

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عمّار ثليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT
كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Mémoire de MASTER

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Option : Ecologie Végétal : Steppes et Oasis

Par :

BEN LINANI Djamal & BEN MESSAOUD Mohammed

THEME

**Caractérisation de la dynamique des feux dans
quelques formations forestières Algérienne par
l'utilisation de la géomantique**

Soutenu publiquement devant le jury composé de:

Mme. MAALEM Hamida
Mr. GUIDOUM Azeddine
Mr. MOUISSA Habib

M.A.
M.A.
M.A.

Présidente
Examinateur
Promoteur

Année Universitaire 2012/2013

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عمّار تليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT
كلية العلوم و علوم المهندس
قسم :

مذكرة
للحصول على شهادة الماستر في :

ميدان	علوم الطبيعة و الحياة
فرع	علم البيئة والمحيط
تخصص	بيئة نباتية: سهوب و واحات

الإسم و اللقب

بن ليناني جمال و بن مسعود محمد

الموضوع

تميز حركية حرائق بعض التشكيلات الغابية
الجزائرية باستعمال الجيوماتيك

نوقشت علنا أمام اللجنة المكونة من

رئيسا
ممتحنا
مؤظرا

أستاذة محاضرة
استاذ محاضر
استاذ محاضر

السيدة : معلم حميدة
السيد : قيدوم عز الدين
السيد : مويسة حبيب

(Caractérisation de la dynamique des feux dans quelques formations forestières Algérienne par l'utilisation de la géomatique).

Résumé :

Les progrès réalisés dans le domaine de la télédétection permettent de nos jours de détecter les feux actifs et de faire un suivi régulier de leur occurrence. Nous analysons la distribution temporelle des feux actifs détectés en Algérie (2000-2011) à l'aide du capteur MODIS. La fiabilité de ces données satellitaires a pu être vérifiée on se basant sur la recherche bibliographique concernant les feux de forêts délivrées de la direction générale des forêts.

Nous disposons pour faire ce travail d'une base de données fourni par l'Algorithme des feux actifs FIRMS, des vecteurs (dessin) de délimitation des limites administratives réalisées par le BNEDER, en plus des statistiques sur les feux de forêts auprès de la conservation des forêts de Tiaret. Les logiciels utilisés sont : Mapinfo pour le traitement de l'information géographique, R studio pour les traitements statistiques.

La méthodologie consiste à : changer la projection qui rend les deux couches d'informations superposables « points feux, limites administratives des wilayates » pour éliminer les wilayates non touchés par les feux, même de supprimer les point dit hors Algérie.

Le nettoyage de la base de données pour l'obtention des données pertinentes, et faire un triage par classe de confiance, croisement des couches d'informations : confiance, brillance, année, wilaya, saison, tranche horaire, type de satellite.

Le résultat obtenue ont aboutis à la réalisation des cartes de répartition des feux actifs par wilaya, commune, année, saison, afin d'avoir les années critiques et les wilayates les plus touchées. En dehors des résultats obtenus une tentative de validation a été faite.

Mots clés : Télédétection, FIRMS, MODIS, détection des feux, Algorithme, feux actifs – Algérie-.

(تميز حركية حرائق بعض التشكيلات الغابية الجزائرية بإستعمال الجيوماتيك).

ملخص:

التقدم في مجال الكشف عن بعد تسمح في الوقت الحاضر بالكشف عن الحرائق النشطة و كذا الرصد المنتظم لوقوعها. قمنا بتحليل التوزيع الزمني للحرائق المكتشفة في الجزائر (2000-2011) باستخدام جهاز الكشف عن بعد MODIS. مع إمكانية التحقق من موثوقية بيانات القمر الصناعي عن طريق مقارنتها مع نتائج البحوث المستندة على معطيات حرائق الغابات الصادرة عن المديرية العامة للغابات. للقيام بهذا العمل يوجد بحوزتنا قاعدة بيانات مستقاة من موقع الحرائق النشطة FIRMS، المعطيات الشعاعية للحدود الإدارية المنجزة من طرف مكتب الدراسات BNEDER، بالإضافة إلى إحصائيات عن حرائق الغابات لولاية تيارت. البرامج المستعملة هي: برنامج MapInfo لعلاج المعلومات الجغرافية، R ستوديو للمعالجة الإحصائية. المنهجية تنص: على تغيير لإحداثيات لجعل طبقتي المعلومات الجغرافية المستعملة متطابقة " نقاط الحرائق، الحدود الجغرافية للولايات" بغية حذف الولايات غير المتأثرة بالحرائق و كذا نقاط الحرائق المتواجدة خارج الجزائر. تنظيف قاعدة البيانات للحصول على معطيات مؤكدة، و كذا فرزها حسب الثقة، اللمعان، السنة، الولاية، الموسم و الوقت من اليوم، نوع القمر الصناعي. النتائج المحصل عليها مكنتنا من إنجاز خرائط توزيع الحرائق النشطة عبر الولايات، البلديات، السنوات و الفصول لمعرفة السنوات و الولايات الأكثر تضررا من الحرائق. زيادة على إنجاز خرائط توزيع الحرائق، قمنا بالتحقق من صحة معطيات القمر الصناعي MODIS.

كلمات مفتاحية: الكشف عن بعد، FIRMS، MODIS، الكشف عن الحرائق، خوارزمية، الحرائق النشطة، الجزائر.

BEN LINANI Djamel & BEN MESSAOUD Mohammed

(Characterization of the dynamics of forest fires in some formations Algeria by the use of geomatics).

Abstract:

Progress in the field of remote sensing allow nowadays to detect active fires and make regular monitoring of their occurrence. We analyze the temporal distribution of detected active fires in Algeria (2000-2011) using the MODIS sensor. The reliability of these satellite data could be verified on the basis of the literature search on forest fires issued by the General Directorate of Forestry.

We have to do the job of a database provided by the algorithm of active fires FIRMS vectors (drawing) delineation of administrative boundaries conducted by the BNEDER, in addition to statistics on forest fires to the conservation forest Tiaret. The software used is: MapInfo for the treatment of geographic information, R studio for statistical processing.

The methodology consists of: change projection round two superimposed layers of information "traffic issues, administrative boundaries wilayates" to eliminate not affected by the fires, even wilayates remove the point called off Algeria.

Cleaning the database to obtain relevant data, and to triage class confidence, crossing layers of information: confidence, brightness, year, wilaya, season, time of day, type of satellite.

The results obtained have aboutis to achieve the distribution maps of active fires by wilaya common, year, season, to be the critical years and most affected wilayates. Besides the results of a validation attempt was made.

Key words: Remote sensing, FIRMS, MODIS, Fire detection, Algorithm, Actifs fire, Algeria.

Dédicaces

Je tiens à remercier Dieu qui m'a donné la santé, la patience et les moyens afin que je puisse réaliser ce travail.

Je dédie ce modeste travail:

*Aux deux êtres qui me sont très chères et qui m'ont tout donné
mon Père et ma Mère*

A ma chère épouse et ma fille Nour.

A mes frères et mes sœurs.

A tous (tes) mes amis (es) de l'Université

A tous mes profs du département de Biologie ainsi que d'Agronomie.

Djamal

Dédicaces

Je tiens à remercier Dieu qui m'a donné la santé, la patience et les moyens afin que je puisse réaliser ce travail.

Je dédie ce modeste travail:

A mon Père et ma Mère

A mes frères et mes sœurs

A tous (tes) mes amis (es).

Mohammed

Remerciement

La louange est à Dieu, le Seul et Unique à Qui on doit toute nos obéissance et à Qui nous adressons nos amples remerciements ;

Nos remerciements et nos reconnaissances à monsieur Mr. MOUISSA H. (maitre assistant A, à l'université de Djelfa) notre promoteur qui a suivi ce travail avec beaucoup d'intérêt, qu'il trouve ici nos vifs remerciements pour sa disponibilité, son aide, sa gentillesse et ses conseils précieux;

Nos remerciements les plus sincères sont adressées à :

Mme. MAALEM H. (maitre assistant A, à l'université Amar THELIDI LAGHOUAT) d'avoir accepté de présider notre jury.

Mr. GUIDOUM A. (maitre assistant A, à l'université Amar THELIDI LAGHOUAT) me fait l'honneur d'examiner ce travail.

Nos remerciements s'adressent Mr. BEN TAHER K. (Chef service extension à la conservation des forêts de Laghouat), Mr. HAZEL A. (Chef service protection à la conservation des forêts de Laghouat) et Melle. GUETTAM A. (Chef service protection à la conservation des forêts de Tiaret) pour son aide, et la documentation qui nous a fournis.

SOMMAIRE

Dédicaces.....	I
Remerciements.....	III
Sommaire.....	IV
Liste des tableaux.....	VII
Liste des figures.....	VIII
Liste des abréviations.....	IX
Introduction générale.....	01
Chapitre I : Notion de pyrologie forestière.....	03
INTRODUCTION.....	04
1. PYROLOGIE FORESTIERE	04
1.1. Définition.....	04
1.2. Le processus de combustion.....	04
2. LES INCENDIES DE FORET.....	05
2.1. Définition.....	05
2.2. Les combustibles.....	06
2.2.1. Composition organique.....	06
2.2.2. Composition minérale.....	07
2.3. L'oxygène de l'aire.....	07
2.4. La chaleur.....	07
3. CATEGORIE DES FEUX DE FORETS.....	07
3.1. Les feux de sol.....	07
3.2. Les feux de surfaces.....	07
3.3 Les feux de cimes.....	08
4. FACTEURS FAVORISANT L'OCCURRENCE ET LE DEVELOPPEMENT DES FEUX.....	08
4.1. Les facteurs climatiques.....	08
4.1.1. Les précipitations.....	08
4.1.2. Les vents.....	09
4.1.3. L'humidité relative.....	09
4.1.4. La température.....	09
4.2. Les conditions édaphiques.....	10
4.3 Les facteurs topographiques.....	10
4.3.1. Le relief.....	10
4.4 Les facteurs biologiques.....	11
Conclusion.....	12
Chapitre II : Apport de la Télédétection dans la gestion des écosystèmes.....	13
INTRODUCTION.....	14
1. DEFINITION ET IMPORTANCE.....	14
1.1. Définition.....	14
1.2. Domaine et importance de télédétection.....	14
2. IMPORTANCE DE LA TELEDETECTION POUR LE SUIVI DES FEUX.....	15
2.1. Le Radiomètre spectral pour imagerie de résolution moyenne (MODIS).....	16

2.1.1. Présentation	16
2.1.2. Historique sur l'algorithme de détection des feux.....	16
2.1.3. Les produits de navigation mondiale des feux.....	17
3. DESCRIPTION D'ALGORITHME DE DETECTION DU FEU.....	19
3.1. Pré-traitements pour l'élimination des pixels non feux (nuages- eau).....	20
3.1.1. Classification des pixels nuages.....	20
3.1.2. Classification des pixels eau.....	21
3.1.3. Détection des surfaces chaudes.....	21
4. LES COMPOSANTES DE L'ALGORITHME DE DETECTION.....	21
4.1. Potentiel d'incendie.....	21
4.2. Le Test de seuil absolu.....	22
4.3. La confiance de détection d'incendie	22
4.4. L'indice de brillance	24
Conclusion.....	25
Chapitre III: Approche Méthodologique.....	26
INTRODUCTION.....	27
1. CHOIX DU THEME.....	27
2. SUPPORTS ET MOYENS DE TRAVAIL.....	27
2.1 MOYENS DE TRAVAIL.....	27
2.1.1. Un Micro-ordinateur	27
2.2 SUPPORTS DE TRAVAIL.....	28
2.2.1. Données vecteur	28
3. LOGICIELS UTILISES.....	28
3.1. MapInfo Professional 7 .5.....	28
3.2. Office Excel 2007.....	28
3.3. Logiciel de programmation R.....	29
4. TRAITEMENTS EFFECTUES	29
4.1. Homogénéisation de la projection	29
4.2. Superposition des deux couches d'informations.....	30
4.3. Jointure des données attributaires.....	30
4.4. Filtrage de la base de données.....	31
4.4.1. Répartition des feux actifs par confiance.....	31
4.4.2. Répartition des feux actifs par wilaya.....	31
4.4.3. Répartition des feux actifs par commune	32
5. CROISEMENT DES DONNEES.....	33
6. AUTRE COMBINAISONS PLUS OU MOINS COMPLEXE.....	34
7. ORGANIGRAMME METHODOLOGIQUE DU TRAVAIL.....	34
CONCLUSION.....	36
Chapitre IV: Application et Résultats.....	37
1. REPARTITION DES FEUX ACTIFS PAR WILAYA.....	38
2. REPARTITION DES FEUX ACTIFS PAR COMMUNE.....	39
3. REPARTITION DES FEUX ACTIFS PAR CLASSE DE CONFIDENCE.....	40

3.1. Test de corrélation.....	42
4. REPARTITION DES FEUX ACTIFS POUR LA CONFIDENCE ≥ 80	43
4.1. Par année.....	43
4.2. Par Wilaya	44
4.3. Par wilaya et par année.....	48
4.4. Par saison.....	50
4.5. Par wilaya, année et par tranche d'heure.....	51
4.6. Par confiance et par saison.....	52
4.7. Par brillance et par saison	53
4.8. Par saison et par satellite.....	54
5. VALIDATION DES RESULTATS.....	55
5.1. Synthèse bibliographique.....	55
5.2. Données du terrain.....	56
Conclusion générale.....	59
Bibliographie	
Annexes	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Les canaux MODIS utilisé pour la détection des feux actifs et leur caractérisation.....	20
Tableau 2 : Nombre total des feux actifs en Algérie depuis 2000 à 2011.....	38
Tableau 3: Répartition des feux actifs par classe de confiance depuis 2000 à 2011.....	40
Tableau 4: Test de corrélation entre la confiance et la brillance.....	42
Tableau 5: Répartition des feux actifs par année pour la confiance ≥ 80 depuis 2000 à 2011.....	43
Tableau 6: Répartition des feux actifs par wilaya pour la confiance ≥ 80 depuis 2000 à 2011.....	45
Tableau 7: Répartition des feux actifs par année et par wilaya pour la confiance ≥ 80 depuis 2000 à 2011.....	49
Tableau 8: Répartition des feux actifs par wilaya, année et par saison depuis 2000 à 2011 (synthèse).	50
Tableau 9: Répartition des feux actifs par tranche horaire depuis 2000 à 2011 (synthèse).....	51
Tableau 10: Variabilité des feux actifs par confiance et par saison depuis 2000 à 2011.....	53
Tableau 11: Variabilité des feux actifs par brillance et par saison depuis 2000 à 2011.....	53
Tableau 12 : Répartition des feux de la classe 5 (≥ 80) par saison et par satellite depuis 2000 à 2011..	54
Tableau 13 : Comparaison des résultats FIRMS (Conf ≥ 66 , Conf ≥ 80) et ceux du MEDDOUR 2008, KEBIR et ABAS 2011	55

LISTE DES FIGURES

	Page.
Figure 01 : Conditions de déclenchement d'un feu de forêt (Triangle de feu).....	06
Figure 02: Les différents types de feux forêts	08
Figure 03 : Synthèse du passage du satellite MODIS	18
Figure04 : Localisation mondiale des points de feux détectés par l'algorithme FIRMS	18
Figure 05 : Procédures d'algorithme de détection du feu actif pour le satellite MODIS.....	22
Figure 06 : Homogénéisation de la projection sous Mapinfo.	29
Figure 07: Superposition des couches d'information sous Mapinfo.....	30
Figure 08: Opération de fusion des données sous Mapinfo	30
Figure 09 : Base des données triée par confiance	31
Figure 10 : Base des données par Wilaya sous Mapinfo	32
Figure 11 : Base des données par Commune sous Mapinfo	32
Figure 12 a : Combinaison des données sous R.....	33
Figure 12 b: Combinaison des données sous R.....	33
Figure 13: Combinaison des données sous R Studio	34
Figure 14: Organigramme méthodologique	35
Figure 15: Carte de la répartition des feux actifs par Wilaya depuis (2000-2011).....	39
Figure 16: Carte de la répartition des feux actifs par Commune depuis (2000-2011).....	39
Figure 17: Répartition des feux actifs par classe de confiance depuis (2000-2011).....	41
Figure 18: Diagramme en boîte de la répartition des feux actifs par classe de confiance...	41
Figure 19 : La relation entre la confiance et la brillance	42
Figure 20 : Répartition des feux actifs en Algérie par année.....	44
Figure 21 : Répartition des feux actifs (confiance ≥ 80) par wilaya en Algérie (Période 2000- 2001).	47
Figure 22: Répartition des feux actifs par année et par saison depuis (2000-2011).....	51
Figure 23: Répartition des feux actifs par tranche d'horaire depuis (2000-2011) (synthèse).	52
Figure 24: Répartition des feux de la classe 5 (≥ 80) par saison et par satellite depuis (2000-2011)	54
Figure 25 : Comparaison des résultats FIRMS (Confiance ≥ 66 , Confiance ≥ 80) et ceux du MEDDOUR 2008, KEBIR et ABBAS 2011.	56

LISTE DES ABREVIATIONS

AVHRR: Advanced Very High Resolution Radiometer.

B.N.E.D.E.R : Bureau National des Etudes de Développement Rural.

CRA: Centre Régional Agrhymet

CSE : Centre de Suivi Ecologique

D.S.P.R: Direction de la Surveillance et de la Prévention des Risques.

DGF: Direction Général des Forêts.

EOS : Earth Observing System.

FIRMS: Fire Information for Resource Management System.

G.P.S: Global Positioning System.

GOES: Geostationary Operational Environmental Satellites.

INCT : Institut National de la Cartographie et de la télédétection.

JPEG : Joint Photographic Experts Group.

K : Kelvin.

MODIS: Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer

MSS : Capteur Multispectral : Multi Spectral Scanneur.

MTF : Manuel de lutte contre les Feux de Forêt.

NASA : National Aeronautics and Space Administration

NDVI : Normalised Difference Vegetation Index.

NOAA : National Oceanic and Atmospheric Administration

PIR : Proche Infrarouge.

R : Rouge.

SIG: Système d'Information Géographique.

SPOT : Système Pour l'Observation de la Terre.

SQL: Structured Query Language.

T: Température.

TM : Capteur Thematic Mapper.

U.N.I.S.C.O : Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture.

UTM: Universal Transverse Mercator.

INTRODUCTION

GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

La forêt algérienne fait face depuis plusieurs décennies à une accentuation des facteurs de dégradation comme le surpâturage, les attaques de la chenille processionnaire, les défrichements et les coupes illicites. Elle est connue également pour sa sensibilité aux incendies qui restent très fréquentes en période estivale et détruisent annuellement plus de 30 000 ha (Missoumi et *al.*, 2002), (Khader et *al.*, 2009).

Les incendies de forêt et d'espaces naturels constituent le désastre naturel le plus dangereux à la vie humaine et le plus sérieux économiquement dans plusieurs pays méditerranéens, entre autres, l'Algérie (Faour et *al.*, 2006).

Le contrôle visuel, par les tours de guet, les patrouilles de gardes forestiers et les postes de vigies, constitue le procédé le plus utilisé dans le bassin méditerranéen. Malgré cela, des systèmes de détection ont été développés pour avoir une situation d'ensemble, pour mieux caractériser le feu (localisation, intensité, surface,etc.) pour renforcer le système traditionnel. Parmi les systèmes de surveillance des feux de forêts, la télédétection spatiale est une des solutions les plus intéressantes (Ezzine et *al.*, 2005).

Ainsi, il existe à l'heure actuelle une forte demande en matière de cartographie du risque d'incendie de forêt Missoumi et *al.*, (2003), pour être en mesure de lutter convenablement contre ce fléau.

Les progrès réalisés dans le domaine de la télédétection permettent de nos jours de détecter les feux actifs et de faire un suivi régulier de leurs occurrences.

La détection précoce des incendies a suscité un grand intérêt dans les programmes de lutte contre les feux de forêts. A cet effet, plusieurs pays ont mis en place une politique de surveillance, en particulier durant les saisons estivales. Il est essentiel d'obtenir des chiffres et des statistiques fiables sur les feux, en se basant sur des outils modernes (images satellitaires et GPS entre autres) (Kebir et Abbes, 2011).

La détection des feux constitue un des enjeux majeurs dans cette lutte contre les incendies de forêt.

La télédétection et les SIG sont des outils complémentaires utilisés dans l'évaluation et la gestion des incendies de forêt. Elles facilitent l'observation des régions éloignées et inaccessibles. (Zegrar, 2009).

La fréquence des incendies varie d'une année à une autre, entraîne une dégradation de la biodiversité (Flore/Faune), changement de la structure des formations végétale, études locale très restreinte, aucune étude à l'échelle nationale, ce phénomène est devenu une actualité quotidienne pour les Algériens et l'administration (DGF/Protection civile) dans la période estivale.

L'objectif détaillé de la présente étude est l'exploitation des points de feux actifs fournis par un algorithme de détection des feux **FIRMS** dérivés des satellites TERRA et AQUA obtenus à partir du système « *MODIS Rapid Response System* », avec lesquels on a utilisé les limites administratives des communes et des wilayates réalisées par l'INCT pour le compte de BNEDER. Le résultat obtenue fait l'objet de plusieurs filtres (confiance, commune, Wilayate.....etc) afin d'avoir un classement des années et des wilayates les plus touchées. Pour valoriser la source des informations sur les feux actifs on a fait une tentative de validation des résultats obtenus a partir des données du terrain (données statistique de la direction générale des forêts).

Notre travail est structuré en quatre chapitres. Le premier sera consacré à la pyrologie forestière. Le deuxième chapitre concerne la recherche bibliographique sur l'apport de la télédétection spatiale dans la gestion des écosystèmes. Le troisième chapitre décrit notre approche méthodologique. Enfin le dernier chapitre est consacré à l'application et résultats.

Chapitre I :

***Notion De
Pyrologie
Forestière***

INTRODUCTION

La forêt algérienne comme toutes les forêts de la région méditerranéenne, est soumise à des agressions multiples d'origine tant climatique qu'anthropique. Parmi toutes ces agressions, c'est les incendies qui causent le plus de dégâts car ils détruisent annuellement des superficies appréciables Khader et *al.*, (2009), et qui bénéficient des conditions physiques et naturelles favorables à son éclosion et sa propagation (composition des massifs forestiers en essences très combustibles, du climat sec, de la sécheresse) (Zouaidia, 2006).

Le feu est un élément difficilement contrôlable. Il constitue la première cause dans la dégradation forestière tant à l'échelle planétaire, locale que régionale (Hessas, 2005), il détruit annuellement plus de 20 000 ha de la forêt algérienne (Belhadj-Aissa et *al.*, 2003).

Ce chapitre apporte des éléments d'informations importants pour mieux connaître les incendies de forêt et comprendre leurs comportements.

1. PYROLOGIE FORESTIERE

1.1. Définition

D'après Zouaidia (2006) et Arfa (2008): " La pyrologie forestière constitue une science dont l'objet principal est l'étude des feux de forêts et de leurs propriétés", elle explique :

- Le processus de combustion ;
- Les caractéristiques des incendies de forêt ;
- Les facteurs qui influencent leur origine et leur développement.

1.2. Le processus de combustion

Deux définitions similaires donnés par Megrerouche (2006) et Arfa (2008) pour la combustion: "C'est l'ensemble des phénomènes qui accompagnent la combinaison chimique ou l'union rapide de l'oxygène de l'air avec le carbone contenu dans les combustibles. Ces derniers sont définis comme étant des corps ayant la propriété de brûler,

c'est-à-dire des substances qui peuvent être détruites par le feu comme le bois, la tourbe, le charbon, la paille, le papier... etc".

D'après Zouaidia (2006), la combustion est l'oxydation vive, fortement exothermique, d'un corps solide ou gazeux appelé combustible, en présence du carburant, souvent l'oxygène de l'air.

La combustion de la matière végétale s'effectue en deux étapes, non rigoureusement distinctes :

- La combustion avec flammes, réaction chimique entre gaz de décomposition thermique et oxygène de l'air, est appelée combustion vive.
- La combustion sans flammes ; réaction chimique entre les résidus de la décomposition thermique et l'oxygène de l'air, est dite la combustion lente.

2. LES INCENDIES DE FORET

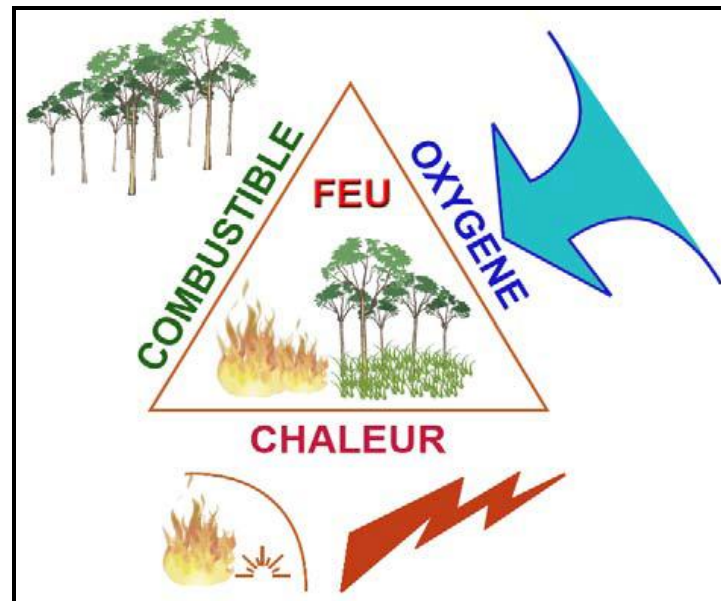
2.1. Définition

On parle d'incendie de forêt lorsque le feu concerne une superficie minimale d'un hectare d'un seul tenant et qu'une partie au moins des étages arbustifs et/ou arborés (parties hautes) est détruite (Merdas, 2007).

D'après Trabaud (1989), l'incendie de forêt est une combustion qui se développe sans contrôle dans le temps et dans l'espace ».

Les feux de forêts sont des incendies qui se déclarent et se propagent dans des formations végétales, d'une surface minimale d'un hectare pouvant être des forêts ou des formations subforestières et qu'une partie au moins des étages arbustifs et/ou arborés (parties hautes) soit détruite (D.S.P.R, 2008).

Pour qu'il y ait inflammation et combustion, trois facteurs doivent être réunis, chacun en proportions convenables : un combustible, qui peut être n'importe quel matériau pouvant brûler, une source externe de chaleur (flamme ou étincelle) et de l'oxygène, nécessaire pour alimenter le feu (voir figure 01).



Source : DSPR, 2008

Figure 1. Conditions de déclenchement d'un feu de forêt (Triangle de feu).

Décrivant maintenant chacun des trois éléments de la combustion et dont les caractéristiques conditionnent la violence d'un incendie.

2.2. Les combustibles

Selon Zouaidia (2006) Un élément combustible est un corps qui a la particularité de brûler, c'est-à-dire qui peut prendre le feu le plus facilement. Tous les éléments qui constituent la forêt à partir du sol végétal jusqu'à la cime des arbres sont des matériaux combustibles. Généralement, c'est à la surface du sol que se trouvent les matériaux les plus inflammables tels que l'herbe, les feuilles mortes et les déchets de coupe. Il faut noter que les combustibles contiennent non seulement une composition organique mais aussi minérale.

2.2.1. Composition organique

Les végétaux ligneux contiennent environ **30%** de la lignine, **50%** de cellulose, et une faible proportion de substances volatiles parfois très combustibles (huiles essentielles, terpènes, résines).

Les molécules organiques des végétaux sont celles qui subissent la pyrolyse et dont la décomposition exothermique fournit de l'énergie qui entretient la propagation du feu (Frederic, 1992).

2.2.2. Composition minérale

Les éléments minéraux représentent environ de **1 à 4%** de la masse anhydre (matière qui reste lorsque la combustion est totale).

Plus la particule est riche en éléments minéraux, plus la chaleur de la combustion est faible.

2.3. L'oxygène de l'air

L'oxygène, ce gaz incolore qui constitue approximativement **21%** du volume total des gaz de l'atmosphère, constitue un élément tellement indispensable à l'entretien d'un feu, que même le combustible le plus inflammable ne saurait brûler rapidement sans un apport suffisant (Trabaud, 1971).

Un manque d'oxygène se traduit habituellement par une combustion lente sans formation de flammes.

2.4. La chaleur

C'est la source de l'énergie nécessaire pour amorcer le phénomène de la combustion.

Une fois les matériaux sont en ignition, on observe un grand dégagement de chaleur et une forte élévation de température (Trabaud, 1971).

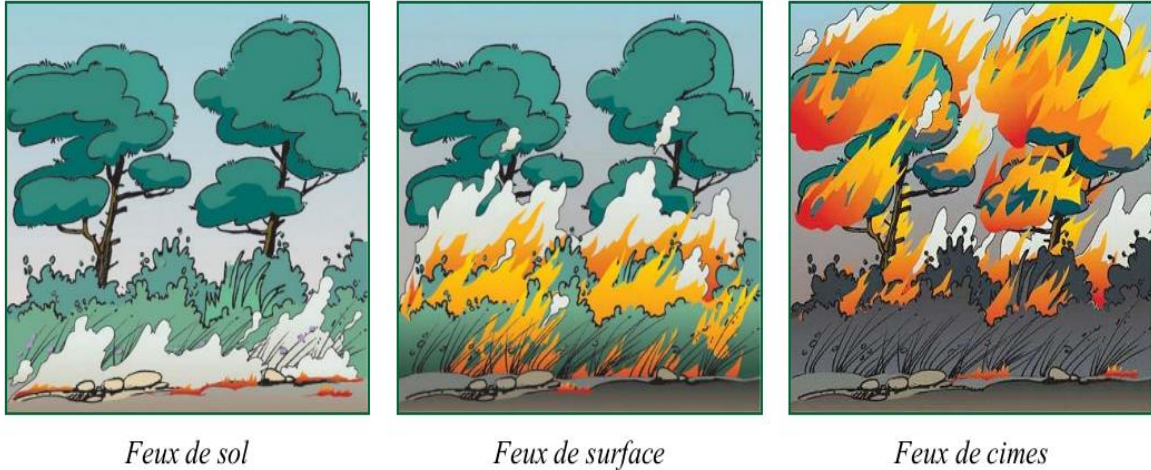
3. CATEGORIES DES FEUX DE FORETS

Selon Megrerouche (2006), un feu peut prendre différentes formes, chacune étant conditionnée par les caractéristiques de la végétation et les conditions climatiques (principalement la force et la direction du vent). On distingue ainsi (voir Figure 02) :

3.1. Les feux de sol qui brûlent la matière organique contenue dans la litière, l'humus ou les tourbières. Alimentés par incandescence avec combustion, leur vitesse de propagation est faible.

