



HAL
open science

APPORT D'UNE METHODE DE DETECTION ET D'ESTIMATION DES SURFACES BRULEES PAR IMAGERIE MODIS : APPLICATION AUX SAVANES GUINEENNES

Mamadou Baïlo M Barry, Daouda B Badiane, Saïdou Moustapha M Sall,
Mamdou Lamarana N Balde, T N Millimono, I Diaby, D. Diallo

► **To cite this version:**

Mamadou Baïlo M Barry, Daouda B Badiane, Saïdou Moustapha M Sall, Mamdou Lamarana N Balde, T N Millimono, et al.. APPORT D'UNE METHODE DE DETECTION ET D'ESTIMATION DES SURFACES BRULEES PAR IMAGERIE MODIS : APPLICATION AUX SAVANES GUINEENNES. REVUE SCIENTIFIQUE DE L'UNIVERSITÉ JULIUS N'YÉRÉRÉ DE KANKAN, 2015. hal-01457253

HAL Id: hal-01457253

<https://hal.science/hal-01457253>

Submitted on 13 Feb 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

APPORT D'UNE METHODE DE DETECTION ET D'ESTIMATION DES SURFACES BRULEES PAR IMAGERIE MODIS : APPLICATION AUX SAVANES GUINEENNES

Auteurs : M. B.BARRY¹, D. BADIANE², S. M. SALL², Dr M. L. BALDE³, T. N. MILLIMONO¹, Pr. I. DIABY³, D. DIALLO¹

1- Institut Supérieur des Sciences de l'Education de Guinée(ISSEG)

2- Université Cheik Anta DIOP(UCAD) /Dakar/Sénégal

3- Université Gamal Abdel Nasser de Conakry(UGANC)

Résumé

Les feux de brousse constituent une menace récurrente des écosystèmes guinéens. De nombreuses difficultés liées à leur gestion se justifient par l'utilisation de méthodes assez limitées pour leur suivi. Cet article présente les possibilités offertes par l'imagerie satellitaire pour la cartographie des traces de feux à grande échelle.

Les données MODIS (Burned Area) des surfaces brûlées ont permis de cartographier et d'estimer les surfaces brûlées pour la période 2009-2010. Les résultats obtenus indiquent que 2,6 millions d'ha (avec 1,108 millions d'ha seulement pour le mois de décembre 2009) soient environ 10,59% de la superficie du pays ont été brûlés. Ce qui montre l'ampleur de la dégradation de la végétation et des sols causés par les feux en Guinée.

Mots clés : Détection, Cartographie, Estimation, Surfaces brûlées, MODIS.

Absract

Bush fires are recurring threat guinean ecosystems. Many difficulties in their management are justified by the use of methods for fairly limited monitoring. This paper presents the possibilities of satellite imagery for mapping traces of large-scale fires.

MODIS (Burned Area) burned surfaces data were used to map and estimate the burned areas for the periods 2009-2010. According to statistics, 2.6 million acres (1,108,000) ha with only for the month of December 2009) are approximately 10.59% of the land area has been burned. These results thus show the extent of degradation of vegetation and soil caused by fires in Guinea.

Key words: Detection, Mapping, Estimation, Surfaces burned, MODIS.

Introduction

La cartographie des surfaces brûlées ou traces de feux est un maillon essentiel dans la gestion des incendies de forêts. Son importance réside surtout dans l'inventaire des dégâts. Ce qui facilite la mise en place d'un programme de réhabilitation des zones touchées par les feux.

Les feux produisent différents types de signaux qui sont facilement observés dans l'espace (Robinson, 1991). L'observation montre que, selon les conditions météorologiques de l'année et du jour de brûlis et selon diverses conditions locales (topographie, état de développement de la végétation, ...), la combustion peut être plus ou moins intense et complète.

Les incidences des feux sur la végétation font l'objet d'un débat contradictoire (MBOW 2000). En effet, si certains auteurs pensent que les feux sont utiles pour l'aménagement des savanes (Dupuy 1968 et Jeffrey 1969), d'autres comme Pilot, (1969), Trabaud, (1987), Whela (1995) montrent leur rôle dégradant sur la végétation et la biodiversité. Cette contradiction prouve réellement que nos connaissances sur les effets exacts des feux sont très limitées et que des recherches doivent être menées dans ce cadre pour une bonne gestion des feux.

