvrent la période de 1er décade de Sep 2011 à 1er décade de Avr 2012

Feux Actifs		AP	zone des 25km
Nombre de détections dans la dernière décade		0	0
Nombre de détections dans la période sélectionnée		183	794
Densité de feu (# feux / 1000ha) dans la dernière décade		0.00	0.00
Densité de feu (# feux / 1000ha) dans la période sélectionnée		1.53	1.42
Indice de Spécificité de feu		1.08	

Surfaces brûlées		AP	zone des 25km
Surface brûlée (ha) dans la dernière décade		NA	NA
Surface brûlée (ha) dans la période sélectionnée		NA	NA
Fraction de l'AP brûlée dans la dernière décade (%)		NA	NA
Fraction de l'AP brûlée dans la période sélectionnée (%)		NA	NA

Nombre cumulé de détections pour la période sélectionnée

4

Observez directement les statistiques calculées sur la période demandée

démarrer APAAT - The a... iTunes 3 Microsoft O... 2 Microsoft O... Bilan global FA ... Feux Adobe Photoshop FR 13:55

5
Téléchargez les données au format « Shape » (ArcGis) pour les utiliser dans un SIG

Commission européenne
Centre Commun de Recherche
Global Environment Monitoring Unit

Commission Européenne > JRC > IES > GEM > Aires protégées africaines
Senegal | Boundou

Télécharger les données
Les données de Feux Actifs et de Surfaces Brûlées MODIS, correspondant à l'aire protégée sélectionnée et pour la période d'intérêt choisie, sont accessibles dans le tableau ci-dessous.

Donnée	Télécharger
Feux Actifs MODIS de 1er décade de Sep 2011 à 1er décade de Avr 2012	
Surfaces Brûlées MODIS de 1er décade de Sep 2011 à 1er décade de Avr 2012	
Image MODIS de 2011-12-18	
Image MODIS de 2011-12-11	
Plus d'images MODIS	+/-

Documents supplémentaires +/-

Références bibliographiques

- Davies, D.K., Ilavajhala, S., Wong, M.M., and Justice, C.O., 2009 Fire Information for Resource Management System: Archiving and Distributing MODIS Active Fire Data. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 47 (1):72-79.
- FIRMS The Fire Information for Resource Management System.

Windows taskbar: démarrer | APAAT - The a... | iTunes | 3 Microsoft O... | 2 Microsoft O... | Bilan global FA... | Feux | Adobe Photoshop | FR | 13:57

Personne ressource :

Jean-Marie GREGOIRE

Joint Research Centre (JRC) of the European Commission
Institute for Environment and Sustainability (IES)
Global Environment Monitoring Unit (GEM)

address: JRC/TP 440 - Via Fermi, 2749 - 21027 Ispra (VA) ; Italy
tel/fax: +39.0332.789215 / 0332.789073
<http://bioval.jrc.ec.europa.eu>

Annexe 2

Feux actifs (détectés par le capteur Modis) dans la RNC du Boundou et la zone périphérique au cours des saisons sèches de 2002 à 2012

FEUX ACTIFS 2004-2012 (RNC)

Décade	2002 / 2003	2003 / 2004	2004 / 2005	2005 / 2006	2006 / 2007	2007 / 2008	2008 / 2009	2009 / 2010	2010 / 2011	2011 / 2012
1-sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11-sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21-sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-oct.	0	0	5	0	1	0	0	0	0	3
11-oct.	5	1	29	4	0	3	2	7	0	22
21-oct.	2	9	39	6	52	14	13	9	10	38
1-nov.	86	65	36	94	67	88	117	20	47	43
11-nov.	10	95	84	33	42	37	66	67	51	8
21-nov.	0	21	7	24	7	14	22	45	57	23
1-déc.	0	15	13	17	8	4	35	15	31	33
11-déc.	0	5	0	14	0	6	3	4	14	5
21-déc.	2	3	4	1	5	1	7	10	2	0
1-janv.	0	0	3	19	0	0	0	6	0	7
11-janv.	0	2	0	2	1	1	4	9	0	0
21-janv.	0	0	3	0	0	9	10	3	11	0
1-févr.	0	2	0	0	0	4	6	0	17	0
11-févr.	0	0	0	0	0	4	0	0	13	0
21-févr.	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0
1-mars	0	0	0	1	0	0	4	4	0	1
11-mars	0	0	0	0	0	3	10	0	3	0
21-mars	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0
1-avr.	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0
11-avr.	0	0	2	1	0	0	7	0	0	0
21-avr.	0	6	0	2	4	0	3	0	0	0
1-mai	0	0	0	0	0	0	1	0	0	nc
11-mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nc
21-mai	0	2	0	0	2	0	0	0	0	nc
1-juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nc
11-juin	0	0	0	0	0	0	0	1	2	nc
21-juin	0	0	1	0	0	0	0	0	0	nc
1-juil.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	nc
11-juil.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nc
21-juil.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nc
1-août	0	0	0	4	0	0	0	0	0	nc
11-août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nc
21-août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nc
TOTAL	105	226	226	226	189	190	315	200	260	183