3.2. Les feux de surface qui brûlent les strates basses de la végétation, c'est-à-dire la partie supérieure de la litière, la strate herbacée et les ligneux bas. Ils se propagent en général par rayonnement.

3.3. Les feux de cimes qui brûlent la partie supérieure des arbres (Ligneux hauts) et forment une couronne de feu .Ils libèrent en général de grandes quantités d'énergie et leur vitesse de propagation est très élevée .Ils sont d'autant plus intenses et difficiles à contrôler que le vent est fort et le combustible sec (DSPS, 2008).



Source : DSPR, 2008

Figure 2. Les différents types de feux de forêt.

4. FACTEURS FAVORISANT L'OCCURRENCE ET LE DEVELOPPEMENT DES FEUX

4.1. Les facteurs climatiques

Les conditions climatiques de l'année et de celle qui précède sont très importantes, aussi bien les précipitations, les températures, les vents et aussi l'humidité relative.

4.1.1. Les précipitations

La pluie est le facteur climatique le plus important qui influe sur le phénomène d'occurrence des feux .Ce ne sont pas les quantités d'eau tombées qui inhibent le phénomène d'occurrence des feux, mais plus particulièrement leur rythme d'apparition (Merdas, 2007).

Si les pluies sont régulièrement réparties au cours de l'année, il y aura peu d'incendies et les superficies brûlées seront de faibles étendues ; par contre, lors d'une saison sèche, présentant plusieurs périodes sans pluies, les feux seront nombreux (Hessas, 2005).

De même, il faut savoir qu'il suffit de 2 à 3 mm de pluie, quantité suffisante pour saturer la litière en eau, pour empêcher l'apparition des feux, et les fortes averses sont souvent moins bénéfiques que les effets d'une petite quantité de pluie bien distribuée pendant une période plus longue (Trabaud, 1970 a).

4.1.2. Les vents

D'après Arfa (2008), le vent par ses multiples actions, joue un rôle particulièrement important dans le déclenchement et la propagation des incendies de forêts, il agit par son intensité, sa vitesse et sa direction :

- Favorise et accélère le dessèchement des végétaux et des sols.
- Courbe et avive les flammes, apporte la chaleur aux combustibles adjacents, augmente la vitesse de propagation et peut produire des feux de cimes difficilement contrôlables.
- Transporte parfois fort loin des particules incandescentes. Donc, on peut dire que plus la vitesse du vent est forte, plus la vitesse de propagation des feux sera grande. De même, selon ces mêmes auteurs, l'effet de la vitesse du vent est plus grand quand l'humidité du combustible est très basse.

4.1.3. L'humidité relative

C'est le rapport de la pression observée de la vapeur d'eau à la pression maximale compatible avec la température de l'air. Elle n'agit pas directement sur le phénomène d'apparition des feux, mais elle joue un rôle très important sur la teneur en eau des végétaux combustibles (Hessas, 2005).

Car selon Trabaud (1970 a), le risque de danger d'incendie n'est pas toujours le résultat d'une faible humidité relative de l'air ; mais, fréquemment, quand l'humidité relative est élevée les vents sont faibles.

4.1.4. La température

Les températures vont régler l'activité végétale, la production de biomasse, l'évapotranspiration et notamment lorsque la sécheresse s'installe, rend le végétal plus au moins inflammable et combustible (Barbero, 1988).

D'après Arfa (2008), la principale source de chaleur est le soleil, les combustibles exposés au soleil se réchauffent plus rapidement que ceux sous couvert forestier, il peut y avoir jusqu'à 10°C de différence. La température peut avoir une influence directe ou indirecte :

- Influence directe par le réchauffement ou le refroidissement des matériaux ;
- Influence indirecte par la modification du contenu en humidité de l'atmosphère.

4.2. Les conditions édaphiques

Les conditions édaphiques sont essentielles, car la texture des sols, leur structure, la qualité de leur complexe argilo humique, conditionnent leur aptitude à conserver une réserve hydrique plus ou moins importante, et donc à rendre une espèce végétale moins inflammable alors que la sécheresse climatique sévit (Trabaud, 1976).

4.3. Les facteurs topographiques

Jouent un rôle important en favorisant suivant les situations la progression du feu ou son ralentissement. Il faut noter que la topographie, contrairement aux agents atmosphériques, est un facteur constant dont il est possible de déterminer ou de prévoir son influence (Zouaidia, 2006).

4.3.1. Le relief

D'après Drouet (1988), la pente du terrain produit le même effet que le vent. En général, comme la pente s'accroît, la vitesse de propagation s'accroît, et les feux brûlent plus rapidement sur les pentes accidentées.

Selon Trabaud (1970 a), la pente exerce une influence considérable sur la vitesse de propagation, surtout dans les premiers stades d'un feu, ainsi la vitesse de propagation d'un feu doublera sur une pente de 10% et quadruplera en gravissant une pente 20%, par contre elle est considérablement réduite quand un feu descend une pente.

L'exposition a également un rôle indirect sur la progression du feu, car elle conditionne le type de végétation, l'influence des vents et l'ensoleillement. Généralement, les versants Sud-Ouest présentent les conditions les plus favorables pour une inflammation rapide et pour la propagation des flammes (Boudy, 1952).

4. 4. Les facteurs biologiques

Il s'agit surtout des formations végétales. La couverture morte, la présence dans la forêt de rémanents, de litières non décomposées, est un facteur important de déclenchement des feux (Megrerouche, 2006).

Conclusion

Pour qu'un incendie se déclare et se propage, il a besoin de trois éléments fondamentaux: du combustible, de l'oxygène et de la chaleur, c'est ce que les gestionnaires appellent le triangle du feu. Le triangle du feu démontre que l'oxygène, le combustible et la chaleur sont, dans des proportions appropriées nécessaires pour créer un incendie. Si un de ces éléments est absent, un incendie ne peut pas se déclarer ou se propager. Les autres éléments sont les conditions climatiques.

Les façons dont les combustibles prennent feu, dont les flammes se développent et dont un feu non maîtrisé se propage constituent le comportement du feu. La compréhension de ce phénomène complexe est nécessaire. les travaux de (Missoumi et *al.*, 2002), (Belhadj-Aissa et *al.*, 2003 ; Missoumi et Tadjerouni, 2003), (Meddour et *al.*, 2008), (Zegrar, 2009), (Meddour et Deridj, 2010) dans les domaines de la prévention, de la lutte et de l'après feu nous permettent de mieux comprendre, de mieux décrire les incendies de forêts et d'élaboration une meilleure prévention.

Chapitre II :

*Apport de la
Télédétection dans
la Gestion des
Ecosystèmes*

INTRODUCTION

La prévention et la gestion des risques naturels, en particulier ceux liés aux feux de forêts, sont devenus une priorité, qui vise la préservation des milieux naturels. Dans ce cadre, la télédétection constitue un outil précieux pour la gestion du patrimoine forestier ;

La télédétection, en particulier l'imagerie satellitaire, peu coûteuse et présentant une meilleure couverture spatiale (Mezned et *al.*, 2005).

L'utilisation de la télédétection comme outils de travail est devenue une nécessité absolue vue l'utilisation très large dans les différents domaines et la qualité des produits fournis par cette technique. Elle sert aujourd'hui à :

- La gestion et la prévention des risques majeurs ;
- L'étude et le suivi des infrastructures de bases ;
- L'aménagement du territoire et des ressources naturelles ;

Dans ce chapitre on va aborder l'apport de la télédétection dans la gestion, la surveillance des écosystèmes forestiers.

1. DEFINITION ET IMPORTANCE

1.1. Définition

Plusieurs définitions ont été proposées, mais elles s'orientent toutes vers le même ordre d'idée.

D'après le Centre Canadien de télédétection; « La télédétection est l'ensemble des techniques qui permettent, par l'acquisition d'images, d'obtenir de l'information sur la surface de la Terre (y compris l'atmosphère et les océans), sans contact direct avec celle-ci. La télédétection englobe tout le processus qui consiste à capter et enregistrer l'énergie d'un rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, à traiter et analyser l'information qu'il représente, pour ensuite mettre en application cette information. » (Pouchin, 2001 a, b).

1.2. Domaines et Importance de télédétection

La recherche bibliographique révèle l'utilisation de la télédétection, pratiquement dans l'ensemble des disciplines et à titre d'exemple on peut citer les travaux de suivi et d'évaluation des changements de l'écosystème forestier dans l'espace et dans le temps (Boureau Et Ratte, 1990 ; Barisano, 1990), (Demarez, 1997), (Estival Et Peuch, 1998), (Galochet Et *al.*, 2002 ; U.N.I.S.C.O, 2002; Boivin Et *Al.*, 2002), (Brun, 2004), (Vocani Et *al.*, 2005), (Niandry, 2007 ; Ben Linani, 2007).

Aussi les études et l'inventaire des ressources naturelles, l'occupation du sol réalisée par (Abdellaoui, 1989), (Bied-Charreton, 1990), (Maniere Et *al.*, 1993), (Boulahouat Et Naert 1996), (Pelkey Et *al.*, 2000), (Anyamba et Tucker, 2005), (Giannico, 2007), (Ben Messaoud, 2008), (Echchatabi et Hannachi, 2011).

Pour l'agriculture, plusieurs facteurs et phénomènes sont mieux contrôlés par télédétection tel que l'estimation des rendements (statistiques agricoles), l'état sanitaire des cultures et l'utilisation de l'eau en agriculture (Meyer-Roux, 1990 ; Guerif et Seguin, 1990), (Dejean, 2003), (Tourino Soto, 2005 ; Gammar et Bensalem, 2005), (Jerom, 2006), (Kessal et *al.*, 2011).

Pour les domaines de l'hydraulique et de la pédologie on peut citer les travaux de (Dubucq, 1986), (Carton, 1990), (Puech, 2000), (Singh, 2004), (Laghoulag, 2011 ; Zebbar et Smati, 2011 ; Lafrid et Izeghouine, 2011).

La télédétection est utilisée dans le domaine de suivi et l'évolution et la progression de la désertification et l'érosion des sols (Dubucq, 1986), (Delaitre et *al.*, 1998), (Rasmussena, 2001), (Bensaid et *al.*, 2003), (Mostefaoui et *al.*, 2006 ; Chirifi 2006 ; Hassani 2006), (Boukhoulkhal et Hazem , 2011).

Egalement la télédétection est utilisée à l'évaluation des risques d'incendie en forêt (Allexandrian, 1999), (Pelletier, 2001), (Jaiswal, 2002 ; Missoumi et *al.*, 2002), (Eva et *al.*, 2003 ; Belhadj-Aissa et *al.*, 2003 ; Missoumi et Tadjerouni, 2003), (Lili Chabaane et *al.*, 2005 ; Mezned et *al.*, 2005 ; Bijaber et Ahlafi, 2005), (Faour et *al.*, 2006), (Shi et *al.*, 2008 ; Meddour et *al.*, 2008), (Zegrar, 2009 ; CSE, 2009 ; Roy et Boschetti, 2009 ; Khader et *al.*, 2009 ; Qian et *al.*, 2009), (Meddour et Deridj, 2010 ; Jacquin, 2010), (Kebir et Abbas, 2011).

2. IMPORTANCE DE LA TELEDETECTION POUR LE SUIVI DES FEUX

La détection des feux actifs est focalisée principalement sur l'étude de la radiation émise par les feux, En effet, plusieurs produits sont maintenant disponibles pour détecter, gérer et surveiller ce phénomène.

2.1 Le Radiomètre spectral pour imagerie de résolution moyenne (MODIS)

2.1.1 Présentation

Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS), que l'on peut traduire en français par « Radiomètre spectral pour imagerie de résolution moyenne ») est une série d'instruments d'observation scientifique couplés à un système embarqué satellitaire, lancé par la NASA à bord du satellite Terra en 1999, puis à bord du satellite Aqua en 2002 (deux satellite de l'EOS - Earth Observing System, un programme de la NASA destiné à l'observation à long terme des sols, biosphère, atmosphère et océans de la Terre). Les instruments enregistrent des données dans 36 bandes spectrales allant de 0,4 μm à 14,4 μm avec une résolution spatiale de 250 m à 1 km (Justice et *al.*, 1998).

Les instruments MODIS fournissent une couverture quotidienne approximative de 4 fois par jour pour chaque région sur la Terre. MODIS-Terra a un temps de traversée de l'équateur autour de 10h30 et 22h30 tandis que MODIS-Aqua a un temps de passage autour de 13h30 et 01h30 (Chuvienco et Huete, 2010).

Depuis son lancement, l'accent a été proposé pour caractériser les performances de l'appareil, de la détermination, la surveillance, la qualité des produits de données, et la validation de l'engagement (Morissette, Privette, et Justice, 2002).

Sur la base de cette compréhension, des améliorations ont été faite à l'ensemble des algorithmes. Les produits des feux actifs MODIS relèvent de la suite de produits terrestres et fournir des informations sur les feux brûlants activement, y compris leurs localisations et de synchronisation, le pouvoir radiatif instantané, et le rapport qui couve, présenté à une sélection de l'espace et échelles temporelles (Kaufman, Justice et *al.*, 1998 ; Justice, Giglio et *al.*, 2002).

2.1.2. Historique sur l'algorithme de détection des feux

À ce jour, plusieurs algorithmes ont été proposés pour la détection des feux utilisant des données de télédétection. Généralement, les algorithmes présentés sur la base de seul jour imagerie de télédétection sont classés comme seuil fixe ou contextuelle (Li et *al.*, 2001).

Les Algorithmes MODIS ont dérivé à identifier les feux Justice et *al.*, (2002), Wang et *al.*, (2007) et ils ont eux quelques améliorations. L'algorithme de détection de feux utilisant des données MODIS est élaboré à partir de l'algorithme prédécesseur basée

sur des données NOAA, Giglio et *al.*, (2003) qui a été utilisé pour la surveillance des feux comprend l'algorithme de seuil unique Flannigan et Haar (1986), l'algorithme de seuil multiple Eva et Flasse (1996), et l'algorithme contextuel (Giglio et *al.*, 2003).

Un algorithme de détection identifie les feux actifs au sein de chaque bande MODIS constitue la base de ces produits ; Bien que l'algorithme de détection de feux MODIS original Kaufman, Justice et *al.*, (1998) raisonnablement bien fonctionné Après plusieurs révisions post-lancement initiaux collectivement connue comme " la version 3" (Justice, Giglio et *al.*, 2002).

Deux problèmes importants ont limité la qualité globale du produit. Tout d'abord, les fausses détections persistantes se sont produites dans certains déserts et les terres émergées de végétation clairsemée, en particulier dans le nord de l'Ethiopie, du Moyen-Orient et de l'Inde centrale. Non de façon inattendue, la plupart d'entre eux ont été causés par les tests de seuil absolu de l'algorithme. Deuxièmement, relativement faible (encore feux généralement évidentes) ont été fréquemment pas détectés. En Face à ces problèmes, ils ont développé un remplacement **La version 4** algorithme contextuel qui offre une sensibilité supérieure aux petits feux plus fraîches et ont donné moins fausses alarmes flagrante.

2.1.3. Les produits de navigation mondiale des feux

D'après Justice et *al.*, (2002), les produits des feux actifs MODIS sont générés sur une base quotidienne de 5 - 20 km de résolution spatiale en images *Joint Photographic Experts Group* (JPEG).

Ces produits montrent la répartition mondiale des feux pour chaque jour (voir figure 3, 4) et ils permettent une identification aisée des problèmes potentiels tels que les fausses alarmes excessives dans une région donnée. Le parcours produit fournit un outil pratique pour évaluer rapidement les zones et les changements dans l'activité du feu. Tous les produits de la terre MODIS sont disponibles sur le site MODIS :

([http://modland.nascom.nasa.gov / browse /](http://modland.nascom.nasa.gov/browse/)).

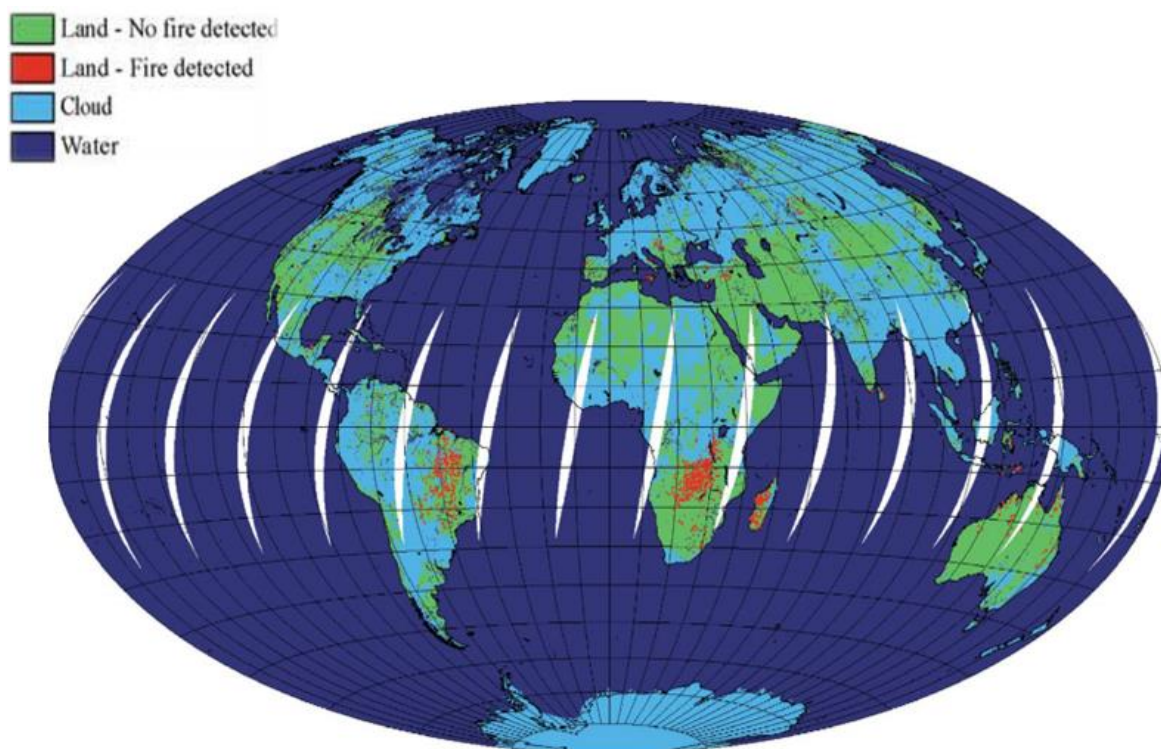


Figure 3. Synthèse du passage du satellite MODIS et l'exploitation des points de feux détecté pour 4 septembre 2001. (JUSTICE et *al.*, 2002).

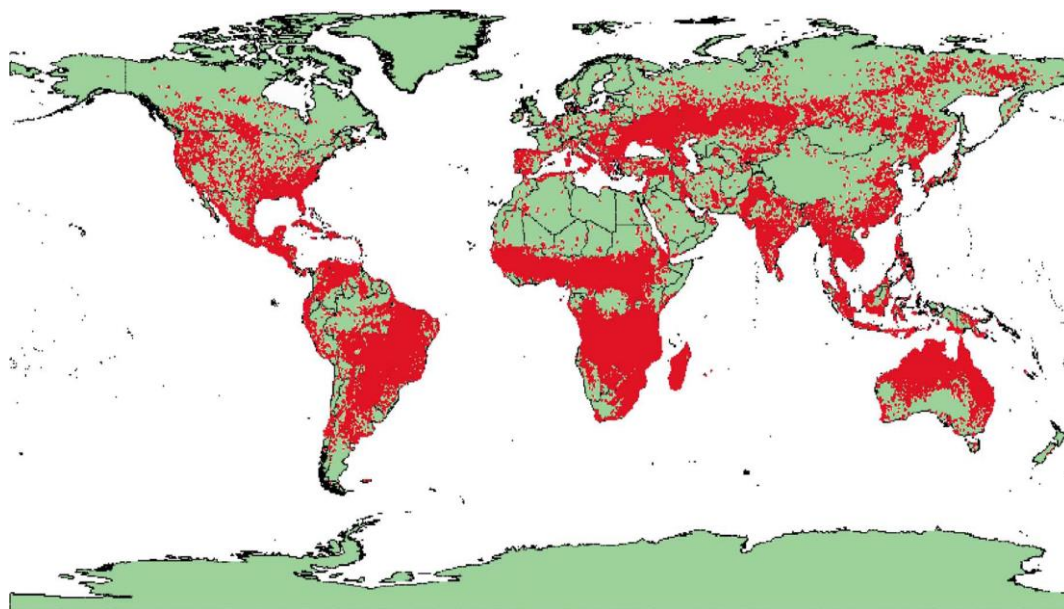


Figure 4. Localisation mondiale des points de feux détectés par l'algorithme FIRMS (23 Avril 2001 à 25 Février 2002).

NB : Chaque point rouge représente la localisation géographique d'un feu actif dont la résolution spatiale est de 1km.

3. DESCRIPTION D'ALGORITHME DE DETECTION DU FEU

L'algorithme utilise des températures de brillance provenant des longueurs d'onde 4 et 11 μm du MODIS du matin, désignés par T_4 et T_{11} , respectivement. (Kaufman, Justice et *al.*, 1998)

L'instrument MODIS a deux canaux, numérotés 21 et 22, ces derniers sont utilisés par l'algorithme de détection. Le canal 21 se sature à 500 K; et le canal 22 se sature à 331 K. Depuis la faible saturation, le canal (22) est moins bruyant et a une faible erreur de quantification, le T_4 est provient à partir de ce canal lorsque cela est possible (Giglio et *al.*, 2003).

Toutefois, lorsque le canal 22 est saturé ou il a des données manquantes, il est remplacé par le canal de saturation élevée pour dériver T_4 . Le T_{11} est calculée à partir de la longueur d'onde 11 μm (canal 31), qui se sature à environ 400 K pour le MODIS Terra et 340 K pour le MODIS Aqua.

La longueur d'onde 12 μm (canal 32) est utilisé pour le masquage des nuages ; les températures de brillance pour ce canal sont désigner par T_{12} .

Les canaux rouge et proche infrarouge de résolution 250 m, agrégé à 1 km, sont utilisés pour rejeter les fausses alarmes et le masque des nuages. Ces réflectances sont désignés par $\rho_{0.65}$ et $\rho_{0.86}$, respectivement. La longueur d'onde 2,1- μm (500 m), également regroupées à 1 km, est utilisé pour rejeter les fausses alarmes provoquées par l'eau, le facteur de réflexion dans ce canal est notée $\rho_{2.1}$ (Giglio et *al.*, 2003).

Un résumé de toutes les bandes MODIS utilisés dans l'algorithme est présenté dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1. Les canaux MODIS utilisés pour la détection des feux actifs et leurs caractérisations

Bandes	Longueur d'Onde (µm)	Utilisation
1	0,65	Limite les reflets solaires et les fausses alarmes des surfaces côtier ; masquages des nuages.
2	0,86	Limite les fausses alarmes liées aux surfaces très réfléchantes des côtes ; masquages des nuages.
7	2,1	Contre les reflets solaires et les fausses alarmes.
21	4,0	Détection des feux actifs.
22	4,0	Détection des feux actifs.
31	11,0	Détection des feux actifs et masque des nuages.
32	12,0	Masque des nuages

Source CSE, 2009.

3.1. Pre-traitements pour l'élimination des pixels non feux (nuages- eau)

Une classification préliminaire a été utilisée pour éliminer les pixels des nuages et celles de l'eau. La classification des pixels selon leur contenant de propriétés physique est divisée sur plusieurs classes chacune représente une région correspondante.

3.1.1. Classification des pixels nuages

La détection de nuage se base sur le principe utilisé par «AVHRR-derived Global Fire Product Gregoire et *al.*, (2000)»; car un pixel diurne est considéré d'être nuage si la condition suivante est satisfaite :

$$(p_{0.65} + p_{0.86} > 0.9) \text{ ou } (T_{12} < 265 \text{ K}) \text{ ou } (p_{0.65} + p_{0.86} > 0.7) \text{ et } (T_{12} < 285 \text{ K})$$

Les Pixels nocturnes sont signalés comme nuage si la seule condition $T_{12} < 265 \text{ K}$ est satisfaite.

Ce simple critère peut identifier tous les types de nuages (dense, froids et même petit nuage) qui peuvent causer des fausses alarmes ou l'avantage c'est que les pixels du feu ne jamais se classifient comme des pixels de nuage (Justice, Giglio et *al.*, 2002).

3.1.2. Classification des pixels eau

D'après Gregoire et *al.*, (2000), la détection de l'eau est notamment basée sur le fait que la réflectance de l'eau dans le visible est très basse et l'NDVI qui présente la présence de la végétation est inférieur de zéro. Un pixel est estimé d'être eau sous la condition suivantes:

$$\rho_{0.65} < 0.1 \text{ et } \rho_{0.86} < 0.1 \text{ et } \text{NDVI} < 0$$

3.1.3. Détection des surfaces chaudes

Parmi les caractéristiques des surfaces chaudes la température de brillance est énorme (plus de 320K; 47°C) et un albédo supérieur de 30 % donc tous pixels satisfaisants ces conditions seront classées comme désert:

$$(\rho_{0.86} > 0.25 \text{ et } T_4 > 320\text{K}) \text{ ou } (\rho_{0.86} > 0.30 \text{ et } \Delta T > 14\text{K})$$

4. LES COMPOSANTES DE L'ALGORITHME DE DETECTION

Une classification préliminaire a été utilisée pour éliminer les pixels non feu. Les pixels qui restent sont considérés comme des essais ultérieurs pour déterminer s'ils contiennent en fait du feu actif.

4.1. Potentiel d'incendie

Un pixel journée est identifié comme un pixel d'incendie si :

$$T_4 > 310 \text{ K}, \Delta T > 10 \text{ K et } \rho_{0.86} < 0,3 \text{ où } \Delta T = T_4 - T_{11}.$$

Pour les pixels de nuit, le test de réflexion est omis et le seuil du T_4 réduit à 305 K. les pixels défaillants ces tests préliminaires sont immédiatement classés comme du pixel non-feu.

Il ya deux méthodes logiques par lesquelles les pixels feu peuvent être identifiés. La première consiste en un test de seuil absolu simple. Ce seuil doit être fixé suffisamment élevé pour qu'il ne se déclenche que par des pixels feu très clairs, c'est à dire ceux qui ont très peu de chances d'être une fausse alarme. La deuxième méthode consiste en une série de tests conçus contextuelle d'identifier la majorité des pixels feu actifs qui sont moins apparents. Mais la méthode peut conter des pixels qui sont des fausses alarmes

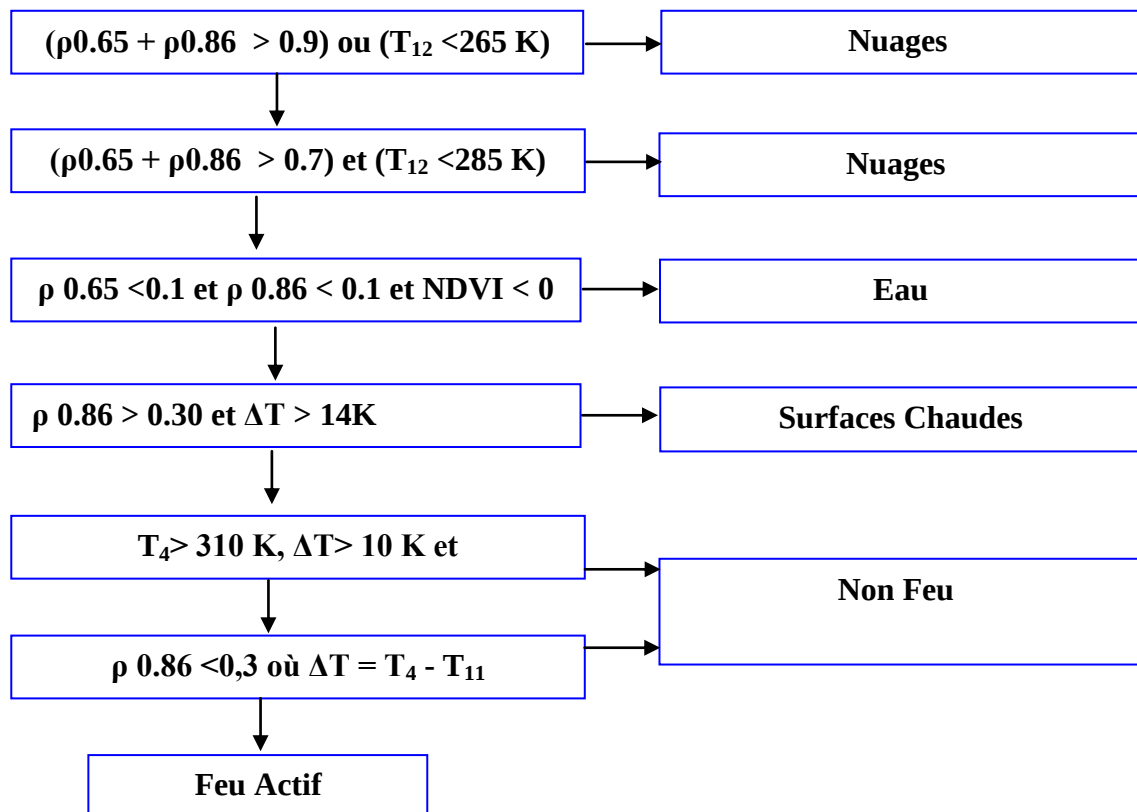
4.2. Le Test de seuil absolu

Le critère de seuil absolu est identique à celui employée dans l'algorithme original (Kaufman, Justice et *al.*, 1998)

Le critère de seuil absolu se base sur la température de brillance du canal T_4 qui est très sensible aux grandes températures ; un pixel est considéré comme pixel feu si:

$$T_4 > 360 \text{ K pour le jour et } 320 \text{ K pour la nuit}$$

L'utilité de choisir un grand seuil et d'éliminer les fausses alarmes causées par les reflets de soleil.