La Guinée à l'instar des autres pays de savanes, sous la menace récurrente des feux de brousse, a mis en place depuis 2009 une politique de gestion des feux en organisant des campagnes de sensibilisation des populations à travers les radios rurales sur leurs effets néfastes.

Malgré les efforts fournis par des chercheurs guinéens et étrangers sur les feux actifs, beaucoup de questions restent encore d'actualité sur leurs impacts réels. Néanmoins ces études ont permis d'avoir des informations importantes sur les causes et les conséquences des feux (BCTT 1995, Racine KANE 1995, GEF/BFS novembre 2006). Les méthodes de discrimination des feux actifs, des traces de feux avec les outils de la télédétection et des SIG ont permis d'avoir une analyse d'approche de la gestion de ces feux. Une étude menée par Nicolas en 2009 a porté sur l'évolution spatiotemporelle des feux actifs en utilisant des données MODIS et la détermination des surfaces brûlées a été l'une de ses perspectives.

Toutes ces études n'ont pas permis de faire une estimation de l'étendue des surfaces brûlées en Guinée bien qu'en 1995, Racine KANE l'avait tenté mais avec une zone d'étude peu représentative par rapport à l'étendue du territoire guinéen.

L'estimation des surfaces brûlées constitue l'un des facteurs qui témoignent le plus des méfaits des feux de brousse sur la végétation. Ce travail s'appuiera particulièrement sur cet aspect. Les techniques traditionnelles utilisées sont toutes confrontées à des insuffisances qui font que les statistiques qu'elles fournissent sont peu fiables pour les études scientifiques. Ces méthodes traditionnelles de suivi des feux sont limitées par un double problème de résolution: -la résolution temporelle (caractère éphémère du feu et de ses traces); -la résolution spatiale, du fait de la taille des superficies brûlées (Cheikh MBOW 1997).

L'utilisation de données de télédétection s'avère donc incontournable pour des études de ce genre vu les précisions qu'ils apportent surtout pour des zones difficiles d'accès.

1-Contexte de l'étude

La zone faisant l'objet de cette étude (République de Guinée) est située au Sud-ouest de l'Afrique Occidentale, elle est comprise entre 7° 05'' et 12° 51'' de latitude Nord et de 7° 30''

et 15° 10'' de longitude Ouest, à mi-chemin de l'équateur et du tropique du Cancer. Elle couvre une superficie de 245 857 km². C'est un pays côtier avec 300 km de littoral atlantique ouest et un relief varié allant des plaines du littoral à basse altitude aux zones montagneuses de l'intérieur du pays atteignant dans certains endroits une altitude de plus de 1500 m. La Guinée est limitée par la Guinée-Bissau à l'Ouest (386 km de frontières), le Sénégal au Nord (330 km), du Mali au Nord (858 km) et Nord-est, par la Côte d'Ivoire à l'Est (610 km), le Libéria (563 km) et la Sierra Leone (652 km) au Sud et par l'Océan Atlantique à l'Ouest. Sur le plan administratif, la Guinée est découpée en 7 régions en dehors de la ville de Conakry qui constitue une zone spéciale avec 5 communes.

2-Matériels et méthode

2.1-Images MODIS burned area

Pour accomplir ce travail, nous avons utilisé des données satellitales MODIS téléchargées depuis l'adresse FTP de l'université de Marylande et des cartes vectorielles de la Guinée.

- Les données MODIS sont des données mensuelles de surfaces brûlées déjà prétraitées par la NASA, disponibles en format tif.GZ qui est format tif compressé; elles sont présentées à l'échelle régionale. Notre zone d'étude se trouve dans la fenêtre 9 qui couvre la majeure partie de l'Afrique de l'Ouest et quelques pays de l'Afrique du Nord.

2.2-Principe de sélection des pixels de feux

Les pixels ont été sélectionnés sur la base de l'algorithme de Boschetti et al., (2013).

Les surfaces brûlées sont caractérisées par un dépôt de cendre et de charbon qui fait décroître brusquement la réflectance, facilement remarquable dans le moyen infrarouge. L'algorithme est basé sur un modèle BRDF (Bidirectional Reflectance Difusion Function) qui s'appuie sur ces brusque baisses de réflectance après le passage des feux dans les bandes 2 et 5 correspondant au moyen infrarouge par rapport à la bande 7 qui est moins sensible à ces changements.