FEUX ACTIFS 2004-2012 (ZP 25km)

Décade	2002 / 2003	2003 / 2004	2004 / 2005	2005 / 2006	2006 / 2007	2007 / 2008	2008 / 2009	2009 / 2010	2010 / 2011	2011 / 2012
1-sept.	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
11-sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21-sept.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
1-oct.	3	0	59	0	16	21	0	1	1	1
11-oct.	11	16	135	19	13	24	10	26	2	105
21-oct.	22	32	154	44	196	86	82	33	102	154
1-nov.	263	233	196	384	321	533	425	213	312	223
11-nov.	117	326	134	124	234	140	296	243	210	146
21-nov.	16	122	88	128	48	58	140	104	203	32
1-déc.	8	88	16	145	19	32	88	49	60	41
11-déc.	2	49	9	64	20	22	11	34	24	29
21-déc.	7	13	7	22	4	18	20	62	31	9
1-janv.	8	12	10	13	3	31	23	27	10	17
11-janv.	0	7	4	0	3	1	17	35	19	0
21-janv.	1	11	9	6	6	1	7	15	21	1
1-févr.	0	3	5	11	0	2	4	9	44	7
11-févr.	2	4	6	1	4	9	4	1	22	11
21-févr.	0	0	0	4	2	6	4	9	1	1
1-mars	1	20	8	3	8	1	8	14	14	6
11-mars	4	14	16	17	1	4	2	0	2	11
21-mars	2	5	10	41	6	6	38	2	31	0
1-avr.	1	0	10	7	0	15	0	9	2	0
11-avr.	3	0	16	1	0	4	13	2	14	0
21-avr.	8	0	1	2	4	0	1	0	0	0
1-mai	0	1	2	5	0	3	6	4	0	nc
11-mai	1	2	0	0	0	8	3	7	0	nc
21-mai	0	9	6	7	1	3	6	2	0	nc
1-juin	0	0	3	3	4	6	4	1	14	nc
11-juin	0	0	5	0	0	4	11	4	18	nc
21-juin	0	0	3	4	0	0	10	1	6	nc
1-juil.	0	0	0	0	0	0	0	0	20	nc
11-juil.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nc
21-juil.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nc
1-août	0	0	0	6	0	0	0	0	0	nc
11-août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nc
21-août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nc
TOTAL	480	967	912	1061	915	1039	1233	907	1183	794

nc : données non connues à la rédaction du rapport

Annexe 3

Densité des feux dans la RNC du Boundou, la Réserve de Faune du Ferlo Sud et le Parc National du Niokolo Koba, de 2002 à 2012

RNC du Boundou 2002-2012					
Saison	Nb de feux total		Indice de spécificité	Densité des feux	
	RNC	ZP		Densité des feux (RNC)	Densité des feux (ZP)
2002-2003	105	480	1,02	0,88	0,86
2003-2004	226	967	1,08	1,89	1,75
2004-2005	226	912	1,16	1,88	1,63
2005-2006	226	1061	0,99	1,88	1,90
2006-2007	189	915	0,96	1,57	1,63
2007-2008	190	1039	0,85	1,58	1,86
2008-2009	315	1233	1,16	2,56	2,20
2009-2010	200	907	1,03	1,67	1,62
2010-2011	260	1183	1,02	2,16	2,11
2011-2012	183	794	1,08	1,53	1,42

Réserve de Faune du Ferlo Sud 2002-2012					
Saison	Nb de feux total		Indice de spécificité	Densité des feux	
	RFFS	ZP		Densité des feux (RFFS)	Densité des feux (ZP)
2002-2003	80	177	0,52	0,11	0,21
2003-2004	189	409	0,52	0,26	0,5
2004-2005	442	637	0,78	0,60	0,77
2005-2006	530	652	0,91	0,72	0,79
2006-2007	351	533	0,74	0,48	0,65
2007-2008	229	305	0,84	0,31	0,37
2008-2009	661	611	1,22	0,90	0,74
2009-2010	515	558	1,03	0,70	0,68
2010-2011	689	744	1,04	0,94	0,90
2011-2012	319	488	0,75	0,44	0,59

Parc National du Niokolo Koba 2002-2012					
Saison	Nb de feux total		Indice de spécificité	Densité des feux	
	PNNK	ZP		Densité des feux (PNNK)	Densité des feux (ZP)
2002-2003	1977	2041	1,21	2,34	1,94
2003-2004	2280	2512	1,13	2,7	2,39
2004-2005	2734	2661	1,28	3,24	2,53
2005-2006	2666	2668	1,24	3,16	2,54
2006-2007	2642	2523	1,3	3,13	2,40
2007-2008	2298	2402	1,19	2,72	2,29
2008-2009	2689	2710	1,24	3,19	2,58
2009-2010	2158	2070	1,3	2,56	1,97
2010-2011	2171	2511	1,08	2,57	2,39
2011-2012	2062	2069	1,24	2,44	1,97