Source : notre synthèse

Figure 5. Procédures d'algorithme de détection du feu actif pour le satellite MODIS

4.3 La confiance de détection d'incendie

Une estimation de confiance de détection est fournie dans le cadre du produit des incendies pour aider à juger la qualité de pixel d'incendie individuels, semblables au régime décrit par (Giglio et *al.*, 2003).

Cette estimation de confiance est utilisée pour attribuer l'un des trois classes des feux (le feu de faible confiance, le feu de moyenne confiance, et feu de haute

confiance). Actuellement, alors que le produit est du statut provisoire, tous les pixels des feux détectés sont affectés à des confidences moyennes.

Une mesure de confiance pour chaque pixel de feu détecté est également produite basé sur l'approche de Giglio et *al.*, (2003). La mesure emploie T_4 , (Naw) le nombre de nuages des pixels adjacents au pixel d'incendie (N_{ac}) et les variables normalisés z_4 et $z_{\Delta T}$, définie comme :

$$z_4 = T_4 - T_4 / \delta_4$$

$$z_{\Delta T} = \Delta T - \Delta T / \delta \Delta T$$

Ces quantités représentent le nombre d'écarts absolus T_4 et T_{11} dessus du fond, et sont analogues les Z-scores les plus couramment utilisées qui sont calculés à l'aide de l'écart type Devore (1987). Giglio et *al.*, (2003) ont également utilisé une fonction de rampe, définie comme :

$$S(x; \alpha, \beta) = \begin{cases} 0; & \alpha \leq x \\ (x - \alpha) / (\beta - \alpha); & \alpha < x < \beta; \\ 1; & x \leq \beta \end{cases}$$

La confiance attribué à chaque pixel d'incendie est composé d'une combinaison de cinq sous documents confidentiels, marqué en C_1 à C_5 , ayant chacun une plage de 0 (la confiance la plus faible) à 1 (la plus haute confiance). Pour les pixels d'incendie du jour, ceux-ci sont définis comme :

$$C_1 = S(T_4; 310 \text{ K}, 340 \text{ K})$$

La température 310 K représente la température minimale de brillance requis pour un pixel considéré comme un pixel de feu et la température 340 K représente une valeur typique pour un incendie raisonnablement évident.

$$C_2 = S(z_4; 2.5, 6)$$

$$C_3 = S(z_{\Delta T}; 3, 6)$$

$z_4 = 2.5$ est la valeur minimale requis de pixels d'incendie par l'algorithme de détection, alors que $z_4 = 6$ représente une valeur typique pour un feu sans ambiguïté.

Un raisonnement similaire s'applique à la définition de C_3 .

$$C_4 = 1 - S(N_{ac} ; 0,6)$$

Le C_4 réduit la confiance de détection que le nombre de pixels adjacents nuage augmente, représente le fait que les pixels d'incendie détectés le long nuage bords sont plus susceptibles de souffrir de contamination des nuages, pourrait déclencher une fausse alarme par la lumière solaire réfléchi.

$$C_5 = 1 - S(N_{aw} ; 0,6)$$

Le C_5 réduit la confiance que le nombre de pixel adjacente de l'eau augmente les, reflétant la plus grande probabilité que le pixel d'incendie détecté est plutôt une fausse alerte côtière.

D'Après Giglio et *al.*, (2003) la confiance de détection C est alors définie comme la moyenne géométrique des sub-confidences, à savoir :

$$C = \sqrt{C_1 C_2 C_3 C_4 C_5}$$

Pour les pixels d'incendie nocturnes, les seuils de C_1 sont modifiés de manière appropriée de telle sorte que :

$C_1 = S(T_4; 305 K, 320 K)$ et le nuage et sous-confidences liés à l'eau ne sont pas considéré.

La confiance de détection nocturne est donc simplement la moyenne géométrique de C_1 , C_2 et C_3 .

4.4 L'indice de brillance

C'est la racine de la somme des carrés des deux canaux ($PIR + R$).

$$IB = \sqrt{PIR^2 + R^2} \text{ (Girard et Girard, 1999)}$$

L'indice de brillance est sensible à la luminosité énergétique des sols. Il permet de mettre en évidence l'humidité du sol, sa rugosité et sa couleur (Moussaoui, 1994)

CONCLUSION

La télédétection permet d'exploiter l'information spectrale à des fins d'analyse, d'interprétation et de gestion de l'environnement.

Parmi les systèmes de surveillance des feux de forêts, la télédétection spatiale est une des solutions les plus intéressantes. Sa mise a contribution, dans le suivi et la détection des feux actifs, dans différents régions, a été clairement démontrée.les instruments satellitaires appliqués dans cet aspect sont nombreux : NOAA-AVHRR, Landsat-TM et MSS, SPOT, GOES,.....etc. Ils sont caractérisés par divers types de résolutions spatiales, temporelles et spectrales.

Actuellement, deux capteurs du satellite MODIS permettent d'acquérir des données sur les feux actifs.

Chapitre III :

Approche Méthodologique

Chapitre IV :

*Application
et
Résultats*

INTRODUCTION

La démarche retenue pour l'analyse et la caractérisation du phénomène des feux actifs en Algérie s'appuie surtout sur l'exploitation des données fournies par l'algorithme FIRMS. L'objectif recherché étant d'une part de mettre en évidence l'apport de la télédétection pour la caractérisation des feux et d'autre part d'analyser les données de l'algorithme pour pouvoir les valider par les données de terrain. Plusieurs traitements ont été effectués pour la validation des résultats on s'est rapprochées des directions (conservation des forêts, protection civil) pour recueillir des données réelles du terrain et par la suite les comparés avec celles eus à partir des différents traitements de la base des données.

Ainsi ce chapitre " *Approche méthodologique* " sera consacré pour la représentation des supports et des moyens de travail ainsi que la méthodologie générale pour la réalisation de ce travail.

1. CHOIX DU THEME

Le choix de notre thème est basé essentiellement sur la disponibilité des données des feux actifs téléchargées d'une façon gratuite auprès du site <http://maps.geog.umd.edu/firms/>. Notons également, la disponibilité des vecteurs (dessin) de délimitation des communes réalisées par le BNEDER. La disponibilité des données de terrain qui peuvent être utilisé pour la validation des données fournies par l'algorithme. Notre étude est appliquée à l'échelle nationale sur une période assez importante allant de 2000 au 2011 ce qui permettra une caractérisation des feux ainsi que leurs occurrences.

2. SUPPORTS ET MOYENS DE TRAVAIL

Les composantes descriptives et graphiques de notre travail ont été relevées sur les différents supports qui sont :

2.1 *Moyen de travail*

2.1-1. Un micro-ordinateur :

Le microordinateur utilisé est un P4 dont les caractéristiques sont les suivantes :

- ❖ Une mémoire vive (RAM) 6 Go ;
- ❖ Une capacité de stockage de 700 G ;

- ❖ Une vitesse d'horloge de 2.40 GHz ;
- ❖ Une carte graphique NVIDIA GeForce 4 Mx 440 with AGP 8x (Microsoft corporation).

2.2. Support de travail

2.2.1. Données Vecteur

Les données vecteur exploitées au cours de notre travail sont représentées par :

- a- Les données vecteurs de type surfacique qui sont les limites géographiques des wilayates réalisées par l'Institut National de Cartographie et de la Télédétection (I.N.C.T) pour le compte du B.N.E.D.E.R en 1998.
- b- Les données vecteurs de types ponctuels (Point) fournies par l'algorithme FIRMS développé par Université de MARYLAND.

3. LOGICIELS UTILISES

Il existe plusieurs logiciels SIG sur le marché. Ils se différencient par la puissance de leurs outils d'analyse spatiale, les structures de données, et les produits dérivés qu'ils proposent.

3.1. MapInfo professional 7.5

MapInfo a été développé et conçu dans les débuts des années 70 par la société Américaine MapInfo corporation, Troy, Newyork (USA) .Il est largement utilisé en tant que support d'applications très diverses utilisant des données géographiques. MapInfo, fournit une palette complète d'outils contribuant au large déploiement de la cartographie numérique. En plus MapInfo simplifie le recours aux requêtes SQL (*Structured Query Language*) en proposant des interfaces graphiques assez commodes pour interroger la base des données géographiques.

3. 2 . Office Excel 2007

Avec Office Excel 2007, on peut rapidement mettre en forme les données d'une feuille de calcul en leur appliquant un thème ou un style spécifique. Ces thèmes peuvent être partagés par d'autres logiciels Office version 2007, comme Microsoft Office Word et Microsoft Office PowerPoint.....Etc., alors que les styles sont conçus pour modifier la mise en forme d'éléments spécifiques à Excel, comme les tables, les graphiques, les tableaux croisés dynamiques, les formes ou encore les schémas.

3.3 . Logiciel de programmation R

Selon Paradis (2005), **R** est un système d'analyse statistique et graphique crée par Ross IHAKA et Robert GENTLEMAN ; il est à la fois un logiciel de statistique et un langage de programmation ; avec lequel on peut programmer des boucles afin d'analyser successivement différents jeux de données ; et aussi combiner ou empiler dans le même programme plusieurs fonctions statistiques pour réaliser des analyses complexes Bouchier (2006). Le R est programme a accès libre.

4 . TRAITEMENTS EFFECTUES

Pour l'exploitation des données issues des deux couches d'informations (données comgéo et données de l'algorithme), on été contraint de passer par plusieurs étapes pour les rendre exploitables. Les étapes sont comme suite :

4.1. Homogénéisation de la projection

Pour la superposition des deux couches une seule projection a été utilisée UTM (WGS 84) (Voir figure 6).

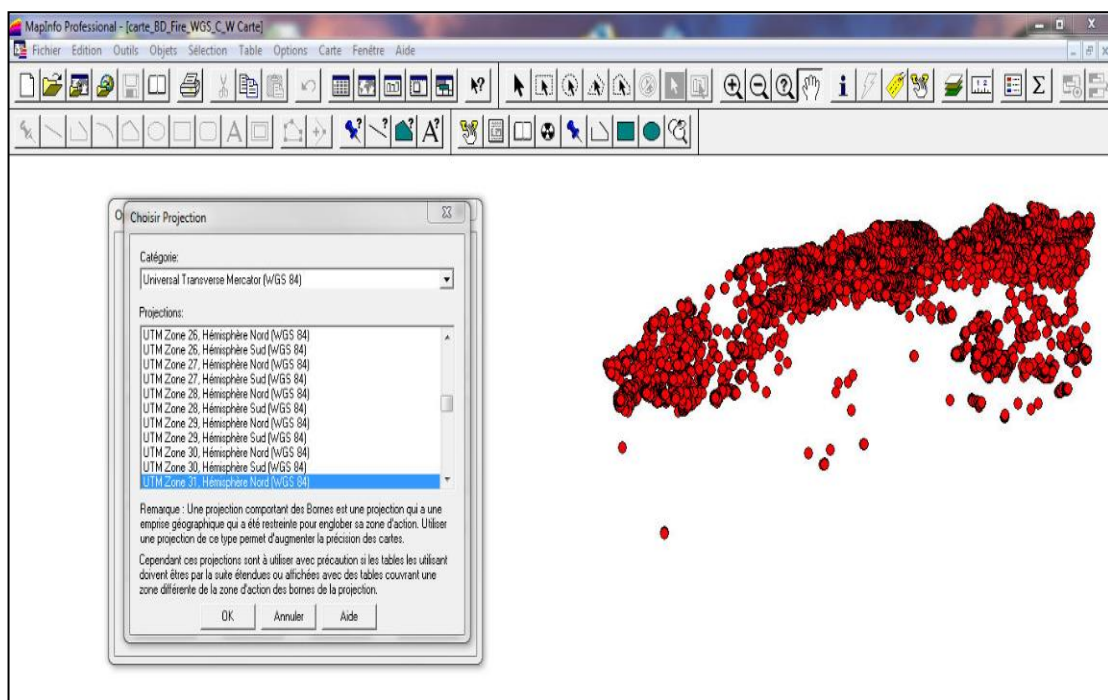


Figure 6. Homogénéisation de la projection sous Mapinfo.

4.2. Superposition des deux couches d'informations

Pour l'élimination des feux hors Algérie même des wilayas non touché par les feux actifs pour mieux présenter les résultats (Voir Figure 7).

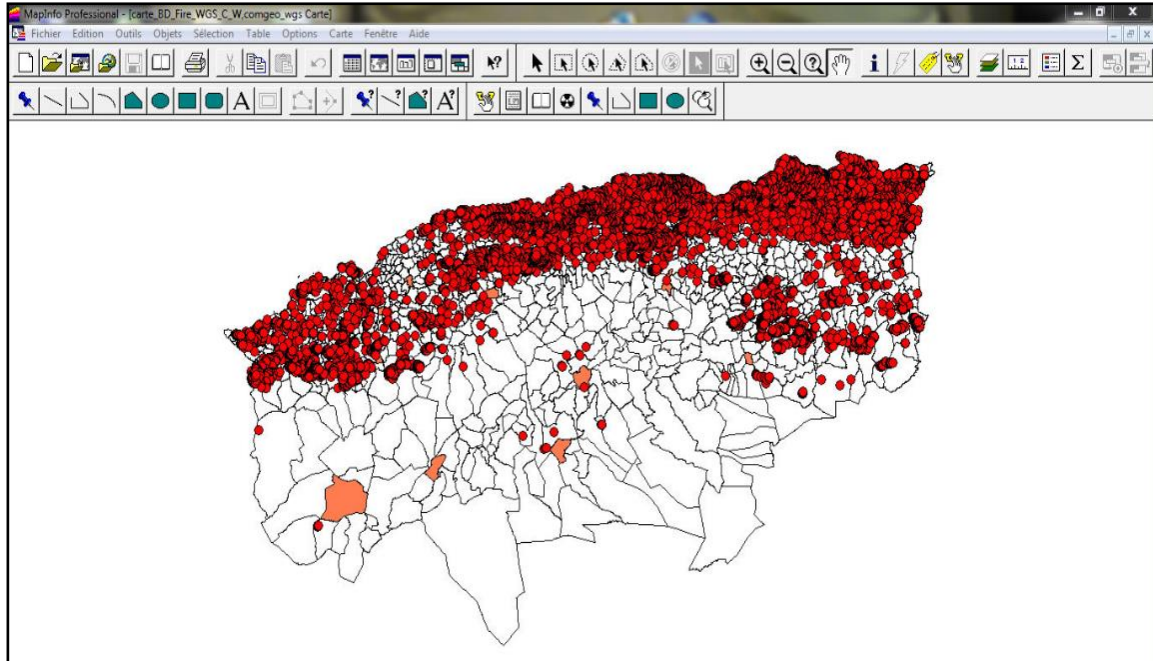


Figure 7. Superposition des couches d'information sous Mapinfo.

4.3. Jointure des données

Jointure des données attributaires relatives aux points de feux aux données cartographiques de la délimitation des Wilayates (voir figure 8).

	X	Y	BRIGHTNESS	ACQ_DATE	ACQ_TIME	SATELLITE	CONFIDENCE	COMMUNE	WILAYA
☐	40 898,96	3 880 183,36	330,7	20 030 727	1 042	T		82 SOUK THLATA	TLEMCEIN
☐	40 917,3	3 888 735,18	338,8	20 030 727	1 355	A		88 M'SIRDA FOUAGA	TLEMCEIN
☐	41 293,84	3 888 938,81	308,8	20 030 727	2 145	T		63 SOUK THLATA	TLEMCEIN
☐	41 379,56	3 888 823,16	341,4	20 030 727	1 355	A		91 SOUK THLATA	TLEMCEIN
☐	42 283,1	3 880 003,16	326,3	20 030 727	1 042	T		49 SOUK THLATA	TLEMCEIN
☐	42 417,76	3 889 438,74	326,5	20 030 728	1 300	A		76 SOUK THLATA	TLEMCEIN
☐	43 034,66	3 888 962,38	309,2	20 030 728	158	A		65 SOUK THLATA	TLEMCEIN
☐	43 148,33	3 889 401,95	325,7	20 030 728	1 300	A		53 SOUK THLATA	TLEMCEIN
☐	43 239,65	3 889 397,36	311,7	20 030 727	2 145	T		76 SOUK THLATA	TLEMCEIN
☐	44 872,31	3 888 062,75	321,7	20 060 725	1 144	T		33 SOUK THLATA	TLEMCEIN
☐	46 183,95	3 878 674,73	319,2	20 050 905	1 113	T		71 BAB EL ASSA	TLEMCEIN
☐	46 774,24	3 877 643,53	343,3	20 040 829	1 314	A		92 SOUANI	TLEMCEIN
☐	48 057,55	3 888 711,06	311,4	20 060 731	2 210	T		75 SOUK THLATA	TLEMCEIN
☐	47 699,62	3 877 820,19	336,7	20 040 829	1 314	A		88 SOUANI	TLEMCEIN
☐	49 085,7	3 876 193,2	327,4	20 040 622	1 338	A		78 SOUANI	TLEMCEIN
☐	49 586,82	3 877 058,91	323,8	20 040 968	1 036	T		77 SOUANI	TLEMCEIN
☐	51 459,31	3 877 657,03	322,5	20 041 020	1 113	T		75 SOUANI	TLEMCEIN
☐	52 075,03	3 873 597,24	328,2	20 050 826	1 349	A		81 SOUANI	TLEMCEIN
☐	52 970,4	3 891 807,09	338,9	20 100 812	1 329	A		84 SOUAHLIA	TLEMCEIN
☐	53 454,17	3 882 338,8	323,5	20 100 812	1 012	T		58 SOUAHLIA	TLEMCEIN
☐	54 200,8	3 882 636,99	324,5	20 100 812	1 012	T		8 GHAZAQUET	TLEMCEIN
☐	55 638,34	3 880 229,14	328,1	20 091 115	1 318	A		81 SOUAHLIA	TLEMCEIN
☐	55 765,64	3 887 217,81	328,8	20 060 819	1 315	A		82 SOUAHLIA	TLEMCEIN
☐	56 498,01	3 874 048,06	345	20 031 010	1 337	A		93 DJEBALA	TLEMCEIN
☐	56 611,34	3 876 380,74	322,9	20 070 823	1 044	T		73 DJEBALA	TLEMCEIN
☐	57 275	3 888 253,77	330,4	20 040 829	1 314	A		68 TENET	TLEMCEIN

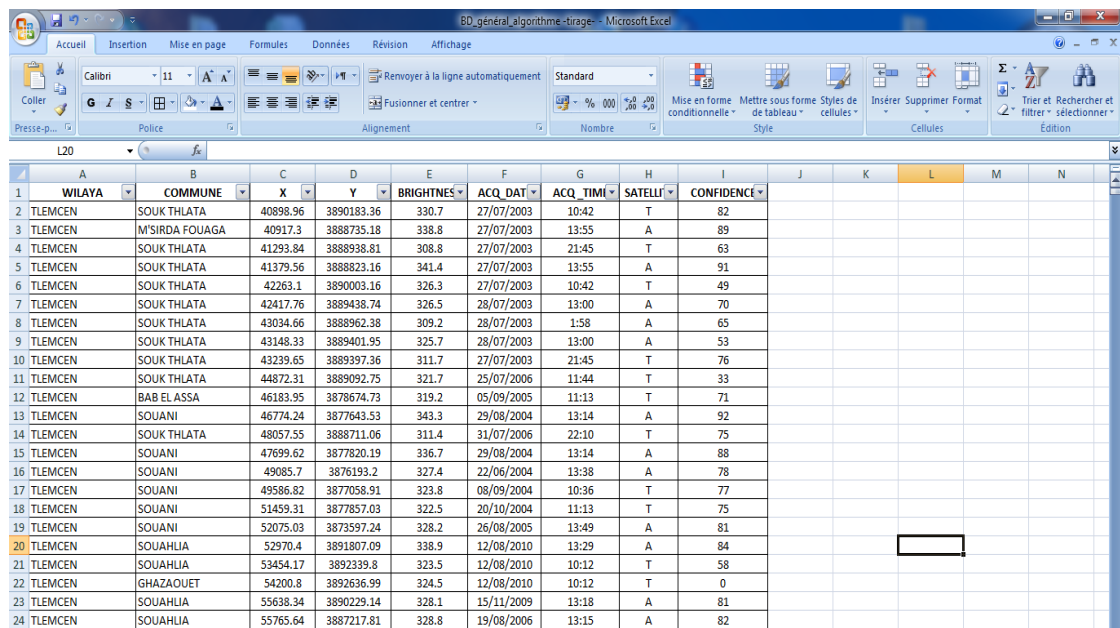
Figure 8. Opération de fusion des données sous Mapinfo.

4.4. Filtrage de la base de données

Pour une meilleure exploitation et représentation, un filtre basé sur l'exploitation du critère confiance a été appliqué à la base des données générales. La confiance supérieure à 80 a été le premier filtre retenu dans notre étude. Les résultats de ce filtre ont été explorés par les limites administratives disponibles (wilaya, commune).

4.4.1. Répartition des feux actifs par confiance

La base des données globale a été filtrée par rapport à leur confiance sous Mapinfo. (Voir figure 9)



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	WILAYA	COMMUNE	X	Y	BRIGHTNES	ACQ_DAT	ACQ_TIMI	SATELLI	CONFIDENCE					
1														
2	TLEMEN	SOUK THLATA	40898.96	3890183.36	330.7	27/07/2003	10:42	T	82					
3	TLEMEN	M'SIRDA FOUAGA	40917.3	3888735.18	338.8	27/07/2003	13:55	A	89					
4	TLEMEN	SOUK THLATA	41293.84	3888938.81	308.8	27/07/2003	21:45	T	63					
5	TLEMEN	SOUK THLATA	41379.56	3888823.16	341.4	27/07/2003	13:55	A	91					
6	TLEMEN	SOUK THLATA	42263.1	3890003.16	326.3	27/07/2003	10:42	T	49					
7	TLEMEN	SOUK THLATA	42417.76	3889438.74	326.5	28/07/2003	13:00	A	70					
8	TLEMEN	SOUK THLATA	43034.66	3888962.38	309.2	28/07/2003	1:58	A	65					
9	TLEMEN	SOUK THLATA	43148.33	3889401.95	325.7	28/07/2003	13:00	A	53					
10	TLEMEN	SOUK THLATA	43239.65	3889397.36	311.7	27/07/2003	21:45	T	76					
11	TLEMEN	SOUK THLATA	44872.31	3889092.75	321.7	25/07/2006	11:44	T	33					
12	TLEMEN	BAB EL ASSA	46183.95	3878674.73	319.2	05/09/2005	11:13	T	71					
13	TLEMEN	SOUANI	46774.24	3877643.53	343.3	29/08/2004	13:14	A	92					
14	TLEMEN	SOUK THLATA	48057.55	3888711.06	311.4	31/07/2006	22:10	T	75					
15	TLEMEN	SOUANI	47699.62	3877820.19	336.7	29/08/2004	13:14	A	88					
16	TLEMEN	SOUANI	49085.7	3876193.2	327.4	22/06/2004	13:38	A	78					
17	TLEMEN	SOUANI	49586.82	3877058.91	323.8	08/09/2004	10:36	T	77					
18	TLEMEN	SOUANI	51459.31	3877857.03	322.5	20/10/2004	11:13	T	75					
19	TLEMEN	SOUANI	52075.03	3873597.24	328.2	26/08/2005	13:49	A	81					
20	TLEMEN	SOUAHUA	52970.4	3891807.09	338.9	12/08/2010	13:29	A	84					
21	TLEMEN	SOUAHUA	53454.17	3892339.8	323.5	12/08/2010	10:12	T	58					
22	TLEMEN	GHAZAOUET	54200.8	3892636.99	324.5	12/08/2010	10:12	T	0					
23	TLEMEN	SOUAHUA	55638.34	3890229.14	328.1	15/11/2009	13:18	A	81					
24	TLEMEN	SOUAHUA	55765.64	3887217.81	328.8	19/08/2006	13:15	A	82					

Figure 9. Base des données triée par confiance.

4.4.2. Répartition des feux actifs par wilaya

L'exploration la base des données dont la confiance supérieure à 80 par les limites des wilayates sous Map info est présentée dans la figure 10.

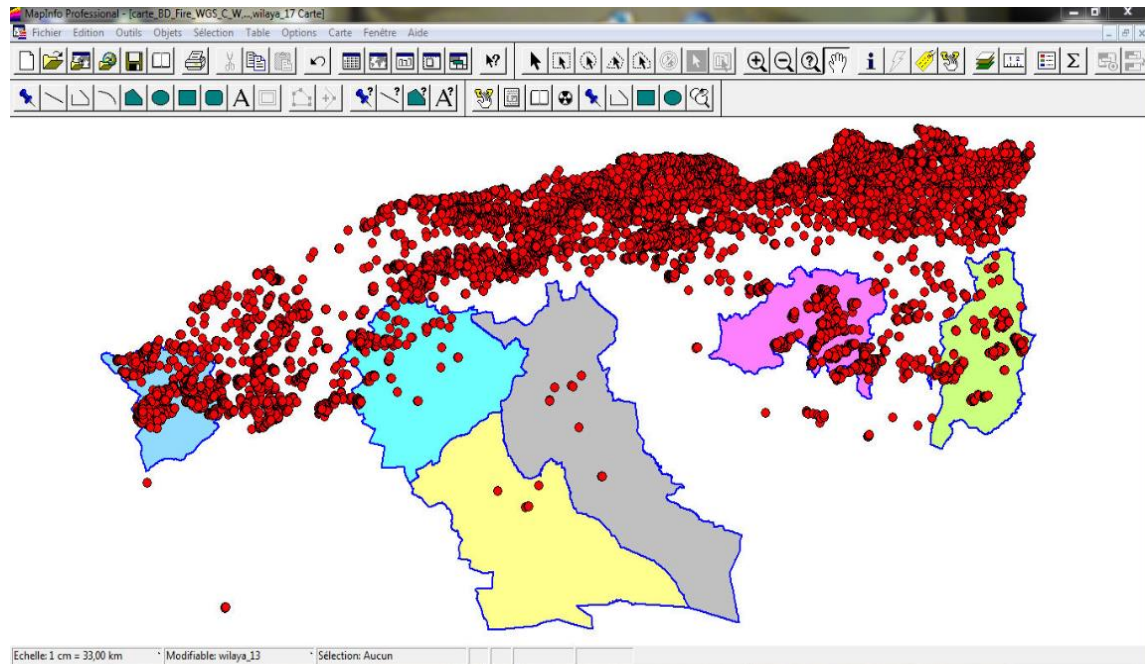


Figure 10. Base des données par Wilaya sous Mapinfo.

4.4.3. Répartition des feux actifs par commune

L'exploration la base des données dont la confiance supérieure à 80 par les limites des communes sous Map info est présentée dans la figure 11

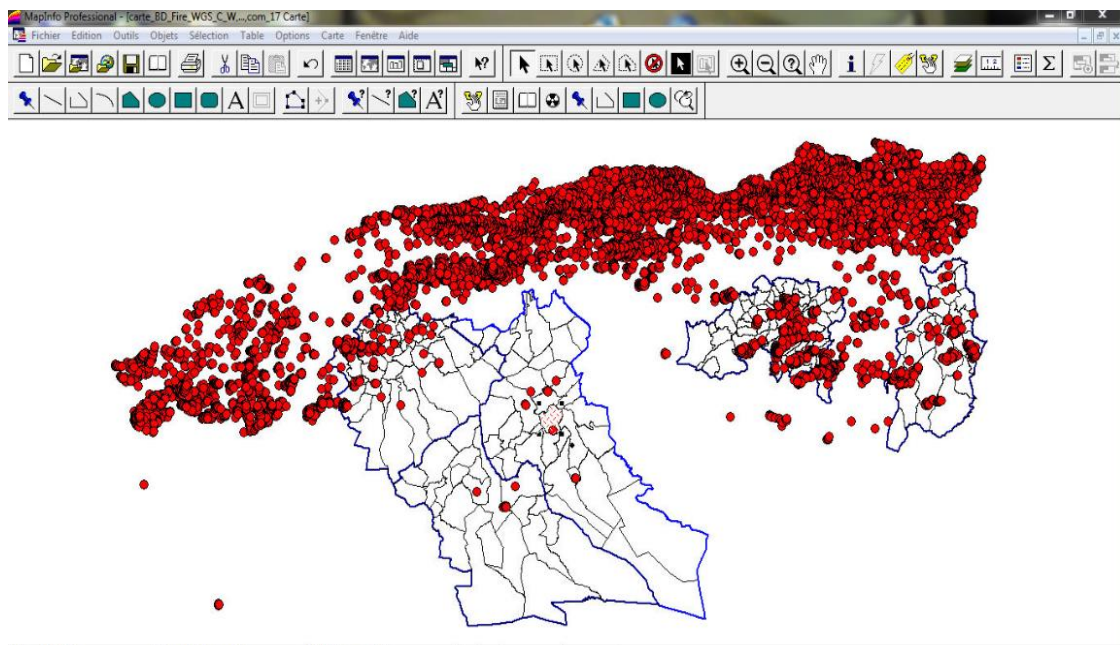


Figure 11. Base des données par Commune sous Mapinfo.

5. CROISEMENT DES DONNEES

Afin d'analyser la base des données et de mettre en évidence les résultats de notre étude on a fait des combinaisons de données sous le logiciel de programmation et de statistique **R** (Figure 12 a-b).