Après la sélection des pixels candidats, l'algorithme utilise des contraintes plus sévères pour éviter de confondre les zones brûlées avec les zones très humides et les surfaces d'eau qui ont des réponses spectrales très similaires la journée vu que les heures de passage du satellite sur la zone d'étude correspondent à des heures de plein soleil.

2.3-Mise en œuvre de la méthode

2.3.1-Outils

Pour le prétraitement et le traitement des données, nous avons utilisé :

- un logiciel de tableur (Excel) pour faire les calculs et les représentations graphiques,
- et un logiciel de traitement des données décompressées (ARCGIS 9.3) ; le Arc-Gis est non seulement un logiciel très efficace pour le traitement de données satellites mais aussi un bon gestionnaire de base de données. Pour ce présent travail des données MODIS surfaces brûlées ont été traitées à l'aide de SIG ArcGIS version 9.3 avec une résolution spatiale de 500m.

2.3.2-Méthode de traitement des données :

La mise en œuvre de la méthodologie décrite ci-haut s'est déroulée en plusieurs étapes :

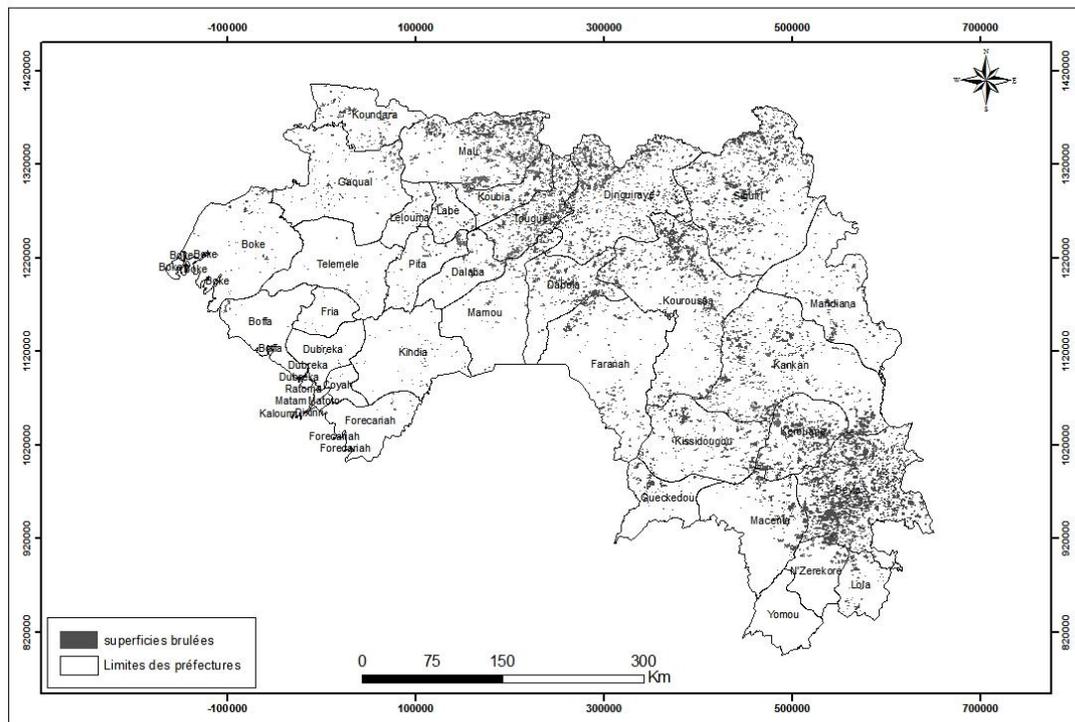
- Une élimination de toutes les valeurs qui ne sont pas comprise entre 1 et 366 ;
- Un calcul des surfaces brûlées par mois à l'échelle nationale puis à l'échelle régionale ;
- Une vérification des résultats.

Donc l'interprétation des résultats se fera par mois dans un premier temps pour la période couverte par l'étude pour tout le pays, puis elle se fera région par région.

3-Résultats et discussions

3.1-Résultats

Le traitement des 8 images de la saison sèche 2009-2010 nous ont permis d'avoir des résultats sous forme de cartes pour chaque mois. La compilation de ces résultats a abouti à l'établissement de la carte des surfaces brûlées pour chaque année.