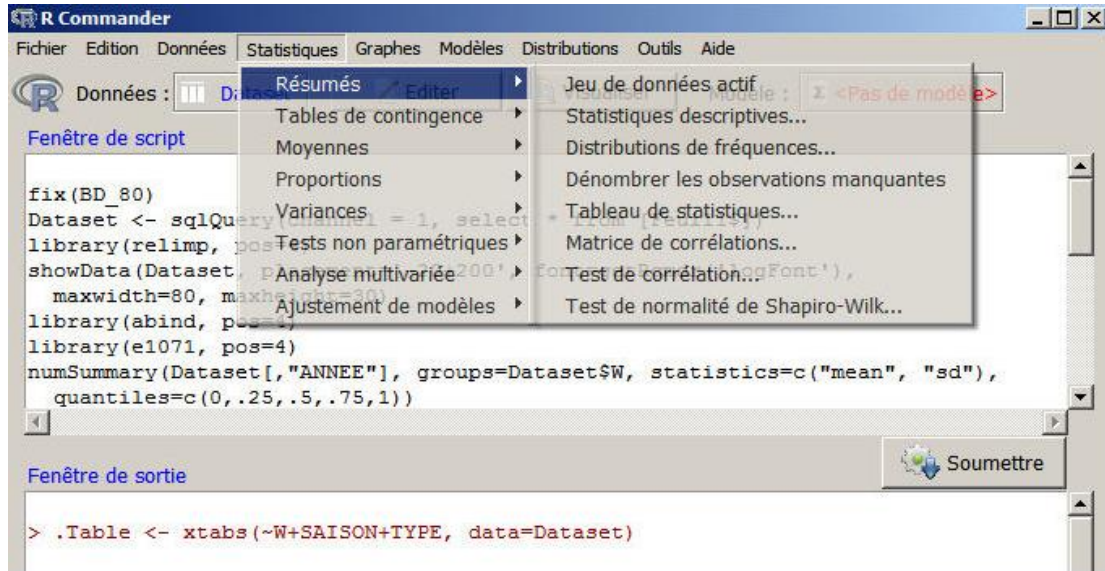


Figure12 a. Combinaison des données sous R.

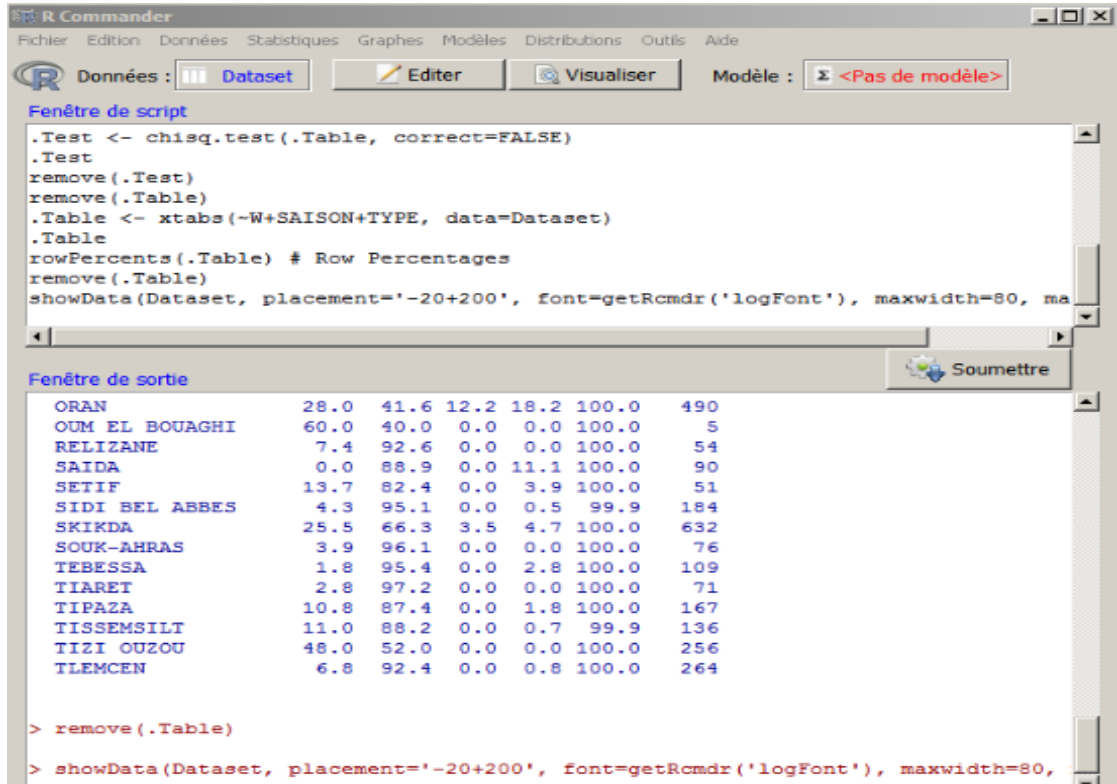


Fig.12 b: combinaison des données sous R.

6. AUTRE COMBINAISONS PLUS OU MOINS COMPLEXE

Pour pouvoir combiner plusieurs variables on a opté de le faire sous le logiciel **R Studio** (voir figure 13).

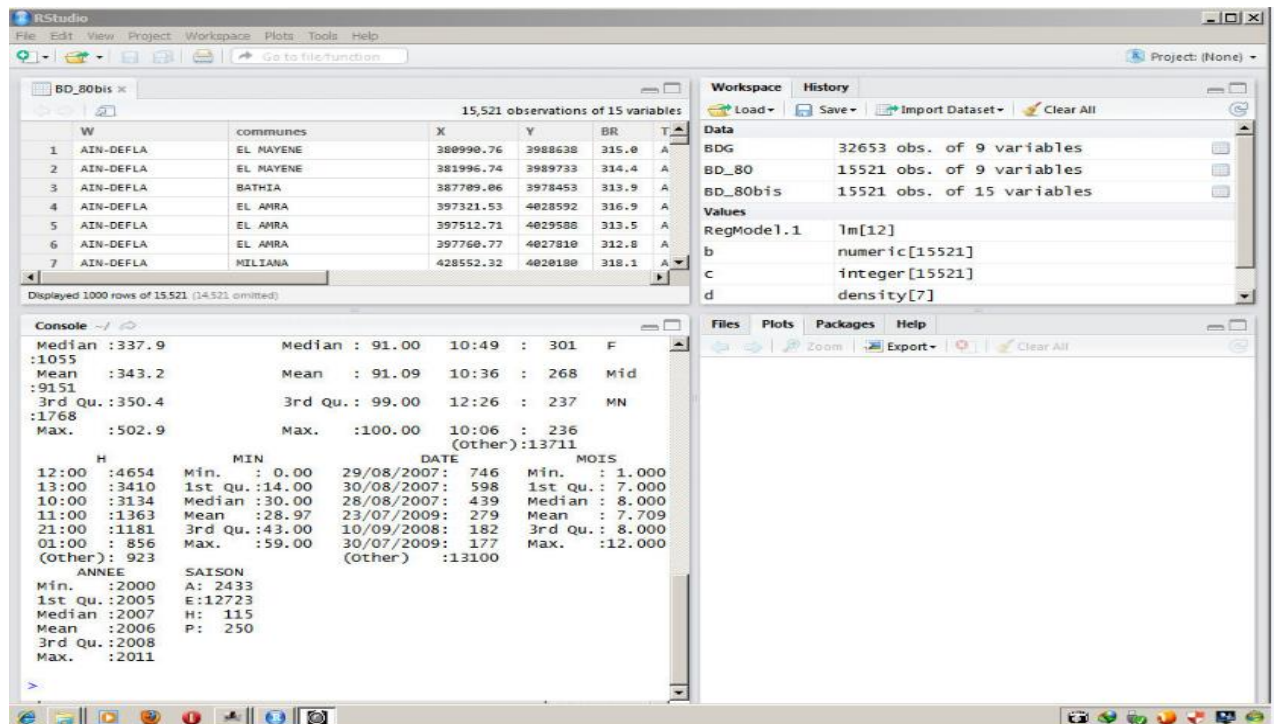


Figure 13. Combinaison des données sous R Studio.

7. ORGANIGRAMME METHODOLOGIQUE DU TRAVAIL

La démarche adoptée s'articule autour des points suivants :

- Caractérisation des feux actifs en Algérie ;
- Extraction et exploitation des données de feux actifs fournis par l'algorithme des feux FIRMS;
- Validation et confirmation des données.

Plusieurs couches d'informations sont nécessaires pour atteindre notre objectif

- Données de l'algorithme FIRMS ;
- Les limites des communes ;
- Les données du terrain pour la validation des résultats ;
- Présentation de la force des méthodes d'analyses fournies par les S.I.G., pour la superposition des couches d'informations, de synthèses et des tableaux statistiques.

Pour réaliser ce travail, nous avons établi un organigramme représenté par la figure ci-après.

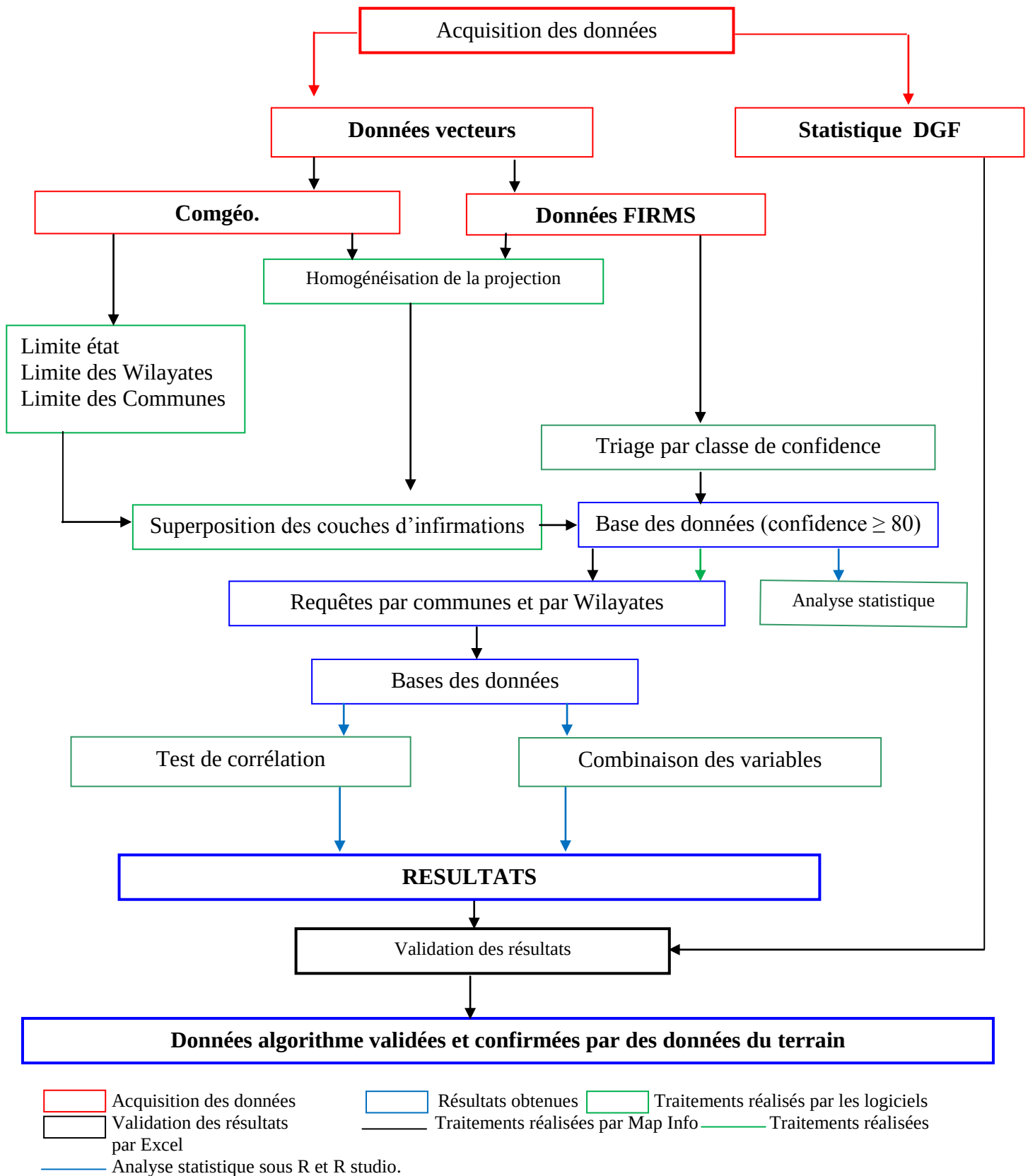


Figure 14. Organigramme méthodologique.

CONCLUSION

Notre modeste contribution pour la caractérisation des feux actifs en Algérie par le biais des nouvelles technologies « Télédétection » a permis la mise en place d'une méthodologie capable de faire l'analyse et la validation des données fournies par l'algorithme des feux FIRMS.

Ainsi notre travail constitue une première tentative pour la caractérisation des feux actifs en Algérie à partir des données de l'algorithme des feux.

Dans le prochain chapitre on va présenter les applications et les résultats obtenus par la télédétection spatiale.

Chapitre IV :

*Application
et
Résultats*

L'exploitation de la bases des données fournies par l'algorithme FIRMS sous Mapinfo a permis l'obtention de plusieurs nouvelles cartes et données utiles pour déterminer la localisation des feux actifs.

On peut cités les cartes suivantes :

- Carte de répartition des feux actifs par wilaya ;
- Carte de répartition des feux actifs par communes ;

Nous nous intéressant a la détermination des feux actifs en Algérie c'est pour sa qu'on a éliminé les feux dit hors Algérie ;

Tableau 2. Nombre total des feux actifs en Algérie depuis 2000 à 2011.

Feux actifs	Nombre de feux
En Algérie	32653
Hors Algérie	103
Total	32756

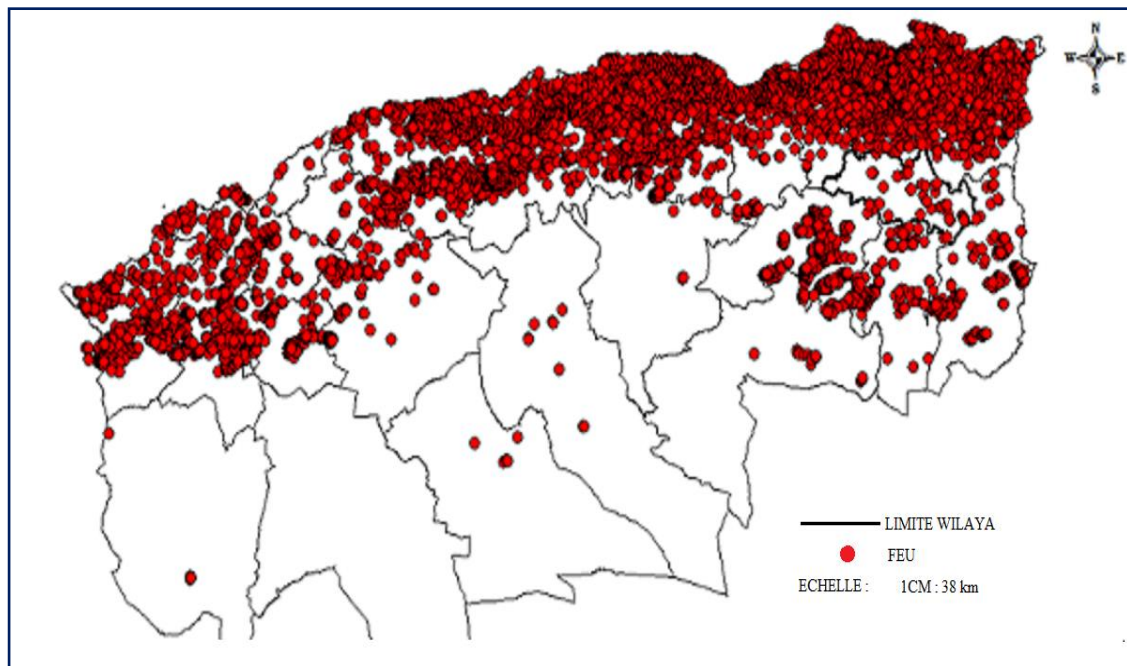
Source : nos résultats

D'après le tableau 2, le nombre total des feux actifs réellement enregistrés par les instruments MODIS et détectés par l'algorithme des feux en Algérie depuis 2000 à 2011 est de **32653 feux**. Ces derniers représentent la nouvelle base des données à exploiter.

Plusieurs traitements ont été effectués sur cette nouvelle base des données, soit sous Mapinfo ou sous Excel et même sous R. les résultats sont représentés ci-dessous :

1. REPARTITION DES FEUX ACTIFS PAR WILAYA

La superposition des deux couches d'informations (base des données fournis par l'Algorithme, limite administratives des Wilayates) nous a permis de réaliser la carte de répartition des feux actifs en Algérie (voir figure 15).

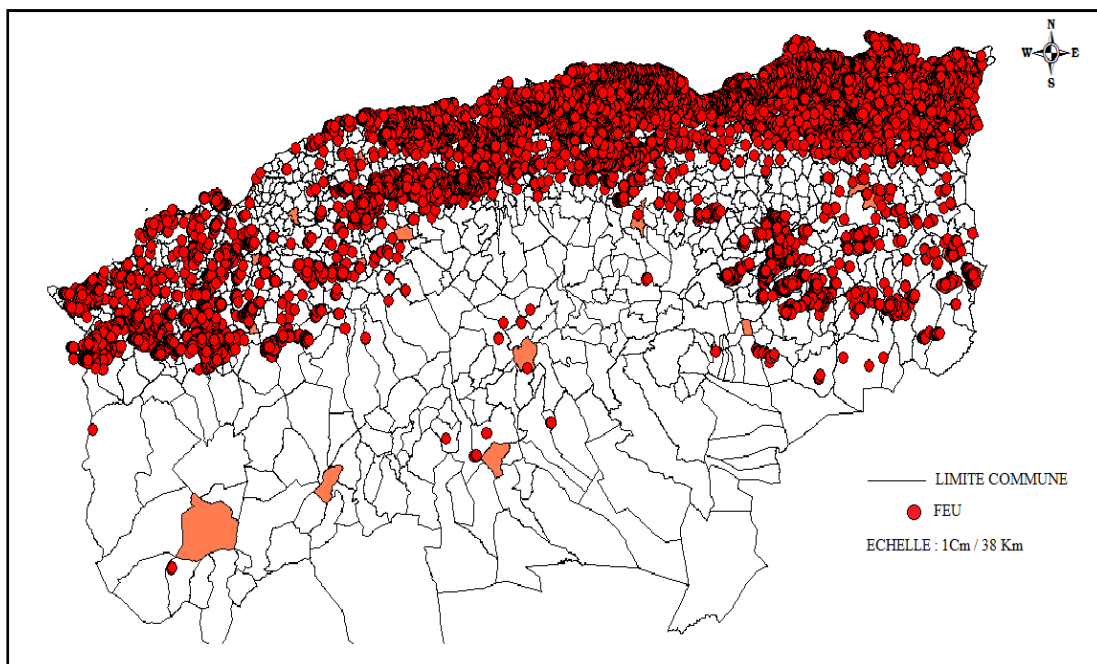


Source : nos résultats

Figure 15. Carte de la répartition des feux actifs par wilaya depuis 2000 à 2011.

2. REPARTITION DES FEUX ACTIFS PAR COMMUNE

Pour mieux caractériser les feux actifs nous avons réalisé la carte de répartition des feux actifs par commune (Voir figure 16).



Source : nos résultats.

Figure 16. Carte de la répartition des feux actifs par commune depuis 2000 à 2011.

3. REPARTITION DES FEUX ACTIFS PAR CLASSE DE CONFIDENCE

D'après Giglio et *al.*, (2003), l'estimation de confiance a pour objet de juger la qualité de l'appartenance du pixel à un foyer de feu ; elle est utilisée pour attribuer l'un des trois classes de feux (le feu de faible confiance, le feu de moyenne confiance, feu de haute confiance).

Pour notre travail on a divisée le critère de confiance selon un gradient de cinq (05) classes (voir tableau 3, figure 17).

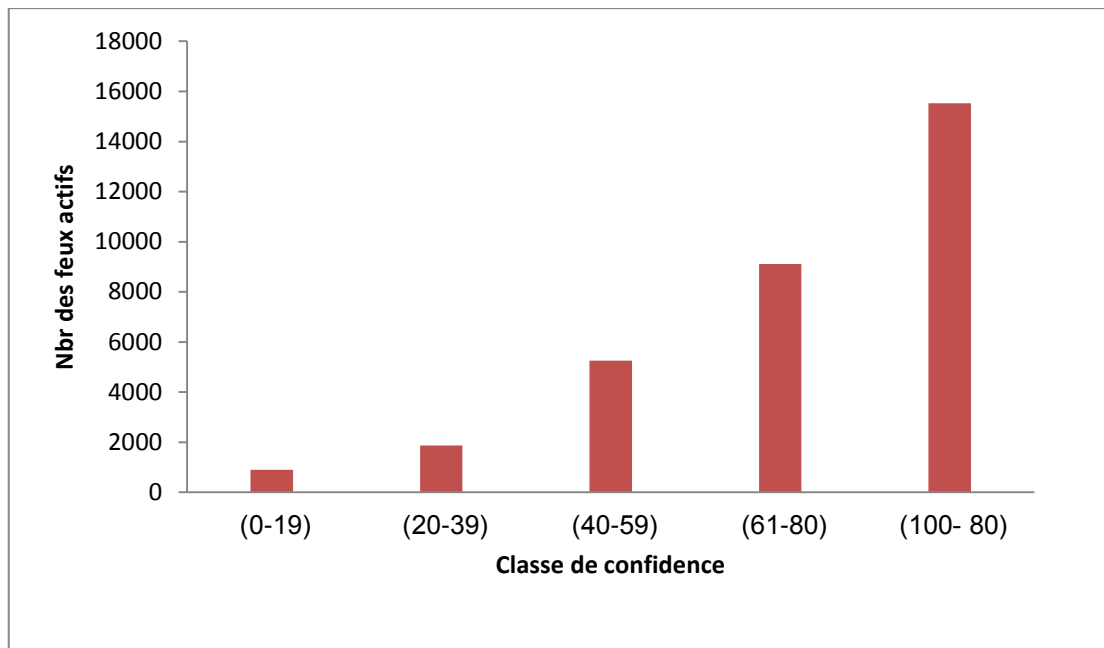
Tableau 3. Répartition des feux actifs par classe de confiance depuis 2000 à 2011.

Classe de confiance	Nbr de feux actifs	%
(0-19)	892	2,73
(20-39)	1873	5,73
(40-59)	5252	16,08
(60-79)	9115	27,91
(80 -100)	15521	47,53
Total	32653	100

Source : nos résultats

La 5^{ième} classe de 80 à 100 représente plus de 47% dans laquelle nous avons comptabilisé **15521 feux actifs** ;

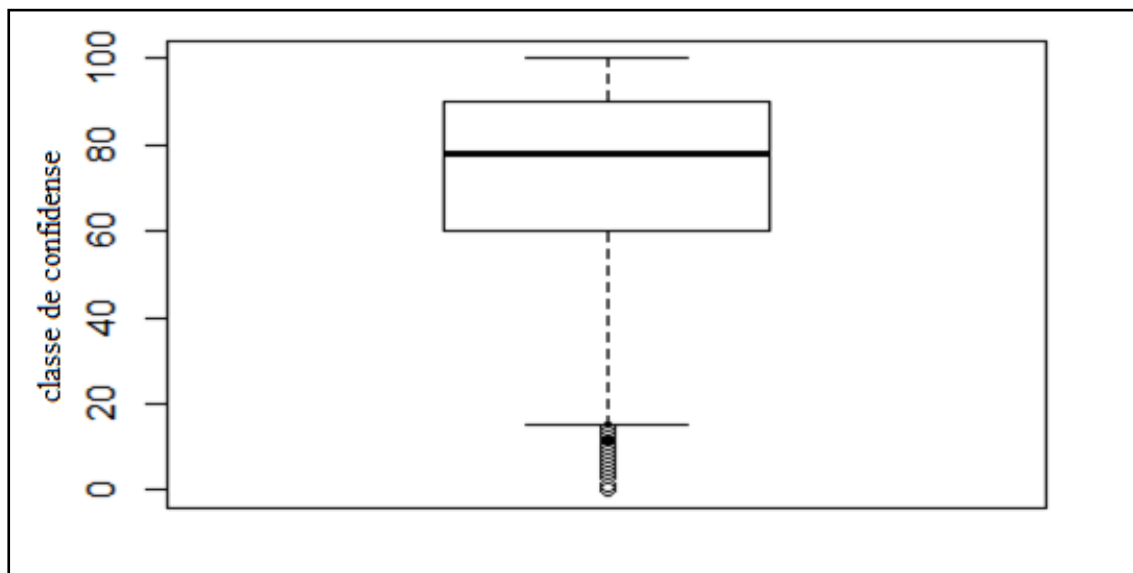
Cette classe représente donc la classe de feu de haute confiance, et qui va faire l'objet de notre analyse des feux en Algérie.



Source : nos résultats

Figure 17. Répartition des feux actifs par classe de confiance depuis 2000 à 2011

Pour une meilleure présentation et pour justifier notre choix concernant la 5^{ième} classe on a montré les classes dans le **diagramme en boîte** (voir Figure.18.)



Source : nos résultats

Figure. 18: Diagramme en boîte de la répartition des feux actifs par classe de confiance

D'après la figure, le nombre des feux est plus élevé pour des confidences comprises entre 66 et 100 et il est de plus en plus élevé à partir de la confiance 80.

3.1. Test de corrélation

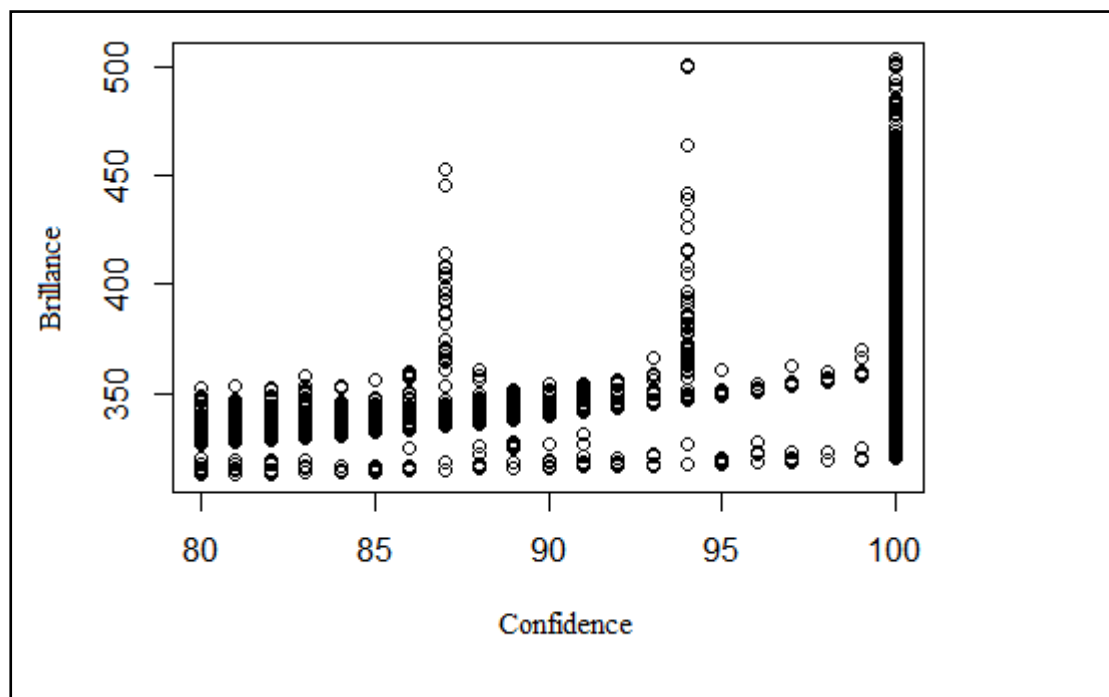
Pour mettre en évidence des relations linéaires entre l'indice de confiance (80 à 100) et celle de brillance, nous avons calculé le coefficient de corrélation de Bravais-Pearson. Ce coefficient « r » mesure l'intensité du lien qui existe entre les deux critères; le résultat du test de corrélation est représenté ci-dessous :

Tableau 4 .Test de corrélation entre la confiance et la brillance

	Brillance	Confiance
Brillance	1.0000000	0.5814728
Confiance	0.5814728	1.0000000

Source : nos résultats

D'après le test de corrélation les deux indices testés sont moyennement corrélé, avec un indice de corrélation de $r = 0.58$;



Source : nos résultats

Figure 19. La relation entre la confiance et la brillance.

La figure 19 représente un **diagramme de dispersion** des deux indices qui ont fait l'objet d'un test de corrélation. Les axes X et Y indiquent respectivement la confiance et la brillance.

L'analyse de ce diagramme se résume comme suit :

La dynamique des fréquences des feux enregistrées avec une confiance supérieure à 80 est résumée dans la figure 19. Il est clair que la brillance attient les mêmes niveaux (350) pour l'ensemble des seuils de confiance sauf pour les valeurs 87, 94 et 100. On constate avec une confiance de 100 %, que la brillance est de toutes classes confondues, et elle varie entre 300 et 500.

4. REPARTITION DES FEUX POUR LA CONFIDENCE ≥ 80

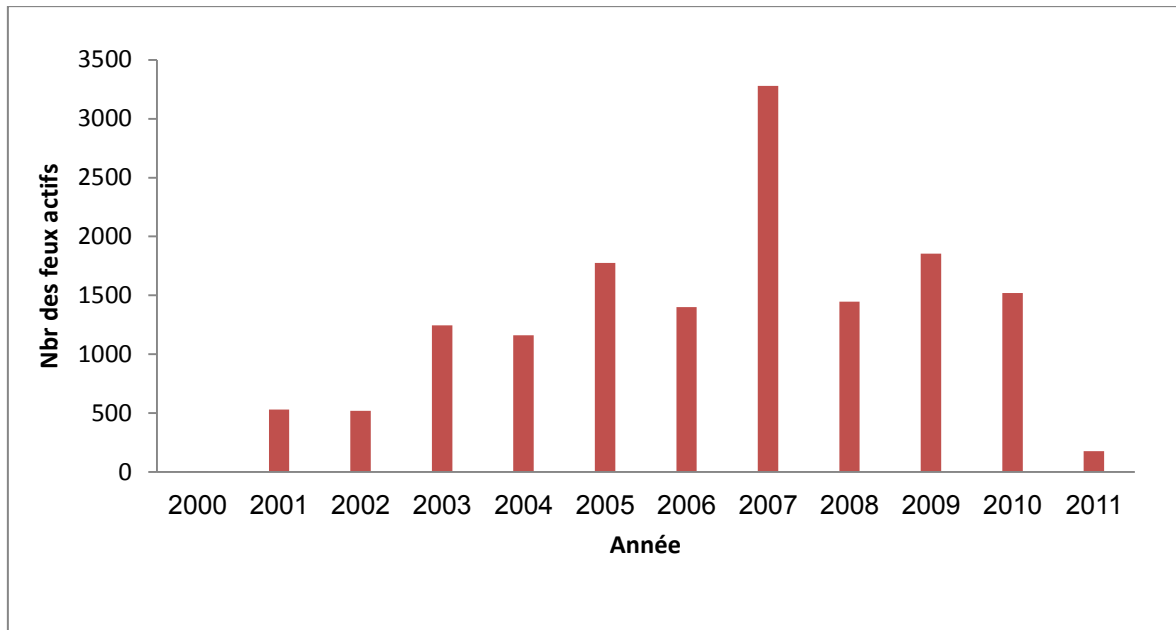
4.1.Par année

L'exploitation de la base des données de la classe de confiance ≥ 80 par année à montré qu'il existe un nombre de **15521** feux actifs répartie comme suit : (voir Tableau 5).

Tableau 5. Répartition des feux actifs par année pour la confiance ≥ 80 depuis 2000 à 2011.

Année	Nombre des feux actifs
2000	7
2001	553
2002	549
2003	1285
2004	1213
2005	1868
2006	1459
2007	3375
2008	1508
2009	1925
2010	1595
2011	184
TOTAL	15521

Source : nos résultats



Source : nos résultats.

Figure 20. Répartition des feux actifs en Algérie par année.

D'après la figure 20 qui représente la répartition des feux actifs des 38 wilayates par année, il est clair de constater que l'année 2007 est la plus touchée par le phénomène des feux actifs, ceci est confirmé par les travaux de (Arfa, 2008).

4.2.Par wilaya

L'exploration des données de la classe de confiance ≥ 80 par wilaya a montré qu'il existe un nombre de **15521** feux actifs répartie comme suit : (voir tableau 6).

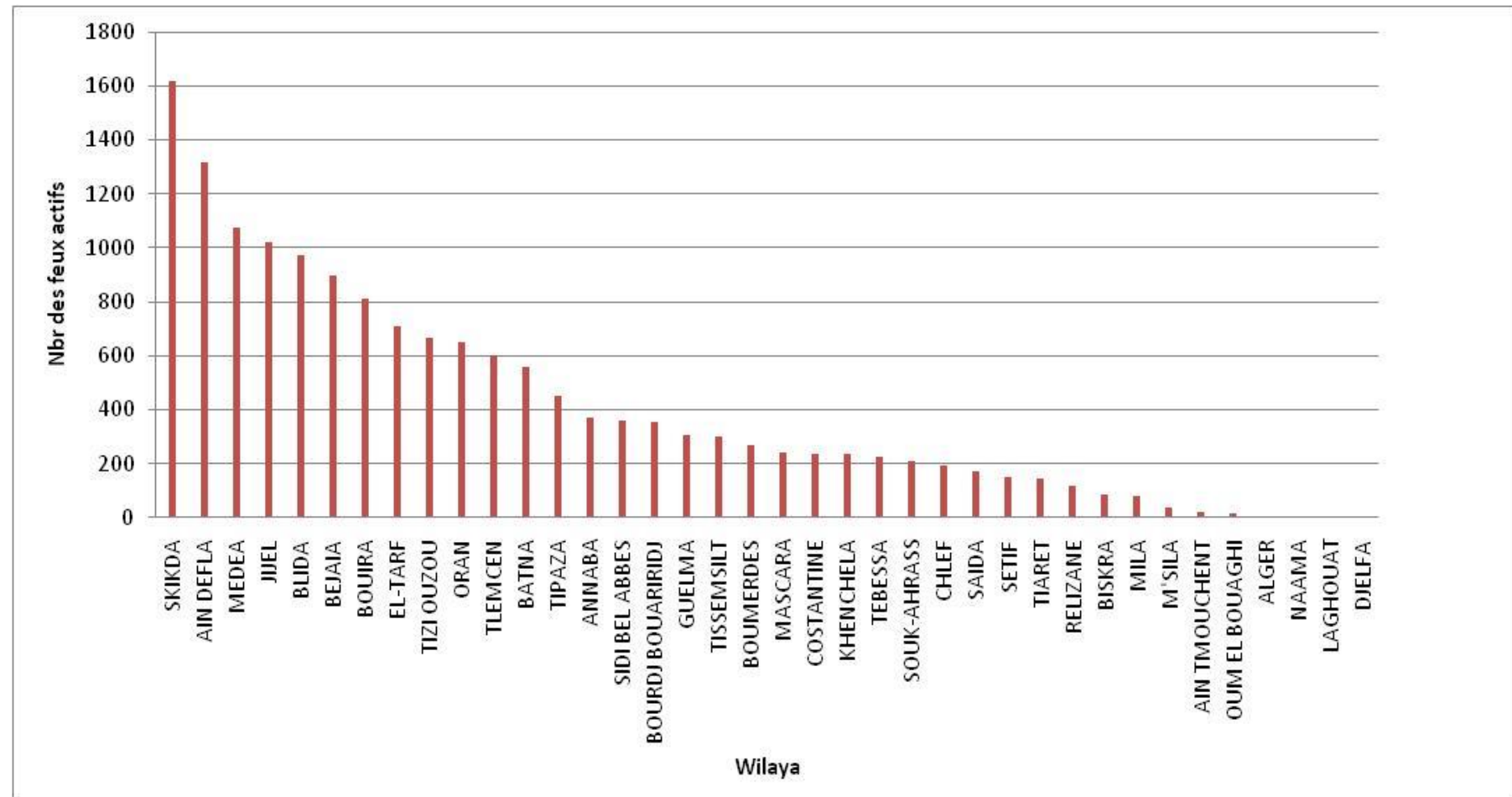
Tableau 6. Répartition des feux actifs par Wilaya pour la confiance ≥ 80 depuis 2000 à 2011.

N°	CODE WILAYA	WILAYA	NBR FEUX ACTIFS
1	21	SKIKDA	1619
2	44	AIN DEFLA	1315
3	26	MEDEA	1073
4	18	JIJEL	1024
5	9	BLIDA	973
6	6	BEJAIA	896
7	10	BOUIRA	814
8	36	EL-TARF	711
9	15	TIZI OUZOU	667
10	31	ORAN	652
11	13	TLEMCEN	603
12	5	BATNA	562
13	42	TIPAZA	451
14	23	ANNABA	374
15	22	SIDI BEL ABBES	363
16	34	BOURDJ BOUARIRIDJ	355
17	24	GUELMA	307
18	38	TISSEMSILT	300
19	35	BOUMERDES	267
20	29	MASCARA	243
21	40	KHENCHELA	235
22	25	COSTANTINE	236
23	12	TEBESSA	228
24	41	SOUK-AHRASS	212
25	2	CHLEF	194
26	20	SAIDA	175
27	19	SETIF	151
28	14	TIARET	146
29	48	RELIZANE	118
30	7	BISKRA	85
31	43	MILA	82
32	28	M'SILA	39
33	46	AIN TMOUCHENT	21
34	4	OUM EL BOUAGHI	17
35	16	ALGER	8
36	45	NAAMA	3
37	17	DJELFA	1
38	3	LAGHOUAT	1
TOTAL			15521

Source : nos résultats

Il y a lieu de signaler qu'entre 2000 et 2011, 38 wilayates sont régulièrement touchées par les feux actifs avec un nombre total de 15 521 foyers. La wilaya de Skikda demeure celle qui a été la plus touchée par les feux actifs, avec un nombre de 1 619 feux, Soit 10.43 %. Par ailleurs, les 10 wilayas à savoir : Ain Defla, Medea, Jijel, Blida, Bejaia, Bouira, El-Tarf, Tizi-Ouzou, Oran et Tlemcen totalisent, à elles seules, un nombre de 8 728 feux actifs soit 56,23%.

Par contre, dans les 27 wilayas restantes, le nombre des feux actifs est en deçà de la valeur suscitée et atteint dans certains cas des valeurs négligeables comme c'est le cas de la majorité des wilayates situées dans les zones semi-arides (voir figure 21).



Source : nos résultats.

Figure 21. Répartition des feux actifs (confiance ≥ 80) par wilaya en Algérie (Période 2000-2011).

4.3. Par wilaya et par année

Entre 2000 et 2011, la moyenne annuelle des feux actifs se chiffre à 1691 feux. Durant les années 2005, 2007 et 2009 le nombre des feux est supérieur à cette moyenne.

C'est l'année 2007 qui a été la plus destructrice pour la forêt algérienne, où pas moins de 3375 feux ont enregistrés, ce qui représente 21,74%, soit un quart du nombre total détectés durant la décennie (Voir tableau 7, Annexe 1).

Ce constat coïncide avec les résultats de (Arfa, 2008 ; Meddour 2008) et (Kebir et Abbas, 2011).

Tableau. 7 : Répartition des feux actifs par année et par Wilaya pour la confidence supérieure à 80 depuis 2000 à 2011.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	TOTAL
SKIKDA	4	41	49	212	90	129	201	421	167	111	173	21	1619
AIN DEFLA	0	30	77	54	159	137	72	286	103	203	107	87	1315
MEDEA	0	98	39	25	87	276	37	152	155	75	129	0	1073
JIJEL	0	7	12	97	52	176	145	413	26	60	34	2	1024
BLIDA	0	33	10	23	27	72	47	478	75	133	75	0	973
BEJAIA	0	13	16	34	77	89	202	165	59	103	137	1	896
BOUIRA	0	7	10	20	44	142	147	75	133	130	105	1	814
EL-TARF	0	4	78	49	9	31	39	203	269	1	24	4	711
TIZI OUZOU	0	10	11	47	93	86	148	114	58	44	56	0	667
ORAN	3	59	57	29	76	93	91	44	54	52	69	25	652
TLEMCEN	0	77	34	111	132	100	35	43	14	10	47	0	603
BATNA	0	19	0	7	8	43	2	187	32	191	73	0	562
TIPAZA	0	4	5	6	30	63	26	210	11	74	21	1	451
ANNABA	0	12	11	86	9	8	70	65	92	3	14	4	374
SIDI BEL ABBES	0	38	65	98	22	29	14	51	0	24	19	3	363
BOURDJ	0	0	0	1	7	10	8	10	18	171	126	4	355
GUELMA	0	6	13	21	17	34	38	83	54	9	31	1	307
TISSEMSILT	0	1	19	27	36	110	2	41	17	32	5	10	300
BOUMERDES	0	9	7	5	27	19	30	87	22	26	35	0	267
MASCARA	0	9	0	113	12	14	27	22	2	6	38	0	243
KHENCHELA	0	5	5	3	0	5	0	1	9	204	3	0	235
COSTANTINE	0	0	0	29	50	16	7	48	36	10	37	3	236
TEBESSA	0	10	0	2	2	21	0	38	18	93	41	3	228
SOUK-AHRASS	0	5	15	17	1	25	11	34	43	5	56	0	212
CHLEF	0	15	3	11	44	7	38	20	20	15	21	0	194
SAIDA	0	7	0	81	10	36	5	8	1	18	6	3	175
SETIF	0	3	10	6	14	27	9	28	15	21	16	2	151
TIARET	0	25	1	36	24	1	3	6	0	6	42	2	146
RELIZANE	0	3	1	27	25	51	2	1	1	2	5	0	118
BISKRA	0	0	0	0	0	2	0	5	0	75	3	0	85
MILA	0	0	0	3	21	9	0	25	1	5	17	1	82
M'SILA	0	0	0	0	2	0	0	8	1	0	23	5	39
AIN TMOUCHENT	0	2	0	2	1	5	3	1	0	3	3	1	21
OUM EL BOUAGHI	0	0	0	3	2	1	0	1	1	6	3	0	17
ALGER	0	1	1	0	2	1	0	1	1	0	1	0	8
DJELFA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
NAAMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
LAGHOUAT	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL	7	553	549	1285	1213	1868	1459	3375	1508	1925	1595	184	15521

Source : nos résultats.

4.4. Par saison

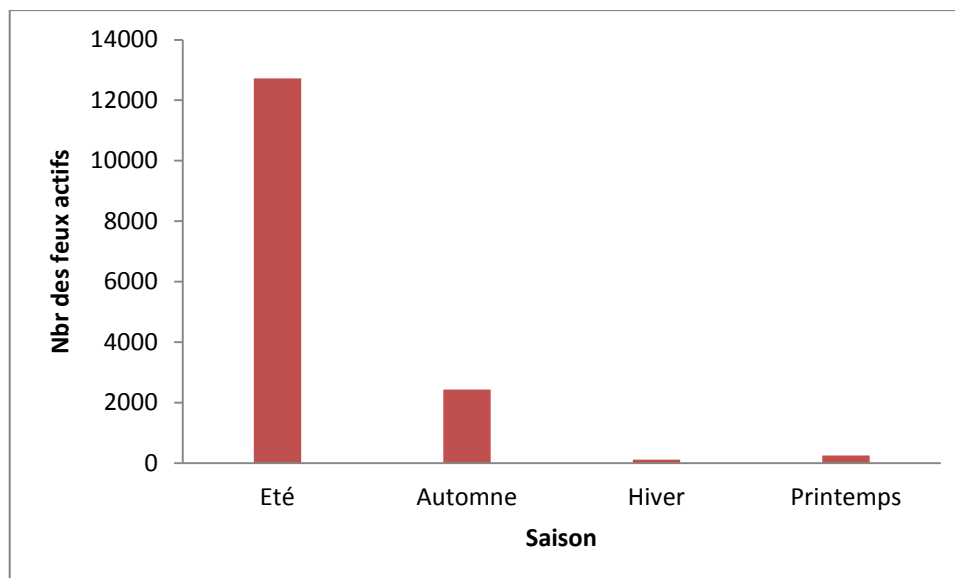
Le résultat de la répartition des feux par saison se résume dans le tableau ci-dessous et pour plus de détail voir annexe 2 :

Tableau 8 : Répartition des feux actifs par wilaya, année et par saison depuis 2000 à 2011 (synthèse)

Saison	Nombre de feux actifs	%
Eté	12723	81,97
Automne	2433	15,67
Hiver	115	0,75
Printemps	250	1,61
Total	15521	100

Source : nos résultats.

D'après le tableau, la fréquence mensuelle des feux actifs au cours des 11 années (2000-2011) évolue durant une période de 5 cinq mois qui débute au mois de Juin et se termine au mois d'Octobre (Eté et Automne), en dehors de celle-ci, les feux sont moins importantes (figure 22). Ceci est dû aux faits que cette période coïncide avec la saison sèche favorisant ainsi le développement des feux ainsi que les feux de forêt. C'est durant la saison chaude et la plus sec de l'année (Eté) que l'on enregistre le plus grand nombre de foyers avec **12723** départs de feux soit **81,97%**. Ce constat coïncide avec les résultats de (Arfa, 2008).



Source nos résultats

Figure 22 : Répartition des feux actifs par année et par saison depuis 2000 à 2011 (synthèse).

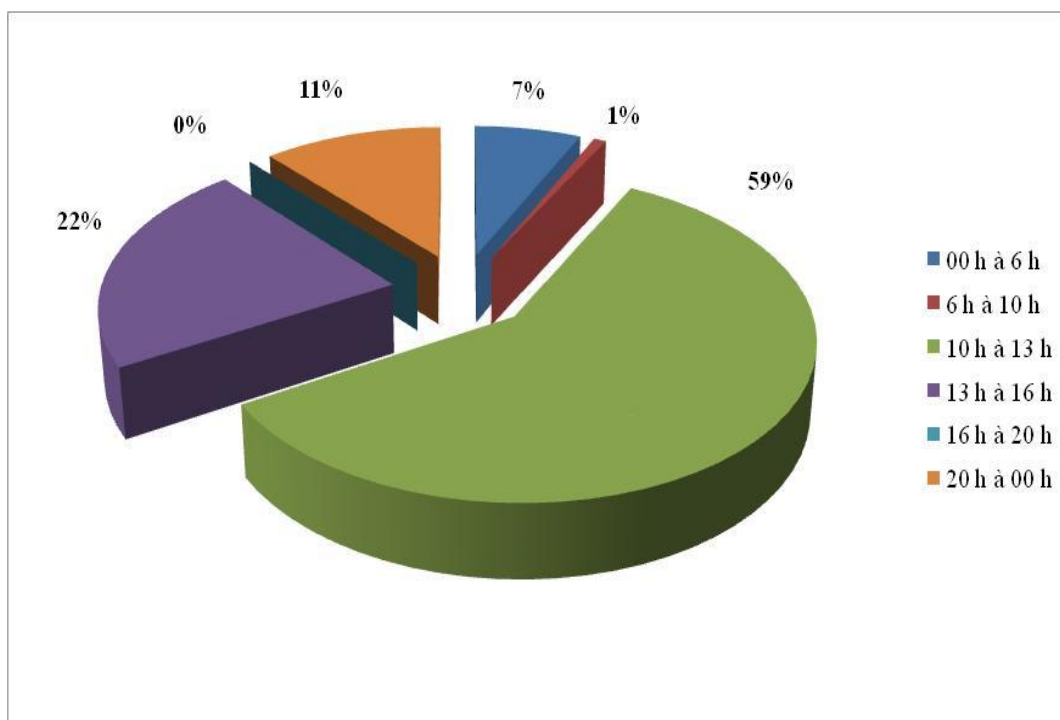
4.5. Par wilaya, année et par tranche d'heure

Le résultat de la répartition des feux par tranche horaire se résume dans le tableau ci-dessous et pour plus de détail voir annexe 3:

Tableau 9. Répartition des feux actifs par tranche horaire depuis 2000 à 2011 (synthèse)

Tranche horaire	Nombre de feux	%
00 h à 6 h	1055	6,80
6 h à 10 h	122	0,78
10 h à 13 h	9151	58,95
13 h à 16 h	3425	22,07
16 h à 20 h	0	0
20 h à 00 h	1768	11,40
TOTAL	15521	100

Source nos résultats



Source nos résultats

Figure 23. Répartition des feux actifs par tranche horaire depuis 2000 à 2011 (synthèse)

D'après la figure 23 la fréquence horaire des feux, se résume comme suit : durant la tranche horaire comprise entre 10 et 16 heures, nous avons comptabilisé 12 576 départs de feux soit 81,02 % (figure 23). Car, durant cette période de la journée, les conditions climatiques permettent l'éclosion et la propagation du feu Arfa (2008). Cependant, en dehors de cette période, nous avons enregistré 2945 foyers de feux, soit 18,98%, malgré les conditions climatiques défavorables pour la naissance des feux ; cet état de fait laisse supposer le caractère criminel et/ou volontaire d'un nombre important des feux, que ce soit durant la période compatible pour l'éclosion des feux ou en dehors de celle-ci.

4.6. Par confiance et par saison

Le résultat de la répartition des feux par confiance et par saison se résume dans le tableau ci-dessous :

Tableau 10. Variabilité des feux actifs par confiance et par saison depuis 2000 à 2011.

Saison	Moy. confiance	Ecart type	Nbr de feux actifs
Hiver	92.09565	7.412618	115
Printemps	90.42000	7.469590	250
Eté	91.22896	6.691686	12723
Automne	90.36457	7.153786	2433
Total			15521

Source nos résultats

L'examen de l'indice de confiance par saison révèle que la moyenne des confidences de feux varie dans une fourchette de 90,36 à 92,06 pour les quatre (04) saison. Cette variation explique que la saison n'influe pas sur la confiance.

4.7. Par brillance et par saison

Le résultat de la répartition des feux par brillance et par saison se résume dans le tableau ci-dessous:

Tableau 11. Variabilité des feux actifs par Brillance et par saison depuis 2000 à 2011.

Saison	Moy brillance	Ecart type	Nombre des feux actifs
Hiver	320.1252	6.848022	115
Printemps	327.3576	13.738907	250
Eté	344.3160	21.890862	12723
Automne	340.3006	21.790705	2433
Total			15521

Source nos résultats

L'examen de l'indice de brillance par saison révèle que la moyenne des brillances des pixels de feux varie dans un intervalle de 320,12 à 344,31 pour les quatre (04) saison. La moyenne la plus grande (**344.3160**) est enregistrée pour la saison estivale (**Eté**) et avec le nombre de feu le plus élevé (**12723**) ; et La moyenne la plus petite (**320.1252**) est enregistrée pour la saison hivernale (**Eté**) et avec le nombre de feu le plus petit (**115**) ; Cette variation explique que la saison influe sur la brillance.

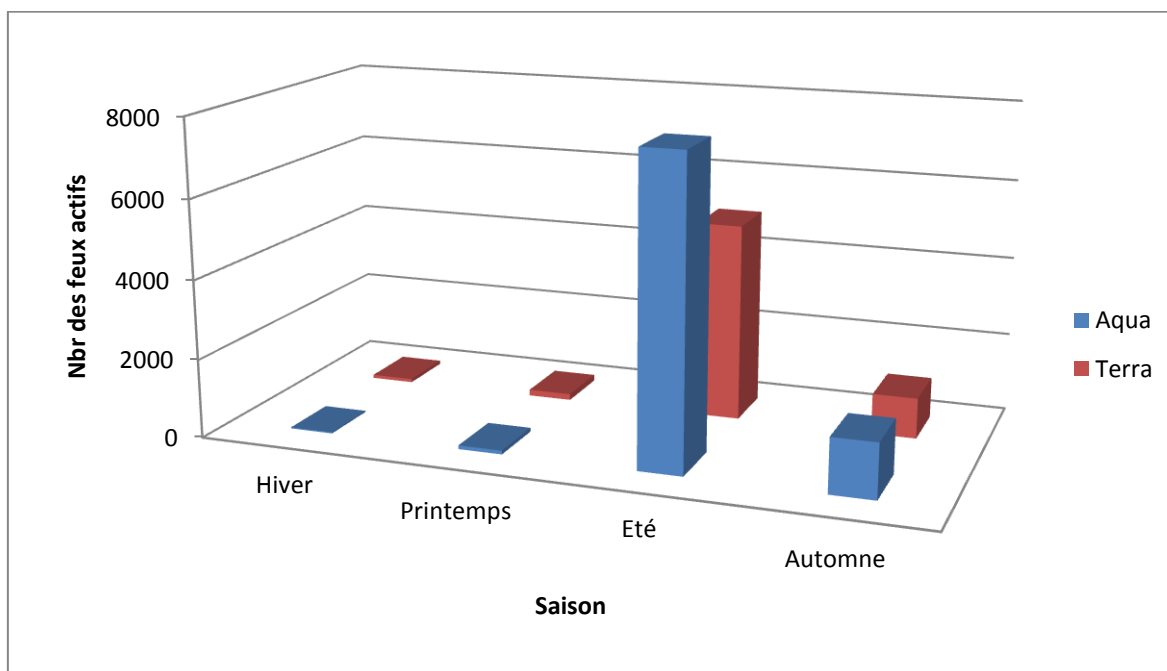
4.8. Par saison et par satellite

Le résultat de la répartition des feux par satellite et par saison se résume dans le tableau ci-dessous et pour plus de détail voir annexe 4 :

Tableau 12. Répartition des feux de la classe 5(≥ 80) par saison et par satellite depuis 2000 à 2011:

	Aqua	Terra	S / TOTAL
Hiver	30	85	115
Printemps	95	155	250
Eté	7721	5002	12723
Automne	1395	1038	2433
TOTAL	9241	6280	15521

Source nos résultats.



Source nos résultats.

Figure 24. Répartition des feux de la classe 5(≥ 80) par saison et par satellite depuis 2000 à 2011.

L'étude de la répartition des feux par type de satellite et par saison, révèle que **9241 et 6280** de feux sont enregistrés par les satellites Aqua et Terra respectivement.

5. VALIDATION DES RESULTATS

Pour la validation des résultats deux supports de données sont utilisées :

- La bibliographie
- Les données du terrain

On s'est rapproché des directions (conservation des forêts, protection civil) pour recueillir les données réelles du terrain et par la suite les comparés avec celles eues à partir des différents traitements (filtres) de la base des données.

5.1. Synthèse bibliographique

La recherche bibliographique nous a permis de recueillir des données sur les feux ; le résultat de cette recherche se résume dans le tableau suivant :

Tableau 13. Comparaison des résultats FIRMS (Confidence ≥ 66 , Confidence ≥ 80) et ceux du Meddour 2008, Kebir et Abbas 2011.

	MEDDOUR 2008	KEBIR et ABAS 2011	FIRMS (Confidence ≥ 80)	FIRMS (Confidence ≥ 66)
2000	1800	-	8	8
2001	1327	1327	553	783
2002	1008	1008	549	864
2003	1233	1233	1285	1792
2004	1468	1468	1213	1953
2005	2013	2013	1868	2662
2006	2029	2029	1459	2245
2007	2026	2026	3375	4367
2008	-	2378	1508	2169
2009	-	2358	1925	2726
2010	-	3439	1595	2481
2011	-	-	184	307
TOTAL	-	19279	15521	22326

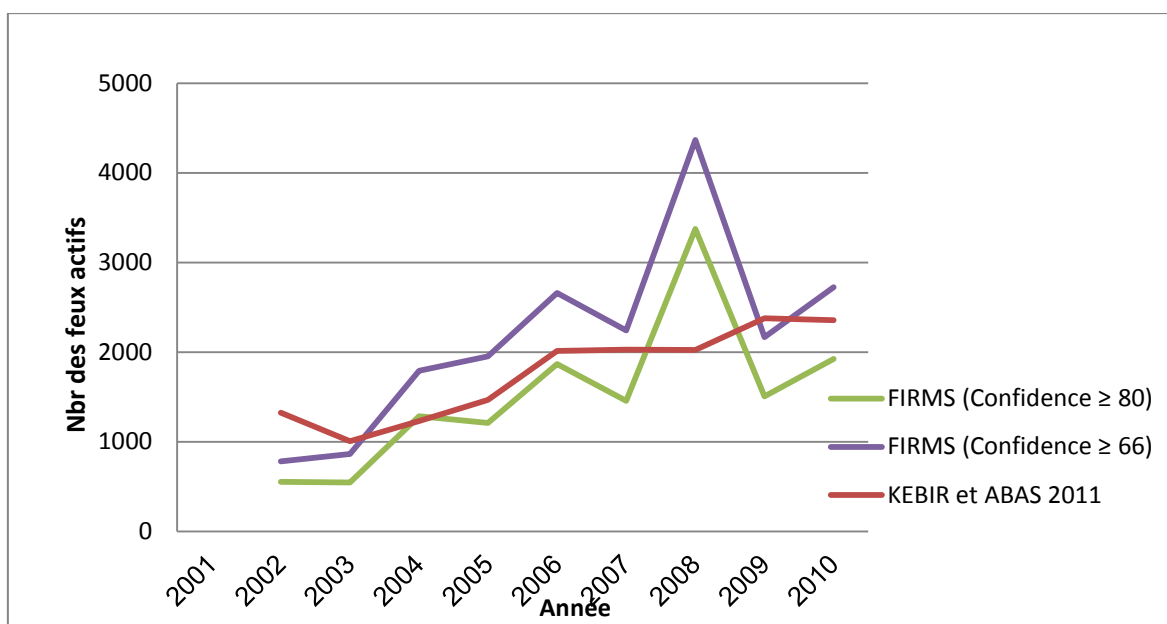


Figure 25. Comparaison des résultats FIRMS (Confidence ≥ 66 , Confidence ≥ 80) et ceux du Meddour 2008, Kebir et Abbas 2011.

Les résultats obtenues par l'algorithme des feux FIRMS pour la confiance 80 prend la même allure avec celle de 66 ;

La même remarque pour les données de la recherche bibliographique sauf pour l'année 2007 où les résultats sont très différents ;

5.2. Données du terrain

Pour confirmer les résultats obtenues on a essayé de récolter les données du terrain en se rapprochant aux directions responsables à la gestion et le suivi de ce phénomène (les conservations des forêts, la protection civil) ;

Seul, la conservation des forêts de Tiaret qui a répondu à nos besoins ;

Le résultat de la validation des données de l'algorithme FIRMS pour la wilaya de Tiaret n'est pas satisfaisant (médiocre) car :

- Les données obtenues à partir de la conservation des forêts de Tiaret ne sont pas géo-référencées ;
- Un chevauchement (l'incertitude) dans la localisation des feux (un feu de la commune X peut être déclaré dans une autre commune) ;

- Les données présentent des contradictions (pour la même année et la même commune on a trouvé des résultats différents) ;

Pour ces raisons, on ne pouvait pas valoriser les résultats obtenues par l'algorithme des feux ;

Pour ce faire il faut :

- Inviter les directions concernés par le suivie et la gestion de ce phénomène à utiliser les GPS pour pouvoir localiser les feux avec certitude et perfectionnement ;
- Faire un travail de collaboration entre tous les organismes responsables sur ces phénomènes qui détruisent dans un laps de temps le fruit des années de travail ;
- Etablir des suivis intimes, permanents des feux de forêts durant la période d'été afin de donner des résultats fiables ;
- L'utilisation des images satellitaires pour la validation des données FIRMS.

Ce modeste travail a permis la création d'une masse appréciable de résultats liés au domaine de la gestion et la surveillance des feux actifs.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GÉNÉRALE

Au terme de ce travail, il nous paraît intéressant de résumer les principales conclusions auxquelles nous sommes parvenues.

La caractérisation des feux a été faite par l'utilisation des nouvelles technologies (la télédétection) où on a utilisé :

- Les données fournies par l'algorithme de détection des feux actifs FIRMS du système MODIS embarqué par les satellites AQUA et TERRA ;
- Les limites géographiques des wilayates et des communes.