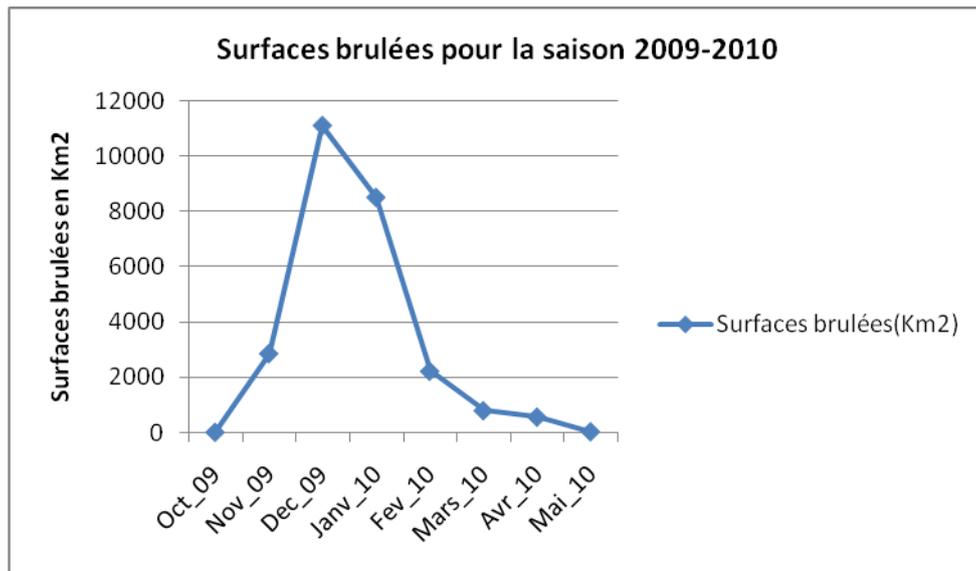


Carte 3.1- Surfaces brûlées Pour la saison sèche 2009-2010

Tableau 3.1 - Répartition des surfaces brûlées en Guinée (2009-2010)

Mois	Surfaces brûlées(Km2)	Pourcentage
Oct_09	12,64	0,005%
Nov_09	2849,76	1,16%
Dec_09	11085,54	4,51%
Janv_10	8494,29	3,45%
Fev_10	2215,47	0,9%
Mars_10	790,36	0,32%
Avr_10	559,94	0,23%
Mai_10	30,66	0,01%
Total	26038,66	10,59%

Le tableau 1 nous montre que durant la saison sèche 2009-2010, **26038,66** Km² ont été brûlées en Guinée soit 10,59% de la superficie du pays. Nous remarquons également que durant cette année, le mois de décembre a enregistré les plus grandes étendues de surfaces brûlées 4,51% et le mois d'octobre a enregistré la plus faible étendue, seulement 0,005% (Figure3.1).



Source : données MODIS

Figure 3.1- Courbe de l'évolution de l'étendue des surfaces brûlées (2009-2010)

Estimation des surfaces brûlées par région

L'analyse de la répartition des surfaces brûlées par région administratives montre de fortes occurrences des feux dans les régions de Kankan et Labé alors que celles de Kindia et Boké ont des occurrences faibles. En effet, la seule région de Kankan compte **3,75 %** sur les **10,59** qui ont été brûlées alors que la région de Kindia n'a enregistré que **0,10 %**.