La superposition des deux couches d'informations nous a permis d'une part d'éliminer les wilayates non touchées par les feux et d'autre part de supprimer les points feux situés hors Algérie ;

Les points de feu détectés durant la période (2000 - 2011) constituent après plusieurs traitements, une base de données

✚ Le nettoyage de la base de données par classes de confidences révèle 05 classes, la 5^{ième} classe (≥ 80) représente plus de 47% dans laquelle on a comptabilisé 15521 feux actifs, ces derniers font l'objet de plusieurs filtres (wilayates, communes, années, saison)

✚ Les résultats des filtres appliqués sur la base des données se résument comme suit :

- 1- **Répartition des feux par années** : ce filtre permet de caractériser l'année la plus touchée par les feux ; ce constat est confirmé par les travaux de ARFA 2008 ;
- 2- **Répartition des feux par wilayates** : la wilaya de Skikda demeure celle qui a été la plus touchée par les feux actifs avec , avec un nombre de 1 619 feux, Soit 10.43 % ;
- 3- **Répartition des feux par saison** : la période estivale est la plus caractérisée par les feux actifs avec 12723 départs de feux soit 81,97% ;
- 4- **Répartition des feux par tranche horaire** : Durant la tranche horaire comprise entre 10 et 16 heures, nous avons comptabilisé 12 576 départs de feux soit 81,02 % ;
- 5- **Répartition des feux par confiance et par saison** : L'examen de l'indice de confiance par saison révèle que la saison n'a pas d'influence sur la confiance

- 6- **Répartition des feux par brillance et par saison** : L'examen de l'indice de brillance par saison révèle que la saison influence sur la brillance.
- 7- **Répartition des feux par Satellite**: L'étude de la répartition des feux actifs par type de satellite, révèle que **9241 et 6280** feux sont enregistrés par les satellites Aqua et Terra respectivement.

Pour valider la conformité des résultats obtenus, deux supports de données sont utilisées :

-  **La bibliographie** : La comparaison des graphes des résultats obtenus par l'exploration de la base des données et celles de la bibliographie, montre que les graphes prend la même allure sauf pour l'année 2007 où on a enregistré une grande différence ;
-  **Les données du terrain** : La comparaison des résultats obtenus par l'exploration de la base des données avec celles du terrain (Wilaya Tiaret) n'est pas satisfaisant.

Les différents traitements des données issues du satellite ont aboutis à la réalisation des cartes de répartition des feux actifs par wilaya, commune, année, saison, mois, jour, tranche d'heure et par type de satellite.

Au terme de cette recherche, les résultats auxquels nous sommes parvenues constituent une première approche pour l'exploration de cette source d'information .Il serait intéressant d'approfondir cette étude pour mieux exploiter cette source et par la suite la valider.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- ABDELLAOUI A., 1989 : Développement et télédétection des ressources naturelles au Maghreb central, Télédétection en francophonie. Ed: AUPELF-UREF. John Libbey Eurotext. Paris 1989 ; pp 3-16.
- ALEXANDRIAN D., 1999 : Evaluation spatiale du risque d'incendie – couplage entre : un simulateur d'incendie et un système d'information géographique. Atelier « les bases de données sur les feux de forêts en région méditerranéenne, utilisations et enregistrements », Tétouan, Maroc, 1999, pp 131- 154.
- ANYAMBA A. & TUKER C.J., 2005: Analysis of sahelan vegetation dynamics using NOAA-AVHRR data from 1981-2003. Journal of Arid Environments, N°63, 2005 ; pp 596 –614.
- ARFA A., 2008 : Les incendies des forêts en Algérie : Stratégies de prévention et plans de gestion. Thèse Magistère en Ecologie et Environnement. Uni (Mentouri) Constantine ; 115 p.
- BARBERO M., 1988 : Perturbations et incendies en région méditerranéenne française, univ d'aix- Marseille III. p 409-419.
- BARISANO E., 1990: Evaluation des ressources sylvicoles du Rif marocain oriental à partir de données SPOT. Options Méditerranéennes Série A N° 4, 1990 ; pp 150-154.
- BEN LINANI D., 2007 : Contribution à la cartographie de la végétation par télédétection cas : de la forêt de Sénalba Chergui wilaya de Djelfa. Mémoire, ing. Agr., université Amar THELIDJI, Laghouat, 90p, annexes.
- BELHADJ-AISSA M., BELHADJ-AISSA A. & SMARA Y., 2003 : Application du SIG et de la télédétection dans la gestion des feux de forêts en Algérie, 2nd FIG Regional Conference , Marrakech, MOROCCO, 2003, 16 p.
- BEN MESSAOUD M., 2008 : Cartographie par télédétection des formations à *Pistacia Atlantica* Desf. En zone aride et semi aride .Mémoire, ing., Agr., INA., El Harrach, Alger, 78p, Annexes.
- BEN SAID A., ZAKARIA S., IFTENE T. & BENZINEH S., 2003 : Utilisation de la télédétection et des SIG pour l'aide à la surveillance du risque de dégradation des parcours steppiques. Télédétection, 2003, vol. 3, n° 5, pp. 387–402.

- BIED-CHARRETON., 1990 : La coopération française dans le domaine de la télédétection pour la gestion des ressources naturelles, Options Méditerranéennes Série A N° 4, 1990 ; pp 51-53.
- BIJABER N. & AHLAFI Z., 2005 : Projet FORMA : Etudes détaillées pour la cartographie des changements dans le cadre de l'Inventaire Forestier National, Rapport de mission, 9p.
- BOIVIN J., GILLES S., PIERRE J.H., LUDOVIC G., 2002 : Évolution des surfaces boisées et des espaces verts dans la région métropolitaine de Montréal. Rapport préliminaire. INRS-Urbanisation, culture et société et Intélec Géomatique Inc ; 16 p.
- BOUCHIER A., 2006 : Formation au logiciel R, programmation et interfaces graphiques. Institut nationale de Recherche Agronomique INRA, Montpellier ; 65 p.
- BOUDY P., 1952 : Guide du forestier en Afrique du Nord. p 487.
- BOUKHOULKHAL., HAZEM L., Apport de l'imagerie Alsat -2A dans la réalisation et l'actualisation de la carte de sensibilité à la désertification – Région de Boussaâda, Wilaya de M'sila, Actes de l'Atelier « ALSAT-2A-Utilisateurs », pp. 15- 27.
- BOUREAU J.G. & RATTE J.P., 1990 : Application de la télédétection spatiale à la cartographie des formations forestières et au suivi de leur évolution, Options Méditerranéennes Série A N° 4, 1990 ; pp. 145-149.
- BRUN J., 2004: Etude du potentiel des indices de végétation de l'imagerie MODIS pour l'observation de l'évolution intra- et inter-annuelle de la couverture du sol Application à la région genevoise (zone urbaine et périurbaine). Université de Genève ; 37 p.
- BOULAHOUAT N. et NAERT B., 1996 : télédétection des ressources en sols des zones arides: une méthode d'inventaire adaptée au travail sur le terrain, expérimentée dans la région de Djelfa (Algérie). Etude et gestion des sols. Index – volume 3,1, 1996. INRA. Ed : Maison de la télédétection, Montpellier ; pp 7-26.
- CARTON P., 1990 : Inventaire et cartographie des périmètres irrigués en Algérie par imagerie SPOT, Options Méditerranéennes Série A N° 4, 1990 ; pp 139-143.
- CHRIFI D., 2006: l'apporte de la télédétection dans l'étude et le suivi de la désertification. Ed: ACTES des journées internationales sur la désertification et le développement durable 2006. CRSTRA et l'Université Mohamed KHAIDER de Biskra ; pp 563.
- CHUVIECO E., et HUETE A. ,2010 : Notions fondamentales de télédétection par satellite. CRC Press, New York.

- CSE, 2009. Suivi des feux de brousse au Sénégal (2008-2009), 15p.
- DÉJEAN S., 2003: Suivi de cultures par télédétection spatiale, Laboratoire de Statistique et Probabilités, Université Paul Sabatier, Conférence "Métiers de la statistique" -IUP SID– 2003 ; 30 p.
- DELAITRE E., SAHNOUN H et VAULZELLE M., 1998: Travaux pratiques: Apport de la télédétection pour le suivi de la désertification: les cas des régions de Menzel Habib et du Nefzaoua (Tunisie). Espace et Environnement Méditerranéen. Université d'ETE internationale ; pp 1-27.
- DEMAREZ V., 1997: Modélisation du transfert radiatif et télédétection hyperspectrale pour le suivi temporel de la teneur en chlorophylle d'une Forêt Tempérée. Thèse Doctorat De L'université Paul Sabatier De Toulouse III ; 153 p.
- DROUET J -C., 1988 : Considération sur le modèle de feu par vent arrière, Revue Forêt Méditerranéenne, Tome X, n°1, juillet 1988, pp. 202-203.
- DUBUCQ M., 1986 - Télédétection spatiale et Erosion des sols. Etude bibliographique. Ed : Cahiers ORSTOM. Série Pédologie, 1986, Vol. 22, N° 2 ; pp 247 – 258.
- ECHCHATABI A. & HANNACHI S., 2011 : Utilisation des données Alsat-2A pour la cartographie des zones phoéniciques (palmeraies) région de Touggourt. Actes de l'Atelier « ALSAT-2A-Utilisateurs », pp 136-142.
- ESTIVAL S et PEUCH C., 1998: Travaux pratiques: Régénération forestière après incendie. Espace et Environnement Méditerranéen. Université d'ETE internationale ; pp 1-20.
- ETUDES ET MESURES LES 5 DOMAINES., 2008 : Etude pour la réalisation d'une cartographie et d'un système d'information géographique sur les risques majeurs au Maroc., Mission 1 identification des risques le risque feux de forêt. Direction de la Surveillance et de la Prévention des Risques; 41 p.
- EVA H.D., & FLASSE S., 1996 : Des algorithmes contextuels et multiples seuil de détection régional d'incendie active avec les données AVHRR. Avis distance de détection, 14 (4): 333-351.
- EVA H.D., GREGOIRE J.M., MAYAUX P. & CHEVALLIER D., 2003 : Suivi des feux de végétation dans les aires protégées d'Afrique sub-saharienne, Apport des techniques spatiales et des données satellitaires pour le suivi des feux en Afrique sub-saharienne, Centre Commun de Recherche, 72 p.

- EZZINE H., SAIDI M., CASANOVA J.L., MONTES A., GHRIBE A., 2005 : Conception et mise en place d'un système à base de données NOAA-AVHRR, pour la prévention et le suivie des incendies de forêts au MAROC. *Géo observateur* , 2005, N° 14,p. 35-48.
- FAOUR G., BOU KHEIR R. & DARWISH A., 2006: Méthode globale d'évaluation du risque d'incendies de forêt utilisant la télédétection et les SIG : Cas du Liban. *Télédétection*, 2006, Vol. 5, n°4, p. 359-377.
- FLANNIGAN M.D., & HAAR T., 1986 : La surveillance des incendies de forêt à l'aide de satellites NOAA AVHRR. *Journal canadien ressources forestières*, 16: 975-982.
- FREDERIC J., 1992 : Modélisation du comportement du feu, influence de la pente et de la charge d'une litière d'aiguilles de pin maritime. Document PIF 9205. AVIGNON ; 29p.
- GALOCHET M., GODARD V., HOTYAT M.,2002: *Land Units and the Biodiversity of Forest Islets: From Satellite Images to Ground Analysis*. Ed: Lech Ryszkowski in: *Landscape Ecology in Agroecosystems Management*. Boca Raton, CRC Press: 317-330.
- GAMMAR A.M. & BEN SALEM M., 2005 : Dynamique spatial et risques environnementaux dans le secteur de JOUGAR (Dorsale Tunisienne) : Analyses cartographiques par télédétection. *Télédétection*, 2005, Vol. 5, n° (1-2-3), p 185-196.
- GIANNICO C., 2007: *Remote sensing of vegetation in the calabrian region*. *Acta Astronautica*, N°60, 2007; pp 119-131.
- GIRARD C.M. & GIRARD M.C., 1999 : Traitement des données de télédétection. Ed. DUNOD, Paris, 529p.
- GREGOIRE, J.M., STROPPIANA, D.et PINNOCK, S., 2000.The Global Fire product: daily fire occurrence from April 1992 to December 1993 derived from NOAA AVHRR data. *International Journal of Remote Sensing*, 21, 1279–1288.
- GUIRIF M. & SEGUIN B., 1990: Estimation de la biomasse et du rendement des cultures à partir du satellite SPOT: résultats d'une expérimentation sur blé dur en Camargue. Ed : Options Méditerranéennes Série A N° 4, 1990 ; pp 115-121.
- HASSANI A., 2006: l'outil spatial dans le suivi de la désertification : Evaluation par Alsas des actions de lutte menées par la H.C.D.S dans le cadre de la préservation du développement des espaces steppiques. Ed : ACTES des journées internationales sur la

désertification et le développement durable 2006. CRSTRA et l'Université Mohamed KHAIDER de Biskra ; pp 592.

- HESSAS N., 2005 : Evaluation cartographique et évolution diachronique par télédétection du risque d'incendie de forêt. Simulation de la propagation du feu dans le bassin versant du Paillon, Nice, Alpes-Maritimes. Thèse Doctorat en Géographie Physique. Uni GRENOBLE I – JOSEPH FOURIER ; 438 p.

- JACQUIN A., 2010 : Dynamique de la végétation des savanes en lien avec l'usage des feux à Madagascar. Analyse par série temporelle d'images de télédétection. Mémoire, Doc., Fonctionnement des écosystèmes et agrosystèmes, Institut National Polytechnique, Toulouse, 146 p.

- JAISWAL R.K., MUKHERJEE S., RAJU K., SAXENA R., 2002 - Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS. Ed: International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation N° 4. 2002 ; pp 1–10.

- JEROM C., 2006, Apport de la télédétection optique à la définition d'indicateur de performance pour l'utilisation de l'eau en agriculture. Thèse de docteur Université Louis Pasteur-Strasbourg ; 162 p.

- JUSTICE C.O., GIGLIO L., KORONTZI S., OWENS J., MORISETTE J.T., ROY D., DESCLOITRES J., ALLEAUME S., PETITCOLIN F., & KAUFMAN Y., 2002. The MODIS fire products. Remote Sensing of Environment, 83, 244–262.

- KAUFMAN Y.J., JUSTICE C.O., FLYNN L.P., KENDALL J.D., PRINS E.M., GIGLIO L., WARD D.E., MENZEL W.P., et SETZER A.W., 1998: Potential global fire monitoring from EOS-MODIS. Journal of Geophysical Research, 103, 32215–32238.

- KEBIR L., ABBAS L., 2011 : Apport de l'imagerie Alsat-2A, pour l'identification, la gestion des aménagements forestiers et le suivi des incendies de forêts en Algérie (Cas de la wilaya de Tlemcen). Acte de l'Atelier « ALSAT -2A- utilisateurs » ; pp 5-14.

- KESSAL A., RAKED H. & SALAH R., 2011: Apport de l'imagerie Alsat-2A dans le géo référencement des exploitations agricoles et la gestion des grands périmètres d'irrigation : cas du périmètre d'El Hamiz. Ed : Actes de l'Atelier « ALSAT-2A- Utilisateurs », pp 143-152.

- KHADER M., BENABDELI K., MEDARBAL K., FEKIR Y., GUEDDIM R et MEKKOUS B., 2009 : Etude du risque incendie à l'aide de la géomantique : cas de la forêt de Nesmoth (Algérie). Série des études biologique n°20. Epoca II ; 39 p.

- LAGHOUAG M.Y., 2011 : Apport de la télédétection (images Landsat 7 ETM+) pour la cartographie géologique de la région d'Aflou (Atlas saharien), Mémoire, ing., Geo., Université Ferhat Abbas, Sétif, 86p.
- LARFID A. & IZEGHOUINE O., 2011 : Apport de l'imagerie Alsat-2A dans la délimitation des zones d'épandage de crues. Région d'Ain El Melh- Wilaya de M'sila. Ed : Actes de l'atelier « ALSAT- 2A- Utilisateurs », pp 129- 135.
- LI Z., KAUFMAN, YJ, ICHOKU, C., FRASER, R., TRISHCHENKO, A., GIGLIO, L., JIN, J. et YU, X. , 2001. A review of AVHRR based active fire detection algorithms: Principles, limitations and recommendations. In regional vegetation monitoring from space, pp: 199- 225.
- LILI CHABAANE Z., BOUAFIF H., KHALDI A., CHAKROUN H. & CALOZ R., 2005 : Télédétection et analyse spatiale de la régénération forestière post-incendie dans le massif de BOUKORNINE au Sud de Tunis, Télédétection, 2005, vol. 5, n° (1-2-3), p. 161–181.
- MANIERE R., BASSISTY E., CELLES J.C., MELZI S., 1993 – Utilisation de la télédétection spatiale (données XS de Spot) pour la cartographie de l'occupation du sol en zones arides méditerranéennes : exemple d'Ain Oussera (Algérie). Ed: Cahiers ORSTOM. Série Pédologie, 1993, Vol. 28, N°1; pp 67-80.
- MEDDOUR SAHAR O., MEDDOUR R., DERRIDJ A., 2008 : Analyse des feux de forêts en Algérie sur le temps long (1876-2007). Les notes d'analyse de CIHEAM N° 39, 2008 ; 11 p.
- MEDDOUR-SAHAR O. & DERRIDJ A., 2010 : Le risque d'incendie de forêt: évaluation et cartographie- Le cas de la wilaya de Tizi Ouzou, Algérie (periode1986-2005). Ed: Sécheresse, 2010; 21(3):187-95.
- MEGREROUCHE R., 2006 : Sensibilité de la végétation forestière aux incendies: Cas de la forêt domaniale de Chettabah – Ain Smara- Constantine. Thèse Magistère en Ecologie et Environnement. Uni (Mentouri) Constantine ; 106 p.
- MERDAS S., 2007 : Bilan des incendies de forêts dans quelques Wilaya de l'Est algérien; cas de Bejaia, Jijel, Sétif et Bordj bou-arréridj. Thèse Magistère en Ecologie et Environnement. Uni (MENTOURI) Constantine ; 55 p.
- MEYER-ROUX J., 1990: Le projet pilote de télédétection appliquée aux statistiques agricoles en Europe, Options Méditerranéennes Série A N° 4, 1990 ; pp 57-63.

- MEZNED N., CHAKROUN H. et BOUSSEMA MR., 2005: Apport de la télédétection dans la gestion des géorisques : cas des incendies de forêt en milieu semi-aride tunisien. *Télédétection*, 2005, Vol. 5, n° (1-2-3), p. 197-212.
- MISSOUMI A., MEDERBAL K. & ABDELI K., 2002 : APPORT DES SIG dans la prévention et la lutte contre les incendies de forêt exemple de la forêt domaniale de KOUNTEIDAT, Algérie, Forum Européen des feux de forêt, 2002, 15p.
- MISSOUMI A. & TADJEROUNI K., 2003: SIG et imagerie Alsat1 pour la cartographie du risque d'incendie de forêt, 2nd FIG *Regional Conference* , Marrakech, MOROCCO, 2003, 14 p.
- MORISETTE J.T., PRIVETTE J.L., et JUSTICE C.O., 2002. A frame work for the validation of MODIS land products. *Remote Sensing of Environment*, 83, 77–96.
- MOSTEFAOUI T., DIF A., CHELLOUAI L et BENMESSAOUD H., 2006 : Utilisation de la télédétection dans la cartographie et le suivi de l'ensablement : "cas de la région de M'Doukel. Algérie" ; ACTES des journées internationales sur la désertification et le développement durable 2006. Ed: CRSTRA et l'Université Mohamed KHAIDER de Biskra ; pp 187-195.
- MOUSSAOUI S.1994- Diachronisme d'images satellites de la région de Djelfa, contribution de la télédétection spatiale dans la caractérisation d'un peuplement forestier. Mémoire, ing., agr., INA., El Harrach, Alger, 84p, Annexes.
- NIANDRY M., RAQUEL O., MAGDIEL A., RODRIGO B., JACINTO D., HIRMA R., GIORGIO T., MIGUEL F. A., 2007: Biocomplexity of deforestation in the Caparo tropical forest reserve in Venezuela: An integrated multi-agent and cellular automata model. *Environmental Modelling & Software*, N° 22, 2007; pp 664- 673.
- PARADIS E., 2005: R pour les débutants, Institut des sciences de l'évolution, Université Montpellier II, France, 81p.
- PELKEY N W., STONER C.J., CAROT M., 2000: Vegetation in Tanzania: assessing long term trends and effects of protection using satellite imagery. *Biological Conservation* N° 94, 2000; pp 297 – 309.
- PELLETIER C., 2001 : méthodologie de détection des feux de forêt à partir d'images satellitaires NOAA. Mémoire présenté à l'université du QUÉBEC à CHICOUTIMI, 57 p.
- PEUCH C., 2000: Utilisation de la télédétection et des modèles numériques de terrain pour la connaissance du fonctionnement des hydro systèmes. Mémoire de recherche. UMR 35, CEMAGREF ENGREF, Montpellier ; p 105.

- POUCHIN T., 2001 a: Cours de télédétection. Université Le havre. France ; 44 p.
- POUCHIN T., 2001b : Glossaire de spaciologie. Université Le havre. France ; 4 p.
- QIAN Y., YAN G., DUAN S., KONG X., 2009: A Contextual Fire Detection Algorithm for Simulated HJ-1B Imagery, Sensors 2009, N°: 9, pp 961-979.
- RASMUSSENA K., FOGA B. & MADSEN B. J.E. , 2001: Desertification in reverse. Observations from northern Burkina Faso. Global Environmental Change N° 11, 2001; pp 271-282.
- ROY D. P., & BOSCHETTI L. 2009: southern Africa validation of the MODIS, L3JRC and glob carbon burned-area products, IEEE transactions on geoscience and remote sensing, vol.47, n°4, 2009, 13p.
- SHI C., MIETTINEN J. & CHIN LIEW S., 2008: Vegetation fires in the PEATLANDS of SUMATRA and BORNEO in 2008, 6p.
- SINGH D., HERLIN I., BERROIR J.P., SILVA E.F., SIMOES MEIRELLES.M., 2004: An approach to correlate NDVI with soil colour for erosion process using NOAA/AVHRR data. Advances in Space Research, N°33. 2004 ; pp 328–332.
- TOURINO SOTO I., 2005 : Mise en relation de la cartographie du rendement avec la distribution spatiale de l'état de surface du sol observée par télédétection. Application dans un contexte d'agriculture de précision. Institut National Polytechnique De Toulouse ; p 70.
- TRABAUD L., 1970 a : Le comportement du feu dans les incendies de forêts. Extrait de la revue technique du feu. N° 103, p 15.
- TRABAUD L, 1971 : Les combustibles végétaux dans le département de l'Aérault. Montpellier, Centre national de la recherche scientifique. Centre d'études phytosociologiques et écologiques, p 78.
- TRABAUD L., 1989 : les feux de forêt mécanismes, comportement et environnement, Aubervilliers : France Sélection, 278 p.
- VOCANI A., KARNNEILI A. et SVORAY T., 2005: The use remote sensing and GIS for spatio-temporal analysis of the physiological state of a semi-arid forest with respect to drought years. Forest Ecology and Management, N°215, 2005; pp 239 –250.
- ZEBBAR Z., SMATI A., 2011 : Contribution de l'imagerie Alsat- 2A pour l'étude du réseau hydrographique. Zone d'Aflou- Wilaya de Laghouat, Actes de l'Atelier « ALSAT-2A- Utilisateurs » , pp 117- 125.

- ZEGRAR A., 2009 : Suivi et évaluation du bilan des incendies de forêts de 2003 à 2008, Actes de l'atelier scientifique et technique sur « L'Outil spatial au service du développement », pp 26-32.

- ZOUAIDIA H., 2006 : Bilan des incendies de forêts dans l'Est algérien; cas de Mila, Constantine, Guelma et Souk-Ahras. Thèse Magistère en Ecologie et Environnement. Uni (Mentouri) Constantine ; 126 p.

- Sites d'Internet:

[1] <http://maps.geog.umd.edu/firms/>.

[2] [http://modland.nascom.nasa.gov / browse /](http://modland.nascom.nasa.gov/browse/)

ANNEXES

ANNEXE 1:

Répartition des feux actifs par wilaya

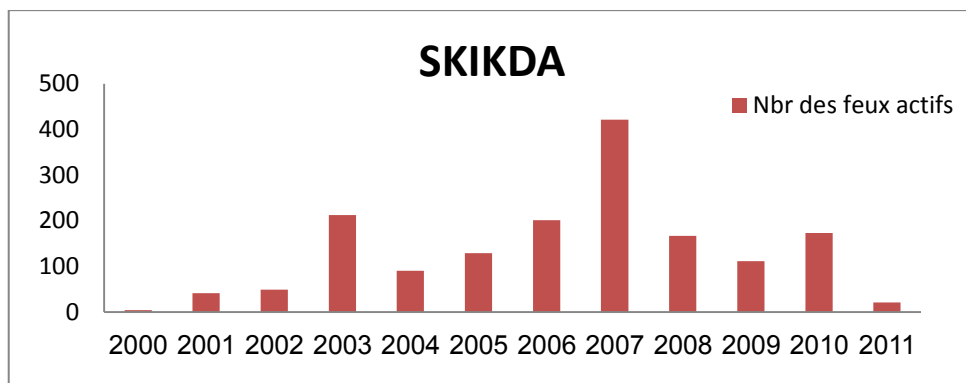


Figure 1 . Répartition des feux actifs de la wilaya de SKIKDA (2000-2011).

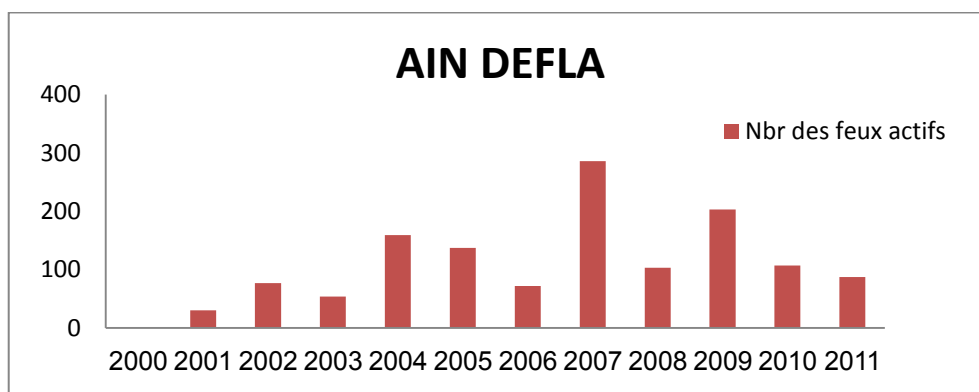


Figure 2 . Répartition des feux actifs de la wilaya de AIN DEFLA (2000-2011).

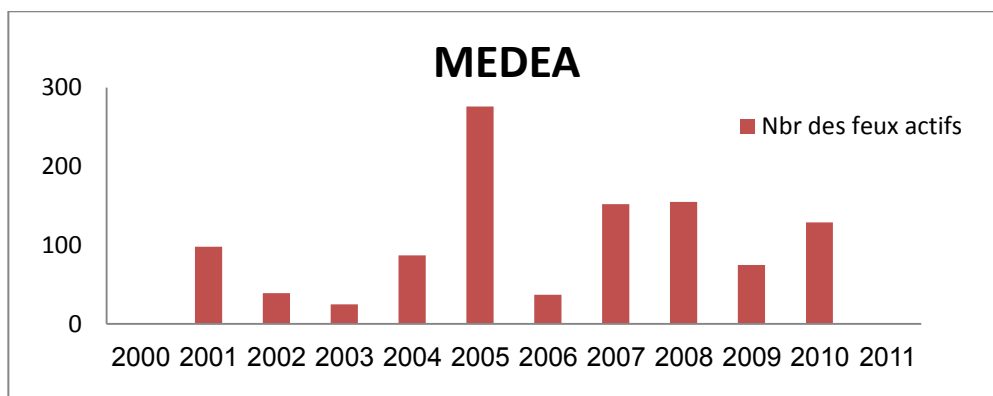


Figure 3 . Répartition des feux actifs de la wilaya de MEDIA (2000-2011).

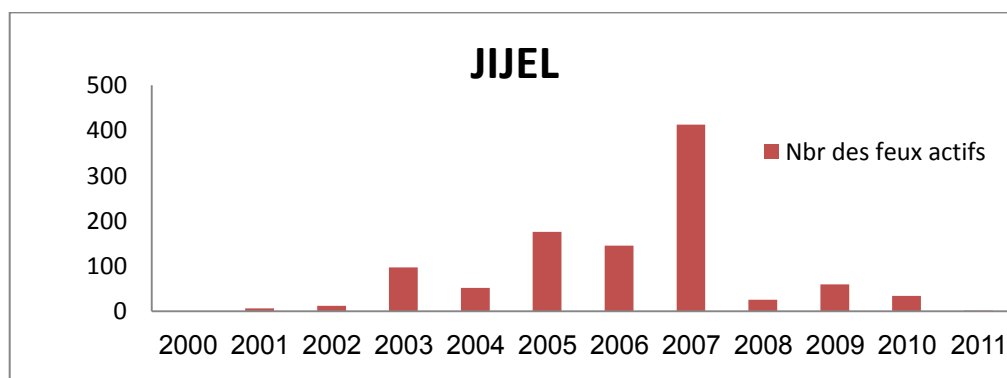
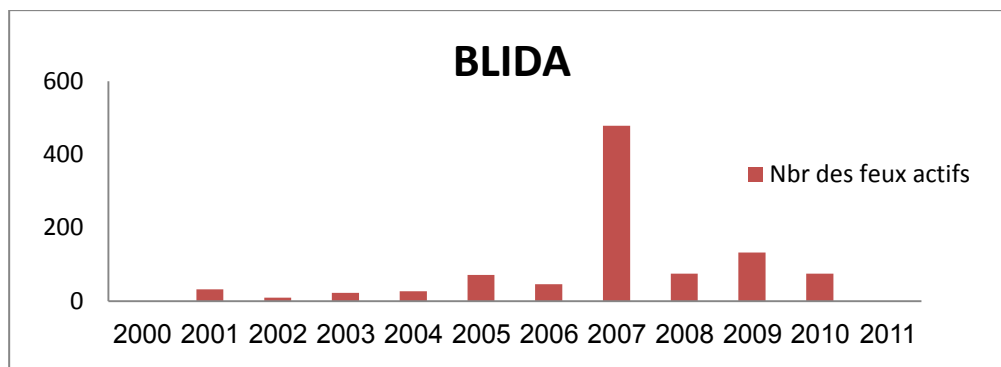
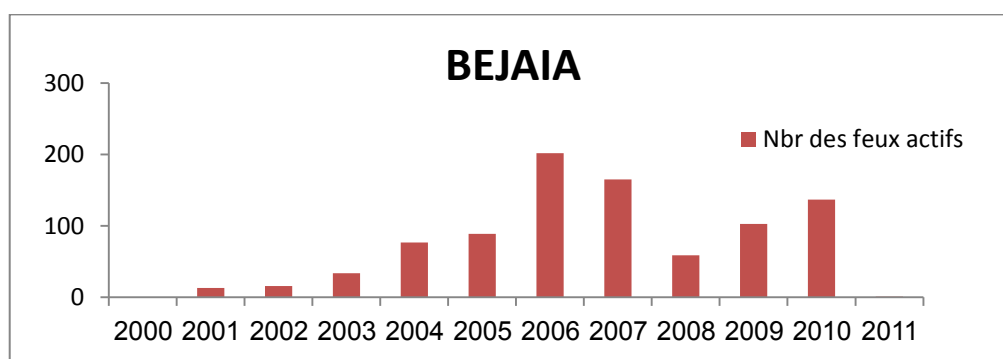


Figure 4 . Répartition des feux actifs de la wilaya de JIJEL (2000-2011).