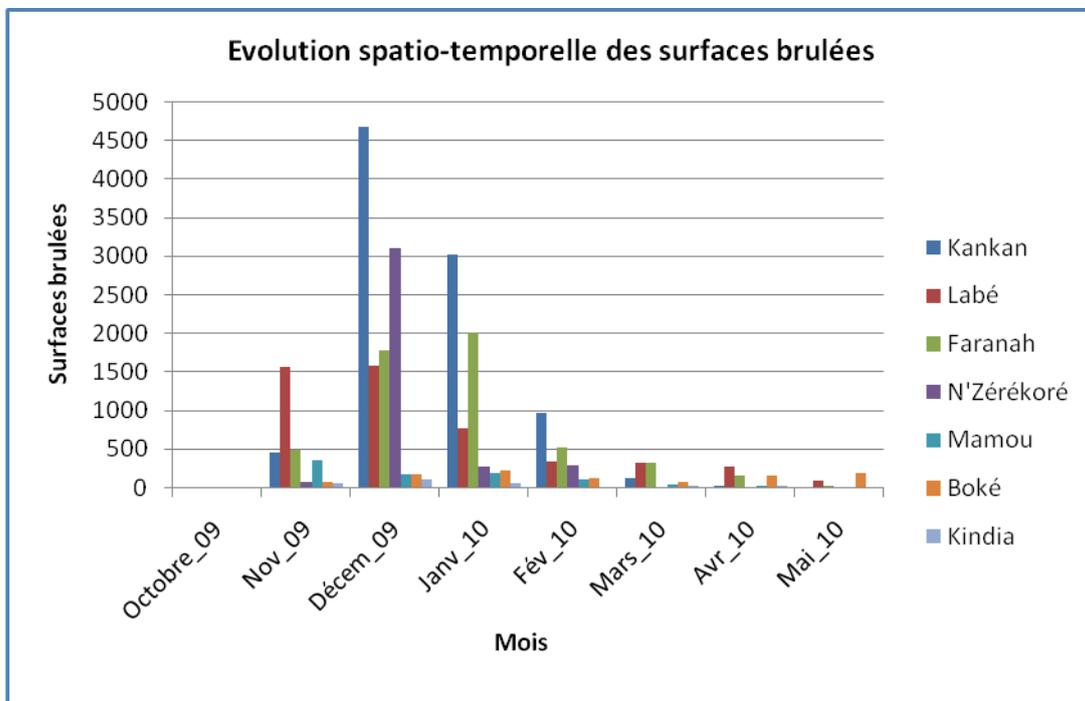


Figure 3.2- Evolution spatio-temporelle des surfaces brûlées pour la saison 2009-2010

Tableau 3.2 - Répartition des surfaces brûlées par région en Guinée (2009-2010)

Régions	Octobre_09	Nov_09	Décem_09	Janv_10	Fév_10	Mars_10	Avr_10	Mai_10
Kankan	1,35	448,52	4674,08	3019,24	961,25	109,08	12,1	2,88
Labé	8,28	1557,53	1582,48	767,15	341,8	330,13	265,46	96,99
Faranah	1,34	484,66	1769,98	1996,81	517,66	316,06	143,18	19,85
N'Nzérékoré	0	72,56	3103,29	258,44	288,65	0	0	0
Mamou	0	353,24	166,94	174,68	95,15	35,71	9,95	0,32
Boké	1,97	64,62	174,39	224,43	117,39	74,04	152,1	185,06
Kindia	0	50	106,03	53,06	4,03	25,13	11,34	1,76

3.2-Discussions

Avant l'analyse des résultats, il paraît important de définir les significations des chiffres obtenus sur les répartitions des surfaces brûlées et des foyers de feux. En effet, ces chiffres obtenus sont issus des traitements d'images satellites MODIS. Donc leur signification est liée aux caractéristiques physiques de ce type d'imagerie, aux conditions de prises de vue et à la disponibilité des images.

L'avantage de l'utilisation des données MODIS réside dans leur haute résolution temporelle bien que leur résolution spatiale soit assujettie à des limites qui surestiment ou sous estiment l'étendue des surfaces brûlées par endroit lors qu'on s'intéresse pas à de grands espaces.

Les résultats de la présente étude montrent qu'il y a plus de feux précoces (Novembre, Décembre, Janvier) que de feux tardifs (Mars, avril, Mai) en Guinée. Cela s'expliquerait par le fait que cette période correspond au début de la saison sèche et de l'harmattan qui favorisent la propagation des feux. Cette période est également choisit par les éleveurs pour brûler les savanes afin de favoriser la repousse des herbes avant la période de stress. Il ressort également que les régions les plus touchées par les feux sont celles de Kankan et Labé, cela est du à l'abondance de la masse combustible dans ces régions mais aussi aux activités socioéconomiques dont les acteurs ne maîtrisent pas à chaque fois les feux d'une part et ces régions sont plus proches de la zone sahélienne d'autre part, du cout sont plus vulnérables.