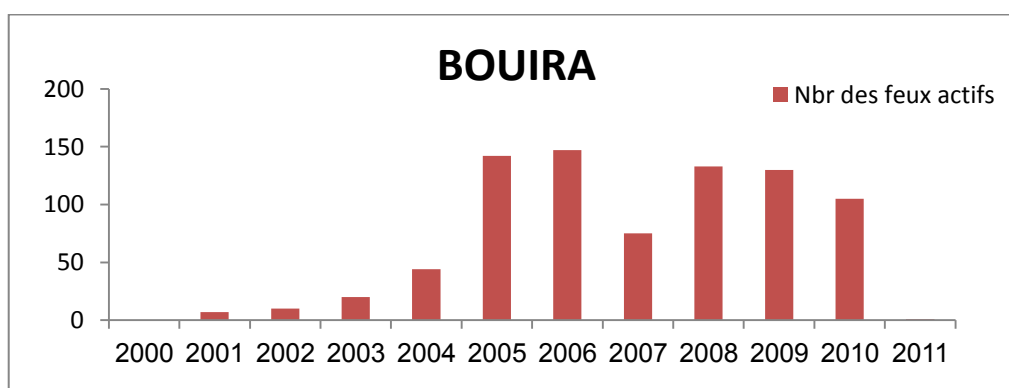
Source : nos résultats

Figure 5 . Répartition des feux actifs de la wilaya de BLIDA (2000-2011).



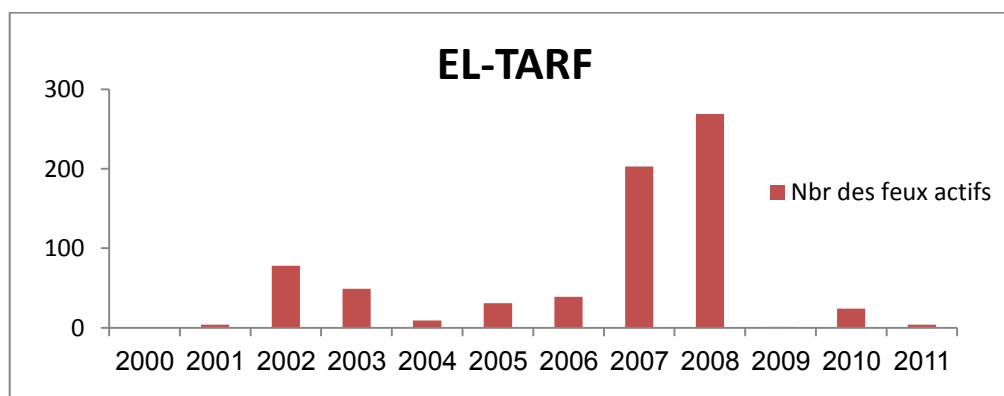
Source : nos résultats

Figure 6 . Répartition des feux actifs de la wilaya de BEJAIA (2000-2011).



Source : nos résultats

Figure 7 . Répartition des feux actifs de la wilaya de BOUIRA (2000-2011).



Source : nos résultats

Figure 8 . Répartition des feux actifs de la wilaya de EL-TARF (2000-2011).

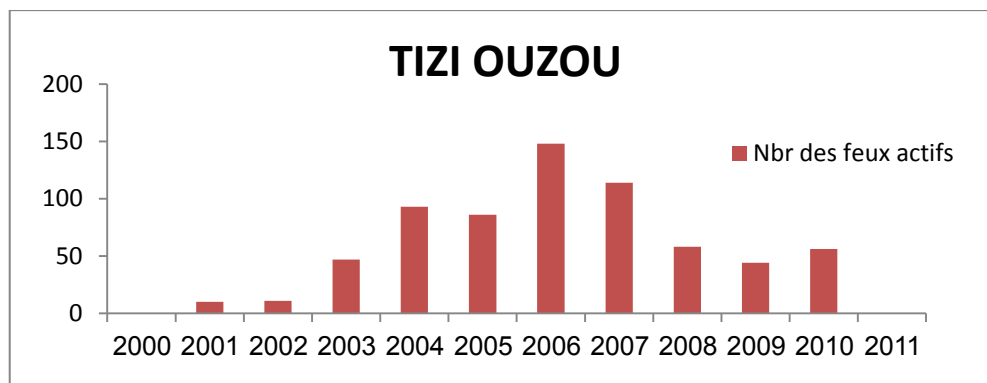


Figure 9 . Répartition des feux actifs de la wilaya de TIZI OUZOU (2000-2011).

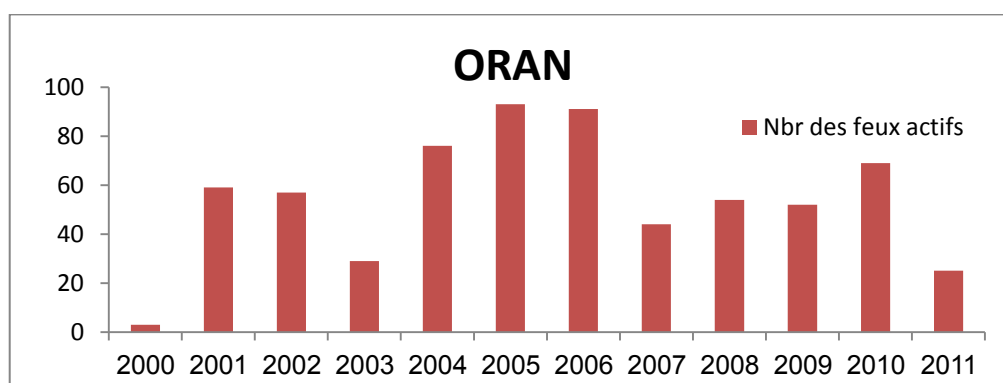


Figure 10. Répartition des feux actifs de la wilaya de ORAN (2000-2011).

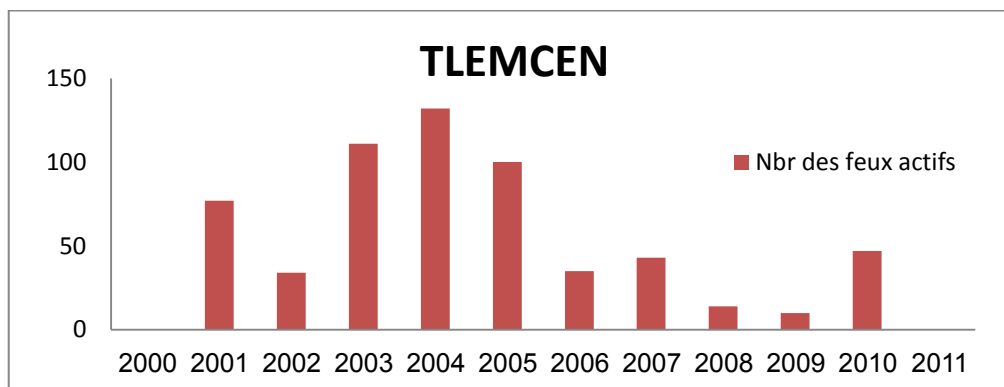


Figure 11. Répartition des feux actifs de la wilaya de TLEMCEEN (2000-2011).

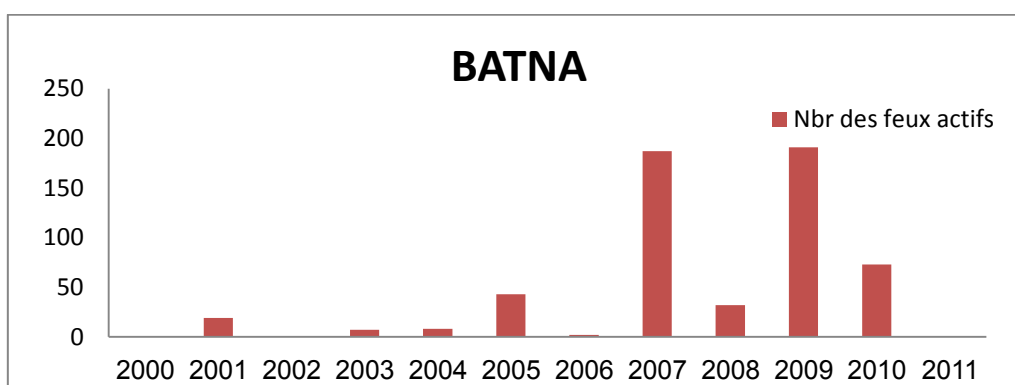
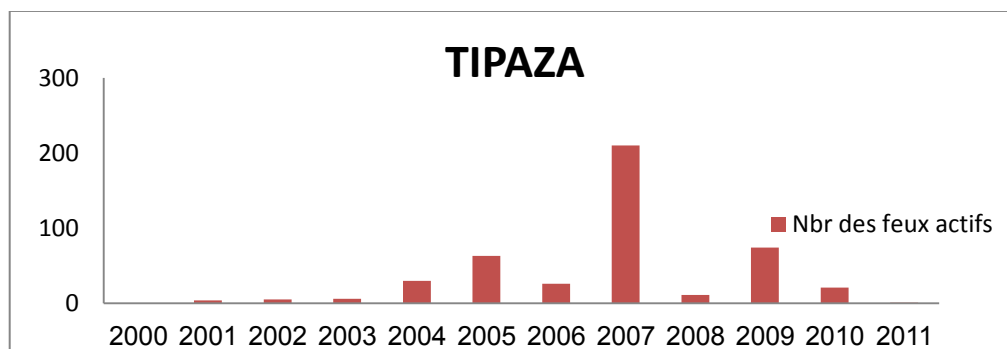
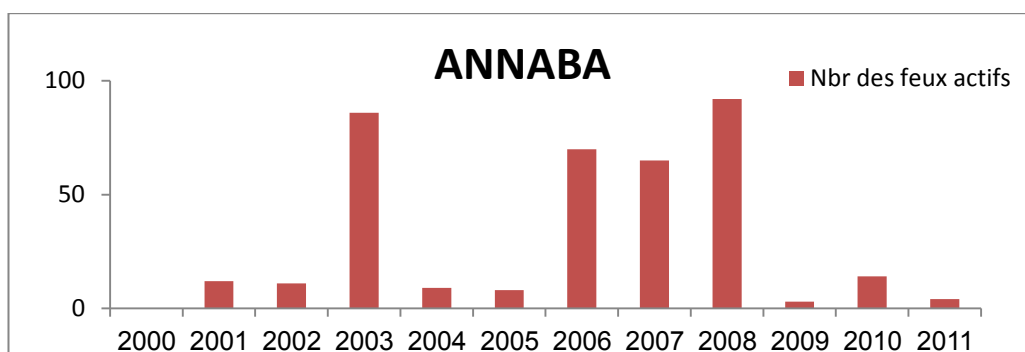


Figure 12 . Répartition des feux actifs de la wilaya de BATNA (2000-2011).



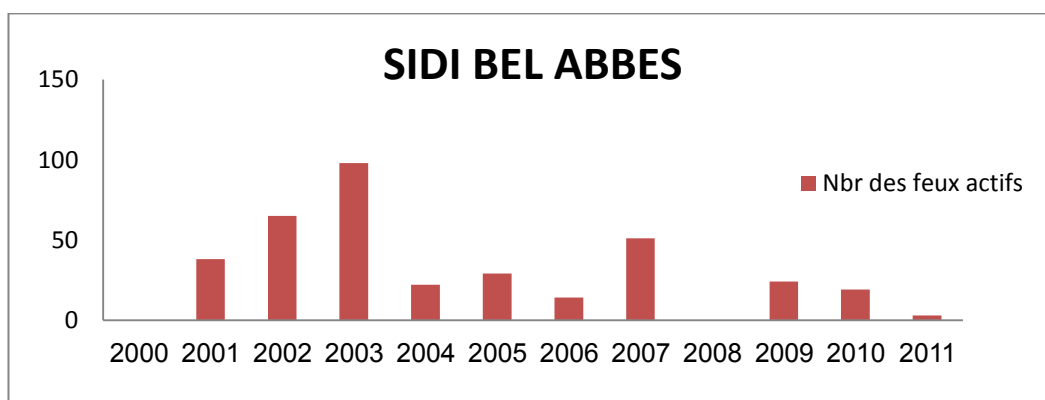
Source : nos résultats

Figure 13 . Répartition des feux actifs de la wilaya de TIPAZA (2000-2011).



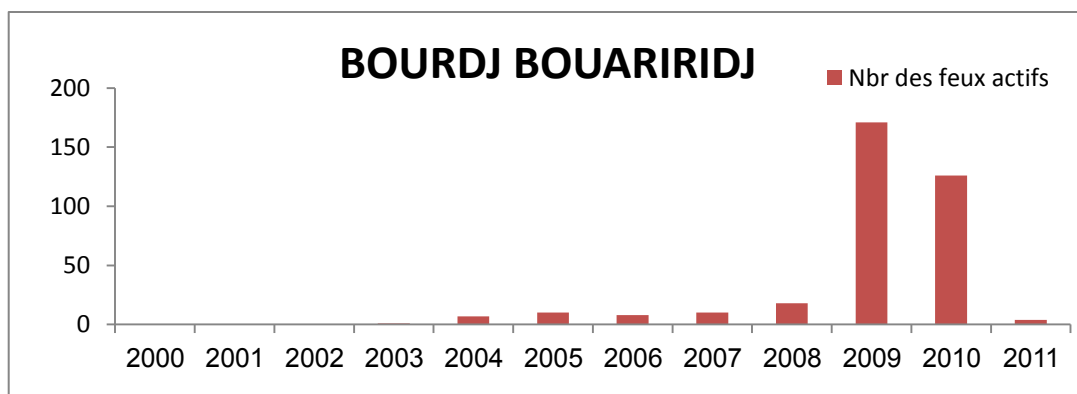
Source : nos résultats

Figure 14 . Répartition des feux actifs de la wilaya de ANABA (2000-2011).



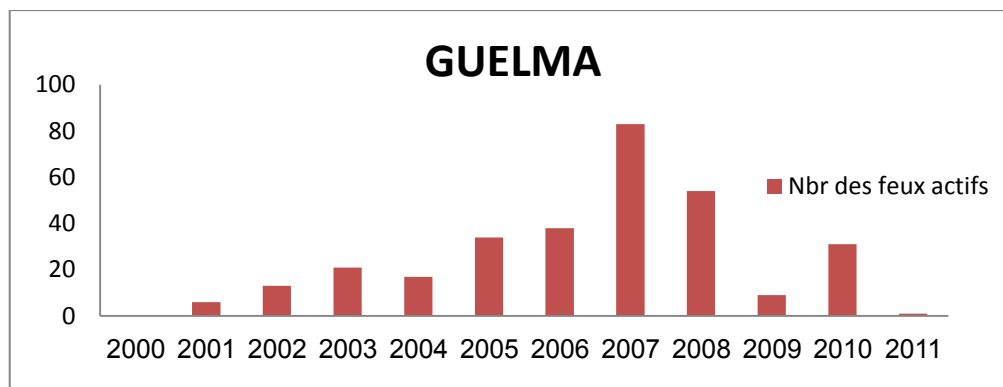
Source : nos résultats

Figure 15 . Répartition des feux actifs de la wilaya de SIDI BEL ABBES (2000-2011).



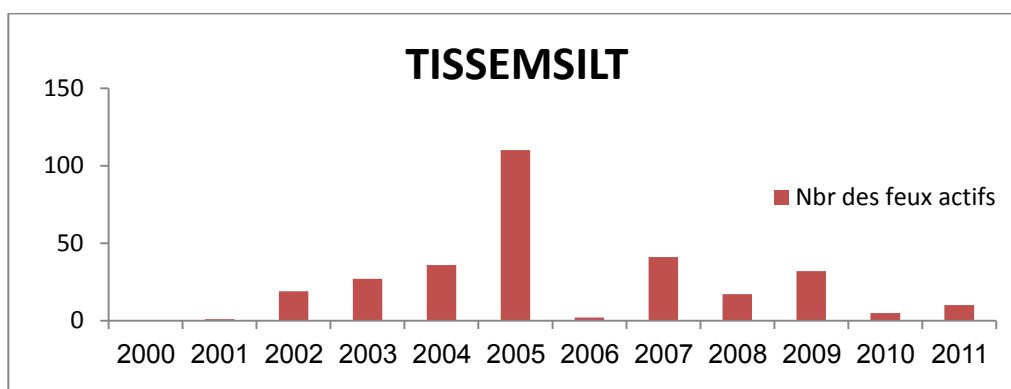
Source : nos résultats

Figure 16 . Répartition des feux actifs de la wilaya de BOURDJ BOUARIRIDJ (2000-2011).



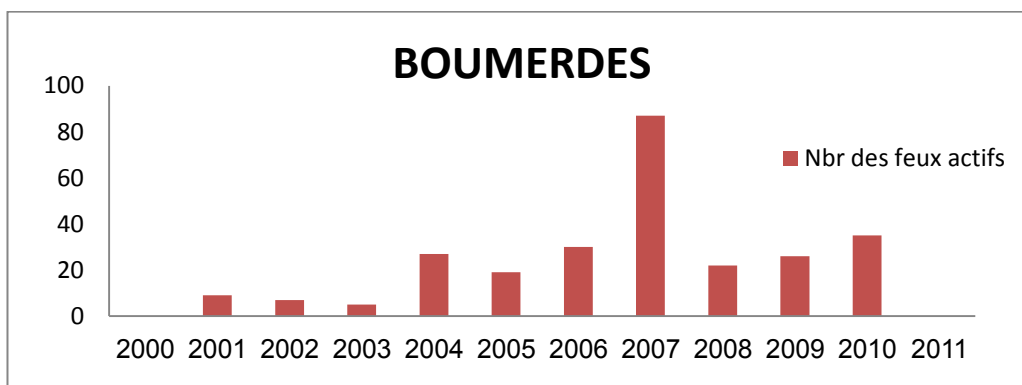
Source : nos résultats

Figure 17 . Répartition des feux actifs de la wilaya de GUELMA (2000-2011).



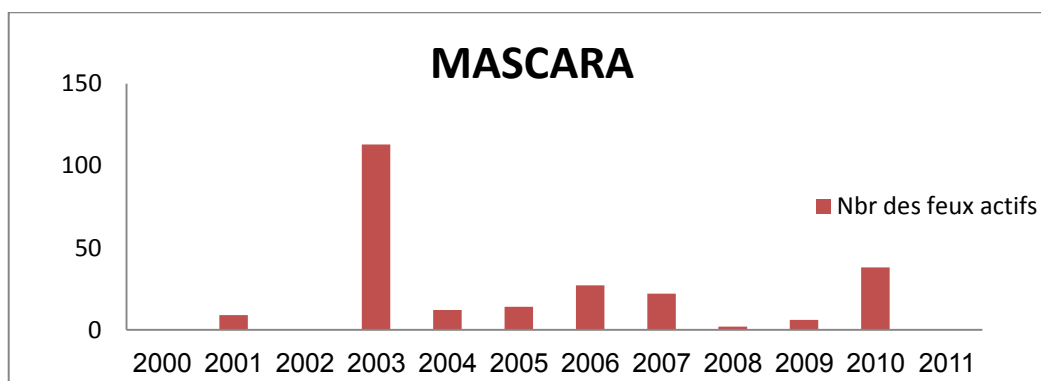
Source : nos résultats

Figure 18 . Répartition des feux actifs de la wilaya de TISSEMSILT (2000-2011).



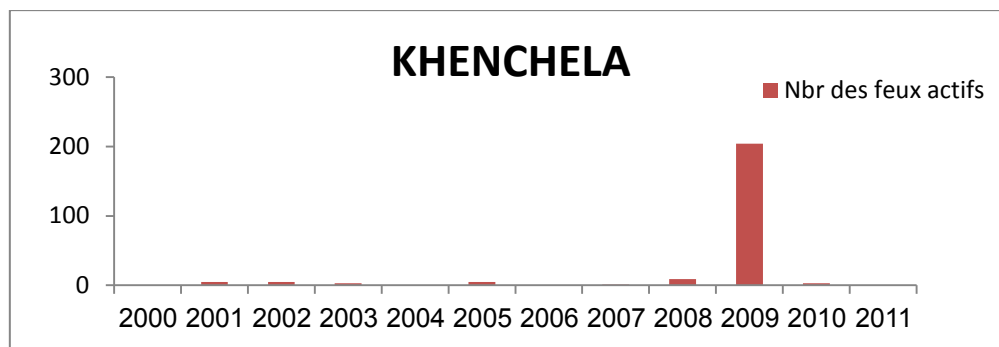
Source : nos résultats

Figure 19 . Répartition des feux actifs de la wilaya de BOUMERDES (2000-2011).



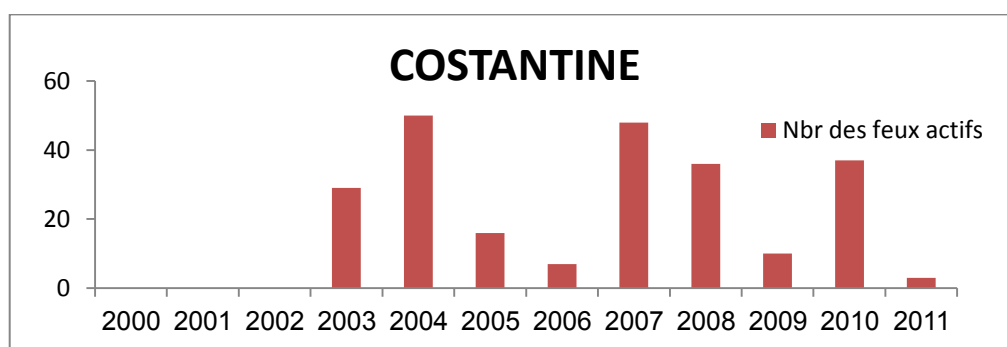
Source : nos résultats

Figure 20 . Répartition des feux actifs de la wilaya de MASCARA (2000-2011).



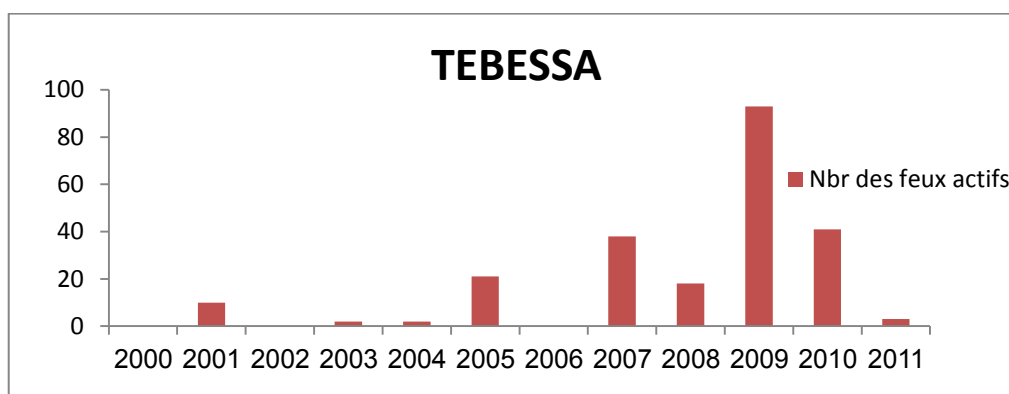
Source : nos résultats

Figure 21 . Répartition des feux actifs de la wilaya de KHENCHLA (2000-2011).



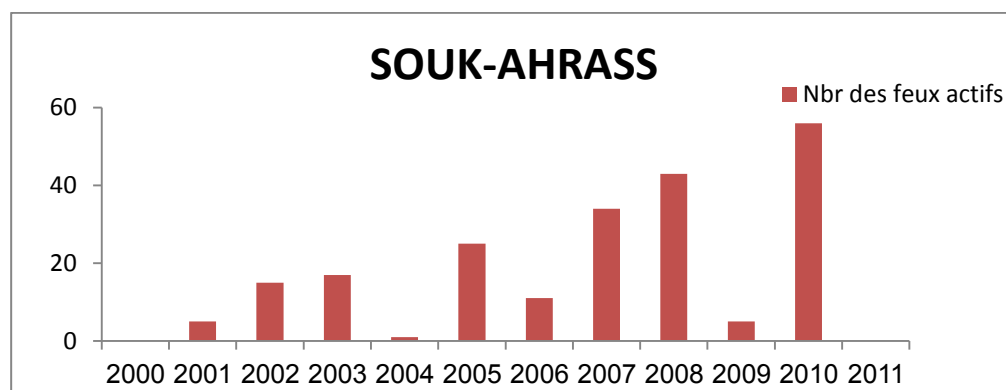
Source : nos résultats

Figure 22 . Répartition des feux actifs de la wilaya de COSTANTINE (2000-2011).



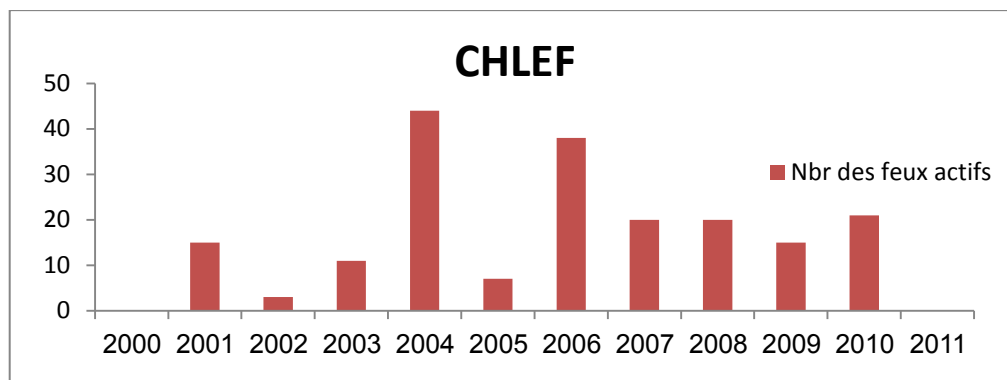
Source : nos résultats

Figure 23 . Répartition des feux actifs de la wilaya de TEBESSA (2000-2011).



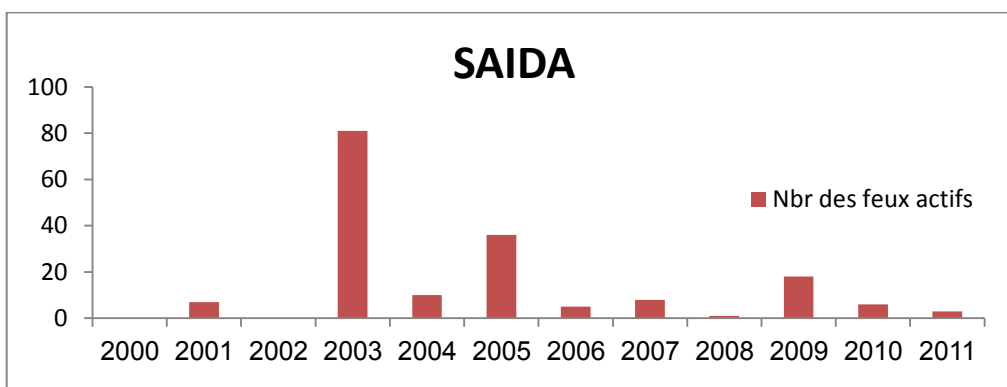
Source : nos résultats

Figure 24 . Répartition des feux actifs de la wilaya de SOUK-AHRASS (2000-2011).



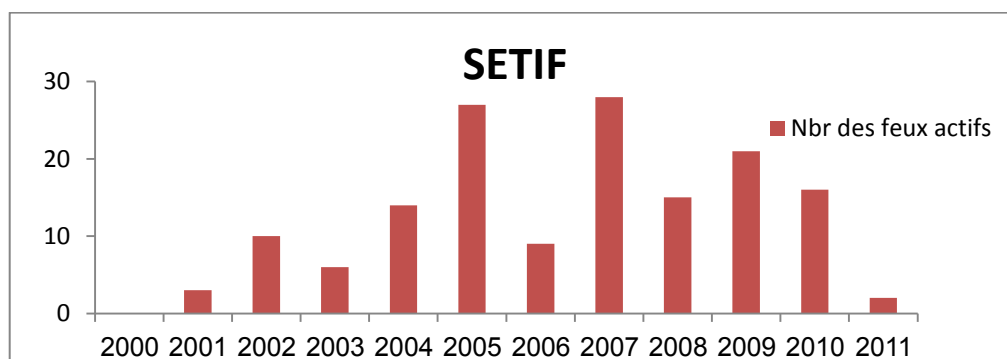
Source : nos résultats

Figure 25 . Répartition des feux actifs de la wilaya de CHLEF (2000-2011).



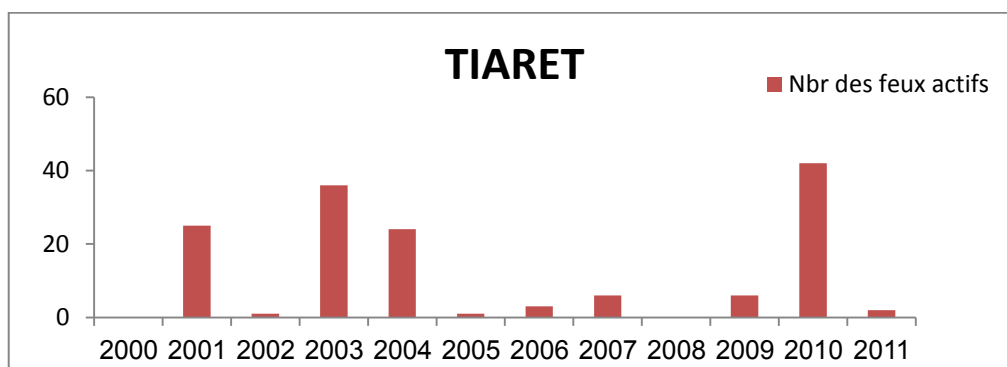
Source : nos résultats

Figure 26 . Répartition des feux actifs de la wilaya de SAIDA (2000-2011).