Dans le même ordre d'idée, on est parvenu à la conclusion que les régions de Boké et de Kindia ont été les moins touchées par les feux pour la période d'étude ; cela s'expliquerait par le fait que dans ces régions les activités agricoles ne soient pas abondantes par rapport aux régions de Kankan et Labé d'une part, mais aussi leurs éloignement de la zone sahélienne d'autre part. Il y a aussi que dans ces régions les cultures se font surtout dans les bas-fonds.

En ce qui concerne les caractéristiques physiques des images, il faut noter que la taille d'un pixel (résolution spatiale) étant de 500m, certaines surfaces brûlées dont la taille est nettement inférieure à celle du pixel sont invisibles pour le capteur.

Des images de plus bonne résolution spatiale (LANDSAT de avec une résolution spatiale qui peut aller jusqu'à 15 m par exemple) devraient permettre de faire des estimations beaucoup plus détaillées et avec plus de précision. Leur inconvénient est leur résolution temporelle (16 jours) mais permettrai de valider les résultats données par MODIS.

Quant aux conditions de prise de vues, elles tendent à minimiser les surfaces brûlées; alors que pour la couverture de la zone d'étude, toutes les données que nous avons téléchargées étaient au complet, donc pas de problème de couverture de la zone d'étude par le satellite.

Il faut cependant noter que malgré les limites liées à la résolution spatiale, les chiffres (surfaces brûlées) ne sont pas mis en cause car l'algorithme de traitement des données prend en compte toutes ces limites. Car même une utilisation d'images haute résolution tel que LANDSAT (15m de résolution) serait toujours entravée de ces limites, bien qu'elles seraient moindres, mais pourrait nous donner des résultats plus détaillés et plus précis.

Conclusion

La détermination des surfaces brûlées par imagerie satellitaire serait un moyen efficace pour l'estimation du taux de dégradation du couvert végétal guinéen. Connaissant la superficie du territoire, de tels résultats nous permettraient de mieux redéfinir les superficies des forêts primaires et des forêts classées restantes, et expliquer les causes de la disparition de certaines espèces animales et végétales. De tels travaux aideraient des agronomes et agents forestiers à mieux redéfinir les stratégies de protection et de revalorisation des zones affectées.

Aussi les résultats indiquent que le mois de décembre est le mois où il y a plus de surfaces brûlées suivi du mois de janvier alors que pendant le mois d'octobre il n'y a moins de surfaces brûlées. Cette conclusion permettrait de bien orienter les campagnes de sensibilisation dans les zones rurales. En sélectionnant les polygones de plus grandes surfaces, pour une vérification des résultats, nous avons remarqué que les aires brûlées les plus vastes sont situées à Siguiri, Dinguiraye, Mali, Tougué, koundara, Yomou et Beyla.

Références bibliographiques

Boschetti et al. *Collection 5 MODIS Burned Area product User Guide Version 2.0* November 2009.

Boschetti et al. *Collection 5 MODIS Burned Area product User Guide Version 3.0.1*, May 2013

Cheikh MBOW, *Rapport sur les feux de brousse au Sénégal, Novembre 2003 et Mars 2004.*

Check MBOW ; *Etude des caractéristiques spatio-temporelles des feux de brousse et de leur relation avec la végétation dans le Parc National Niokolo Koba (Sud-est du Sénégal)* Juillet 2000.

D.P. Roy, L. Boschetti, C.O. Justice, J. Jua ; *Remote Sensing of the Environment*, 112 (2008), 3690-3707.

David Roy and Luigi Boschetti; *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, ol. 47(4), pp. 1032 - 1044, doi:10.1109/TGRS.2008.2009000

DIEBRE ; *Cartographie des feux de brousse au Burkina Faso de l'année 2002 à l'aide d'images AVHRR de NOAA LAC* Mai 2006.

E.F. Vermote, N.Z. El Saleous and C.O. Justice, "Operational atmospheric correction of the MODIS data in the visible to middle infrared: First results" *Remote Sensing of Environment*, vol. 83, pp. 97– 111, 2002.

Eva H.D et al, 2003, *Suivi des feux de végétation dans les aires protégées d'Afrique subsaharienne : Apport des techniques spatiales et des données satellitales pour le suivi des feux en Afrique subsaharienne*, Commission européenne- Centre commun de recherche, EUR 20862 FR, 55 p.

Garcia et al., 1997, *Detection of forest burning sites with NOAA-AVHRR. Trial of fozard method. In A Review of remote sensing methods form the study of large wildland fire. Megafires project ENV-ct 96-0256.* Chuvico, E(eds.), pp.32-42.

Grégoire et al., 1993. *Dynamique de saturation du signal de la bande 3 du senseur AVHRR : Handicape majeur source d'information pour la surveillance de l'environnement en milieu*

soudano-guinéen d'Afrique de l'ouest. In *international journal of remote sensing*, 14(11) : 2079-2095.

Joachim et Collins ; *Apport de trois méthodes de détection des surfaces brûlées par imagerie Landsat ETM+ : application au contact forêt-savane du Cameroun*, 20 Octobre 2006.

Kennedy et al., 1994, *An improved approach to fire monitoring in west Africa using AVRR data*. In *international journal of remote sensing*. (11), pp. 2235-2255.

Lambin. E., 1996. *Suivi par télédétection et modélisation des changements d'occupation du sol : exemples en Afrique*. Groupes d'études interdisciplinaires sur les interactions population environnement- développement (GRIDEP)/ Département des sciences de la population et du développement/Université Catholique de Louvain (UCL). Document de travail N°19.

Lucht, W., & Lewis, P. E. (2000). *Theoretical noise sensitivity of BRDF and albedo retrieval from the EOS-MODIS and MISR sensors with respect to angular sampling*. *International Journal of Remote Sensing*, 21, 81– 98.

Louppe et al., 1995. *Effet des feux de brousse sur la végétation*. In *bois et forêts des tropiques*, n°245, PP. 59-74.

Malingreau, J.P ; and Tucker, C.J., 1987 *The contribution of AVHRR data for measuring and understanding global process* .

Momadou SOW, 2013. *Caractérisation du risque de feu de brousse dans les savanes du Sénégal par approche expérimentale et par télédétection*.

Nicolas MILLIMONO, 2009; *utilisation des données satellites MODIS pour la détection des feux de brousse en Guinée*.

Ozer, A. 2005. *Introduction à la télédétection et spécialement à la photo interprétation*. Laboratoire de géomorphologie et de télédétection. Département de Géographie/Université de Liège. 67p.

Parnot, 1987. *Suivi diachronique des feux de brousse à l'aide des épreuves minutes LANDSAT*. In *Africa pixel*, Numéro 1 pp.81-89.

P.J. Zarco-Tejada, C.A. Rueda and S.L. Ustin, "Water content estimation in vegetation with MODIS reflectance data and model inversion methods" *Remote Sensing of Environment*, vol. 85, pp. 109– 124, 2003.

Philippe Mayaux, P. Justice, C.O and Lumbuenamo, R.S, 2000, *Atelier de création du réseau GOF-C-OSFAC en Afrique Centrale*. Libreville, Gabon.

Racine KANE, 1995 ; *Suivi satellitaire des feux en Guinée et de l'impact des campagnes de sensibilisation de la radio rurale*.

Robinson, J. M. (1991). *Fire from space: Global fire evaluation using infrared remote sensing*. *International Journal of Remote Sensing*, 12(1), 3– 24.

Roy, D.P., Boschetti, L., 2009. *Southern Africa Validation of the MODIS, L3JRC, and GlobCarbon Burned-Area Products*. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 47, 1032-1044.

Roy, D.P., Landmann, T., 2005. *Characterizing the surface heterogeneity of fire effects using multi-temporal reflective wavelength data*. *International Journal of Remote Sensing* 26, 4197- 4218.

Schaaf, C. B., Gao, F., Strahler, A. H., Lucht, W., Li, X., Tsang, T., et al. (2002). *First operational BRDF, Albedo and Nadir reflectance products from MODIS*. *Remote Sensing of Environment*, 83, 135– 148.

Vermote, E. F., El Saleous, N. Z., & Justice, C. O. (2002). *Atmospheric correction of MODIS data in the visible to middle infrared: first results*. (*Special Issue of*) *Remote Sensing of Environment*, 83, 97– 111.

W. Lucht and J.L. Roujean, “*Consideration in parametric modeling of BRDF and albedo from multi-angular satellite sensor observations*”, *Remote Sensing Reviews*, vol. 18, pp. 343-379, 2000.