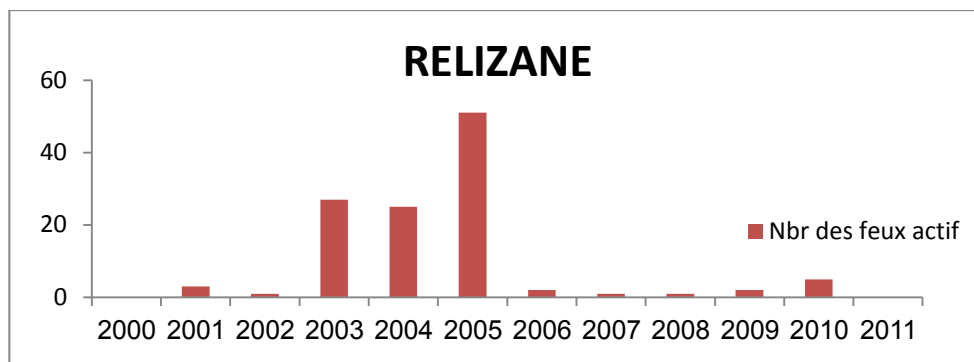
Source : nos résultats

Figure 27 : Répartition des feux actifs de la wilaya de SETIF (2000-2011).



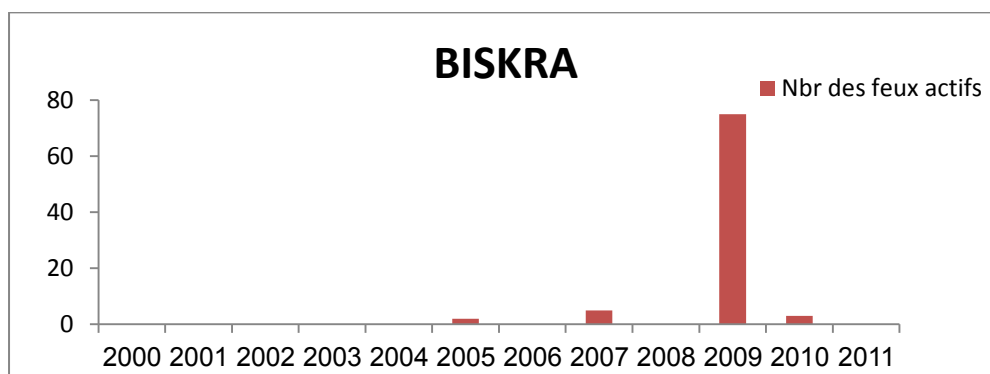
Source : nos résultats

Figure 28 . Répartition des feux actifs de la wilaya de TIARET (2000-2011).



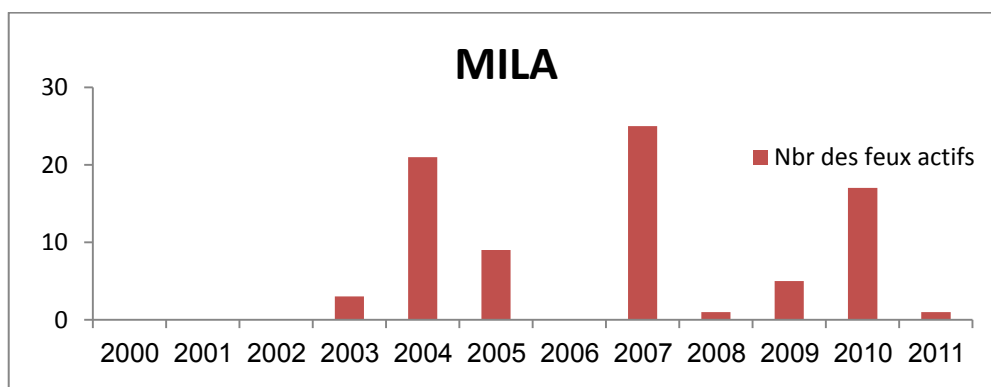
Source : nos résultats

Figure 29 . Répartition des feux actifs de la wilaya de RELIZANE (2000-2011).



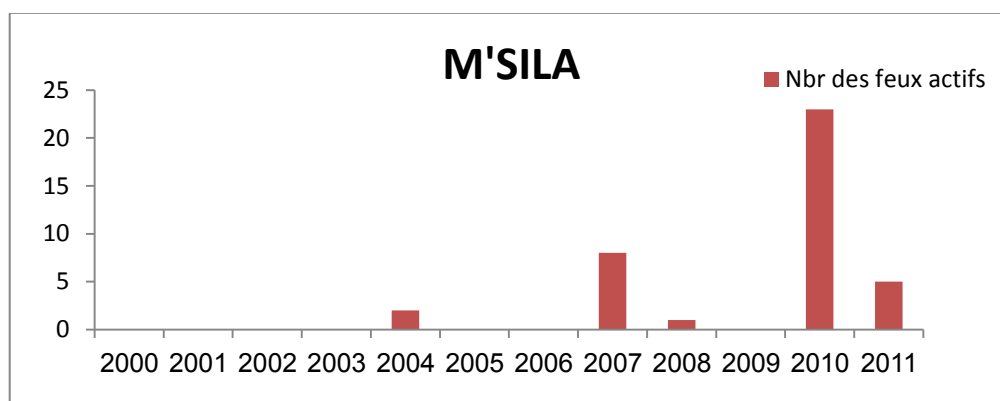
Source : nos résultats

Figure 30 . Répartition des feux actifs de la wilaya de BISKRA (2000-2011).



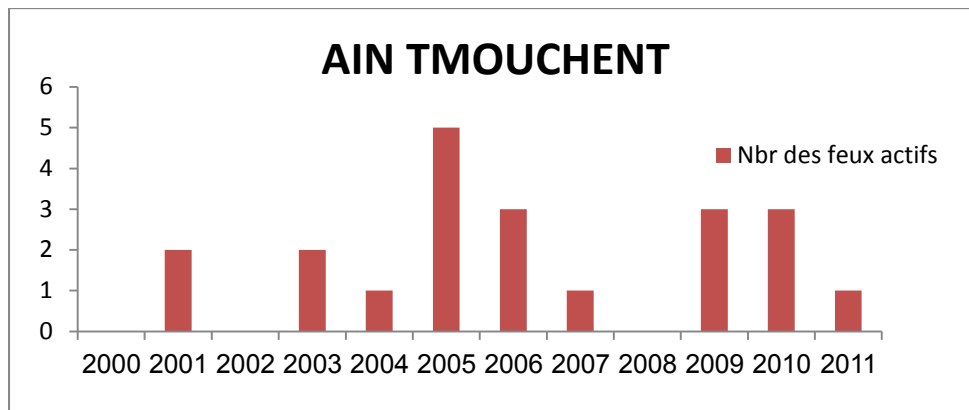
Source : nos résultats

Figure 31 . Répartition des feux actifs de la wilaya de MILA (2000-2011).



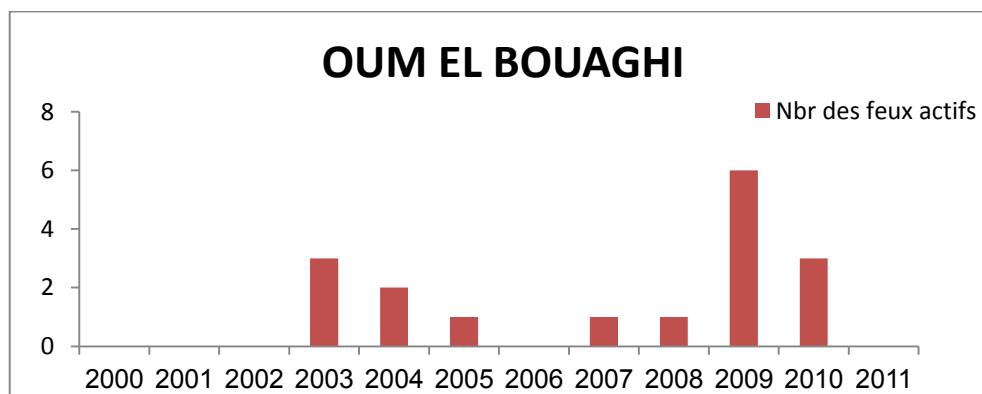
Source : nos résultats

Figure 32 . Répartition des feux actifs de la wilaya de M'SILA (2000-2011).



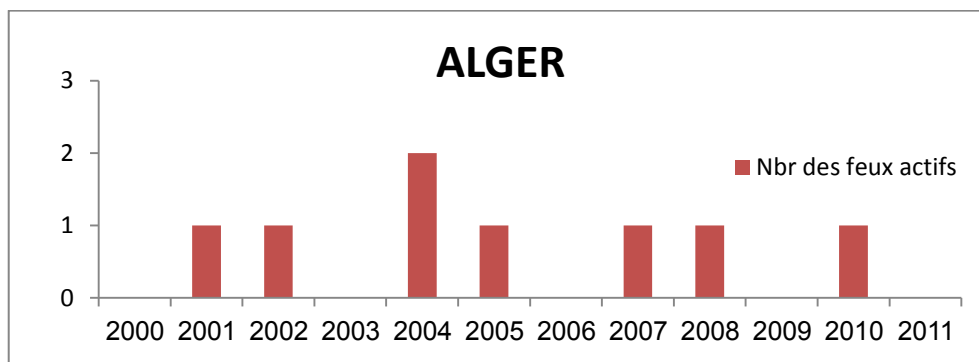
Source : nos résultats

Figure 33 . Répartition des feux actifs de la wilaya de AIN TMOUCHENT (2000-2011).



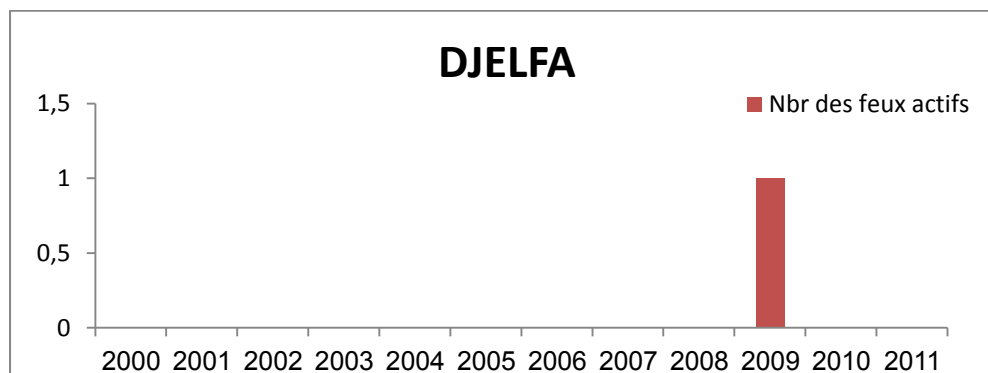
Source : nos résultats

Figure 34 . Répartition des feux actifs de la wilaya de OUM EL BOUAGHI (2000-2011).



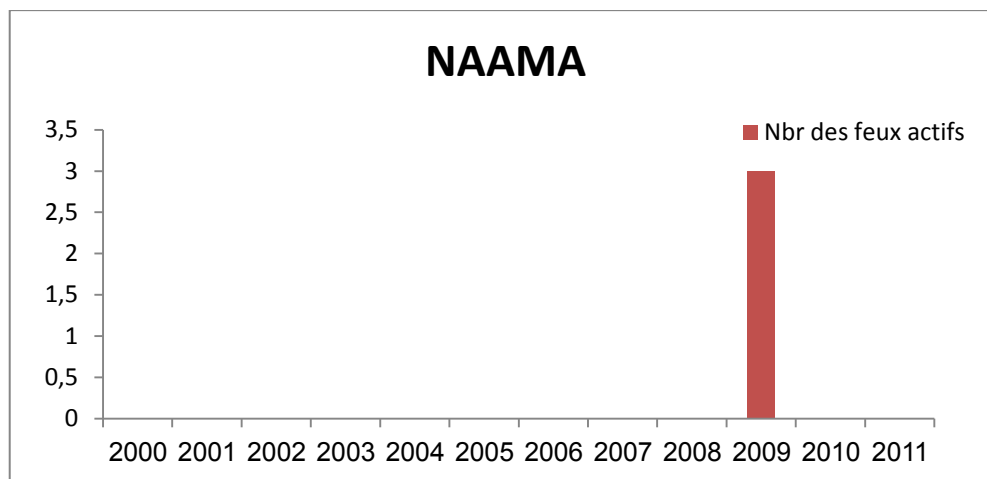
Source : nos résultats

Figure 35 . Répartition des feux actifs de la wilaya de ALGER (2000-2011).



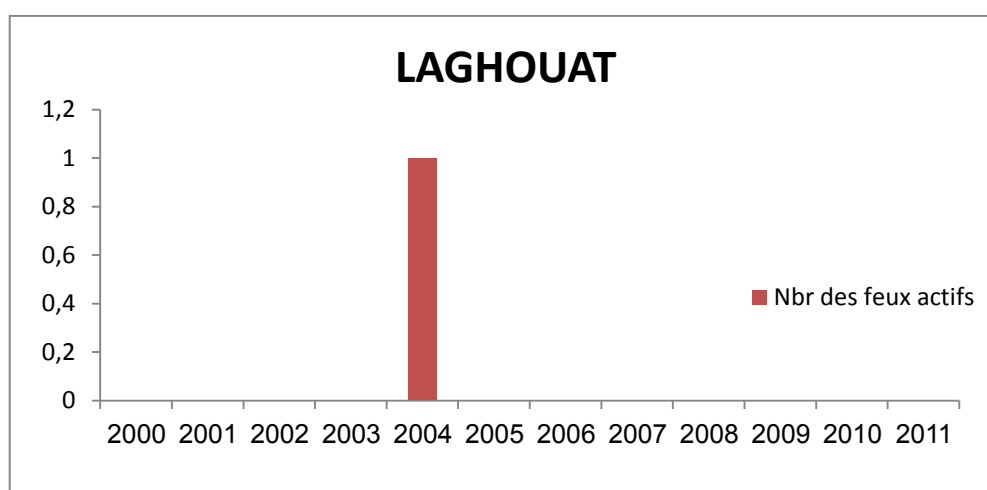
Source : nos résultats

Figure 36 . Répartition des feux actifs de la wilaya de DJELFA (2000-2011).



Source : nos résultats

Figure 37 . Répartition des feux actifs de la wilaya de NAAMA (2000-2011).



Source : nos résultats

Figure 38 . Répartition des feux actifs de la wilaya de LAGHOUAT (2000-2011).

ANNEXE 2:

**Répartition des feux actifs par wilaya, année et
par saison.**

Tableau 1. Répartition des feux actifs par wilaya, année et par saison depuis 2000-2011 (Automne).

Wilaya	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
AIN-DEFLA	0	0	11	0	20	9	24	9	5	7	16	0
A.TEMOUCHENT	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
ALGER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ANNABA	0	5	2	3	1	2	25	5	24	0	1	0
BATNA	0	0	0	0	0	1	0	0	5	0	0	0
BEJAIA	0	5	11	0	61	6	178	3	30	2	43	0
BISKRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
BLIDA	0	1	0	1	14	3	42	0	2	0	24	0
B. B. ARRERIDJ	0	0	0	0	6	0	2	0	0	0	6	0
BOUIRA	0	0	0	0	8	13	8	3	9	10	19	0
BOUMERDES	0	0	0	0	21	3	21	3	14	1	6	0
CHLEF	0	0	0	0	11	1	35	0	0	5	2	0
CONSTANTINE	0	0	0	0	24	5	1	2	2	3	22	0
DJELFA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
EL-TARF	0	0	0	2	4	0	18	0	170	0	6	0
GUELMA	0	1	0	0	7	11	22	0	10	1	21	0
JIJEL	0	1	3	1	29	42	27	5	10	3	15	0
KHENCHELA	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0
LAGHOUAT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M'SILA	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4	0
MASCARA	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	6	0
MEDEA	0	2	0	1	12	3	9	10	8	1	35	0
MILA	0	0	0	1	1	1	0	2	0	0	9	0
NAAMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ORAN	2	22	11	11	13	40	21	10	12	19	19	0
O. EL BOUAGHI	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	1	0
RELIZANE	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0
SAIDA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
SETIF	0	0	8	0	5	0	3	1	6	0	7	0
SIDI BEL ABBES	0	3	0	0	1	0	1	0	0	2	7	0
SKIKDA	4	5	26	20	29	33	50	14	62	24	108	0
SOUK-AHRAS	0	0	0	0	1	0	4	2	7	1	6	0
TEBESSA	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	6	0
TIARET	0	0	0	0	2	0	3	0	0	1	1	0
TIPAZA	0	0	0	0	12	10	20	1	7	4	3	0
TISSEMSILT	0	1	7	3	6	1	0	3	0	1	1	0
TIZI OUZOU	0	1	2	1	68	8	115	3	28	3	16	0
TLEMCEN	0	0	1	16	20	12	0	0	8	1	6	0
S/TOTAL	6	47	82	63	381	213	629	78	419	97	418	0
TOTAL	2433											

Source : nos résultats

Tableau 2. Répartition des feux actifs par wilaya, année et par saison depuis 2000-2011 (Eté).

Wilaya	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
AIN-DEFLA	0	30	66	54	139	128	48	277	98	196	91	87
AIN-TEMOUCHENT	0	2	0	1	1	5	3	1	0	3	2	1
ALGER	0	1	1	0	2	1	0	1	1	0	1	0
ANNABA	0	7	9	83	7	5	43	59	67	3	13	4
BATNA	0	18	0	7	8	42	2	186	23	191	72	1
BEJAIA	0	8	5	34	16	83	22	162	29	101	94	1
BISKRA	0	0	0	0	0	2	0	2	0	73	3	0
BLIDA	0	31	10	22	13	69	4	478	71	132	51	0
B.B.ARRERIDJ	0	0	0	1	1	10	6	10	18	171	120	4
BOUIRA	0	7	10	20	36	129	139	72	124	120	86	1
BOUMERDES	0	9	7	5	6	16	9	84	8	24	29	0
CHLEF	0	15	3	11	33	6	3	20	20	10	17	0
CONSTANTINE	0	0	0	29	26	11	6	46	34	7	15	3
DJELFA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EL-TARF	0	4	78	47	5	30	21	203	99	1	18	4
GUELMA	0	5	13	21	10	23	16	83	44	8	10	1
JIJEL	0	6	8	96	23	133	118	408	16	57	19	2
KHENCHELA	0	5	5	3	0	2	0	1	9	203	1	0
LAGHOUAT	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
M'SILA	0	0	0	0	0	0	0	8	1	0	19	5
MASCARA	0	9	0	113	11	12	27	21	2	6	32	0
MEDEA	0	96	39	24	75	270	28	142	147	74	94	0
MILA	0	0	0	2	20	8	0	23	1	5	8	1
NAAMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
ORAN	0	20	33	6	41	41	44	18	28	12	23	18
OUM	0	0	0	3	0	1	0	1	1	3	2	0
RELIZANE	0	3	1	27	25	42	2	1	1	2	5	0
SAIDA	0	7	0	80	10	29	5	8	1	18	0	0
SETIF	0	3	0	6	9	27	6	27	9	21	9	2
SIDI BE ABBES	0	35	65	98	21	25	13	51	0	22	9	0
SKIKDA	0	30	18	180	55	91	144	398	94	73	53	12
SOUK-AHRAS	0	5	15	17	0	25	7	32	36	4	50	0
TEBESSA	0	10	0	1	2	21	0	36	16	92	33	3
TIARET	0	25	1	36	22	1	0	6	0	5	41	2
TIPAZA	0	2	5	6	18	52	6	209	4	69	18	1
TISSEMSILT	0	0	12	24	30	108	2	38	17	31	4	10
TIZI OUZOU	0	9	9	46	25	78	33	111	30	41	40	0
TLEMCEN	0	77	33	94	112	88	30	43	6	9	41	0
S /TOTAL	0	479	446	1197	803	1614	787	3266	1055	1790	1123	163
TOTAL	12723											

Source : nos résultats

Tableau 3. Répartition des feux actifs par wilaya, année et par saison depuis 2000-2011 (Hiver).

WILAYA	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
AIN-DEFLA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AIN-TEMOUCHENT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALGER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ANNABA	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
BATNA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BEJAIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BISKRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BLIDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B. B.ARRZRIDJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BOUIRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BOUMERDES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CHLEF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CONSTANTINE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DJELFA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EL-TARF	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
GUELMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JIJEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KHENCHELA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LAGHOUAT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M'SILA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MASCARA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MEDEA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MILA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NAAMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ORAN	1	6	5	6	8	3	10	6	4	13	7	2
OUM EL BOUAGHI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RELIZANE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SAIDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SETIF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SIDI BEL ABBES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SKIKDA	0	2	4	6	3	2	1	2	7	3	7	2
SOUK-AHRAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TEBESSA	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
TIARET	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TIPAZA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TISSEMSILT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TIZI OUZOU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TLEMSEN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S /TOTAL	1	8	9	12	11	6	13	8	12	16	15	4
TOTAL	115											

Source : nos résultats

Tableau 4. Répartition des feux actifs par wilaya, année et par saison depuis 2000-2011 (Printemps).

WILAYA	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
AIN-DEFLA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AIN-TEMOUCHENT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALGER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ANNABA	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
BATNA	0	1	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
BEJAIA	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
BISKRA	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
BLIDA	0	1	0	0	0	0	1	0	2	1	0	0
B.B.ARRERIDJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BOUIRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BOUMERDES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
CHLEF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
CONSTANTINE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DJELFA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EL-TARF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GUELMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JIJEL	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
KHENCHELA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0
LAGHOUAT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M'SILA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MASCARA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
MEDEA	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
MILA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NAAMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ORAN	0	11	8	6	14	9	16	10	10	8	20	5
OUM EL BOUAGHI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RELIZANE	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
SAIDA	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	5	3
SETIF	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SIDI BEL ABBES	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	3	3
SIKIKDA	0	4	1	6	3	3	6	7	4	11	5	7
SOUK-AHRAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TEBESSA	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
TIARET	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TIPAZA	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
TISSEMSILT	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
TIZI OUZOU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TLEMCEN	0	0	0	1	0	0	5	0	0	0	0	0
S /TOTAL	0	19	12	13	18	35	30	22	23	22	38	18
TOTAL	250											

Source : nos résultats

ANNEXE 3:

**Répartition des feux actifs par wilaya, année,
saison et par tranche d'heure.**

Tableau 1. Répartition des feux actifs par wilaya, année et par tranche d'heure (06 h à 10 h) depuis 2000-2011.

WILAYA	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
AIN-DEFLA	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0
AIN-TEMOUCHENT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALGER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ANNABA	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0
BATNA	0	0	0	0	0	1	0	1	1	11	1	0
BEJAIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0
BISKRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
BLIDA	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0
B.B. ARRERIDJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BOUIRA	0	0	0	0	0	5	2	0	0	0	0	0
BOUMERDES	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
CHLEF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CONSTANTINE	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
DJELFA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EL-TARF	0	0	2	1	0	1	0	0	3	0	0	0
GUELMA	0	3	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0
JIJEL	0	0	0	2	0	8	0	0	0	0	0	0
KHENCHELA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0
LAGHOUAT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M'SILA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MASCARA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MEDEA	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
MILA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NAAMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ORAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OUM EL BOUAGHI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RELIZANE	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
SAIDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SETIF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SIDI BEL ABBES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SKIKDA	0	4	2	0	1	3	2	0	1	0	8	0
SOUK-AHRAS	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0
TEBESSA	0	6	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0
TIARET	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TIPAZA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TISSEMSILT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TIZI OUZOU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
TLEMCEEN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S/TOTAL	0	14	5	7	5	28	5	9	7	23	19	0
TOTAL	122											

Source : nos résultats

Tableau 2. Répartition des feux actifs par wilaya, année et par tranche d'heure (10 h à 13 h) depuis 2000-2011.

WILAYA	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
AIN-DEFLA	0	21	57	43	104	74	41	141	45	102	76	49
AIN-TEMOUCHENT	0	2	0	0	0	3	0	1	0	3	0	1
ALGER	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0
ANNABA	0	10	7	69	8	6	52	45	67	2	12	4
BATNA	0	18	0	4	8	35	2	105	24	105	37	0
BEJAIA	0	11	13	24	33	39	130	72	42	71	94	1
BISKRA	0	0	0	0	0	2	0	5	0	45	2	0
BLIDA	0	26	8	4	15	41	23	260	53	96	45	0
B. B. ARRERIDJ	0	0	0	1	7	3	4	8	15	97	90	4
BOUIRA	0	7	9	14	36	71	98	50	113	85	59	0
BOUMERDES	0	9	5	3	16	8	17	49	10	18	19	0
CHLEF	0	15	2	10	21	1	11	12	12	4	10	0
CONSTANTINE	0	0	0	24	48	13	6	33	26	6	25	0
DJELFA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EL-TARF	0	4	41	39	9	27	37	158	220	1	22	4
GUELMA	0	3	10	21	17	30	35	65	53	3	26	1
JIJEL	0	5	7	50	34	92	96	167	21	25	20	0
KHENCHELA	0	5	5	3	0	4	0	1	7	94	2	0
LAGHOUAT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M'SILA	0	0	0	0	2	0	0	7	1	0	11	5
MASCARA	0	9	0	66	5	8	6	15	2	2	9	0
MEDEA	0	90	33	19	50	170	19	88	110	50	75	0
MILA	0	0	0	3	21	9	0	20	0	4	15	1
NAAMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ORAN	0	4	4	4	3	5	7	4	2	5	5	2
OUM EL BOUAGHI	0	0	0	3	2	1	0	1	1	6	2	0
RELIZANE	0	3	0	13	12	33	1	0	1	1	1	0
SAIDA	0	6	0	57	6	33	5	7	1	9	5	2
SETIF	0	3	9	6	14	17	6	23	5	17	10	2
SIDI BEL ABBES	0	38	50	64	11	16	4	20	0	6	13	0
SKIKDA	0	13	19	126	62	83	158	264	123	44	91	2
SOUK-AHRAS	0	5	12	17	1	23	11	30	35	5	52	0
TEBESSA	0	2	0	2	2	15	0	23	17	54	26	3
TIARET	0	22	1	17	12	1	0	1	0	6	16	2
TIPAZA	0	4	5	2	18	27	5	109	3	23	12	0
TISSEMSILT	0	1	14	19	18	50	1	16	10	18	3	3
TIZI OUZOU	0	7	11	11	65	55	90	59	30	29	32	0
TLEMCEN	0	71	24	30	53	39	12	13	11	3	19	0
S/TOTAL	0	415	347	768	714	1035	877	1873	1060	1039	937	86
TOTAL	9151											

Source : nos résultats

Tableau 3. Répartition des feux actifs par wilaya, année et par tranche d'heure (13 h à 16 h) depuis 2000-2011.

WILAYA	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
AIN-DEFLA	0	0	12	6	32	54	28	119	50	86	31	38
A.TEMOUCHENT	0	0	0	2	1	2	3	0	0	0	3	0
ALGER	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ANNABA	0	0	1	5	0	0	5	13	8	0	2	0
BATNA	0	0	0	0	0	6	0	41	7	40	6	0
BEJAIA	0	0	2	4	14	23	12	51	5	10	29	0
BISKRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0
BLIDA	0	0	1	0	0	14	4	139	21	16	30	0
B.B.ARRERIDJ	0	0	0	0	0	0	3	2	0	64	25	0
BOUIRA	0	0	0	3	8	54	46	25	19	34	40	1
BOUMERDES	0	0	1	2	7	7	3	35	5	8	14	0
CHLEF	0	0	0	1	17	4	7	5	5	11	8	0
CONSTANTINE	0	0	0	4	2	1	1	12	6	4	10	3
DJELFA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
EL-TARF	0	0	19	1	0	3	2	32	43	0	1	0
GUELMA	0	0	1	0	0	1	3	11	1	6	1	0
JIJEL	0	0	3	10	4	22	25	70	2	3	11	0
KHENCHELA	0	0	0	0	0	0	0	0	2	32	0	0
LAGHOUAT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M'SILA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
MASCARA	0	0	0	41	7	6	20	2	0	4	29	0
MEDEA	0	0	6	6	29	84	18	45	44	23	53	0
MILA	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	0
NAAMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ORAN	0	0	7	1	5	10	10	3	5	4	2	3
OUM EL BOUAGHI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
RELIZANE	0	0	0	10	11	16	1	0	0	1	4	0
SAIDA	0	0	0	23	4	3	0	1	0	9	1	1
SETIF	0	0	1	0	0	1	2	0	7	4	6	0
SIDI BEL ABBES	0	0	15	28	11	8	10	22	0	18	6	3
SKIKDA	0	0	0	14	8	22	21	54	13	4	35	0
SOUK-AHRAS	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0	3	0
TEBESSA	0	0	0	0	0	4	0	12	0	10	0	0
TIARET	0	0	0	12	12	0	0	5	0	0	25	0
TIPAZA	0	0	0	0	10	22	5	69	4	31	8	1
TISSEMSILT	0	0	5	8	16	35	1	11	6	10	2	7
TIZI OUZOU	0	0	0	18	12	21	16	44	8	9	17	0
TLEMCEN	0	0	10	77	54	50	21	7	3	6	28	0
S /TOTAL	0	0	84	276	265	473	267	832	271	463	437	57
TOTAL	3425											

Source : nos résultats

Tableau 4. Répartition des feux actifs par wilaya, année et par tranche d'heure (20 h à 00 h) depuis 2000-2011.

WILAYA	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
AIN-DEFLA	0	9	8	2	14	3	3	19	7	10	0	0
AIN-TEMOUCHENT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALGER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ANNABA	0	1	2	4	1	2	11	5	13	1	0	0
BATNA	0	1	0	3	0	1	0	26	0	29	21	0
BEJAIA	0	2	1	4	22	14	41	4	6	8	2	0
BISKRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	1	0
BLIDA	0	7	1	7	1	7	9	40	1	2	0	0
B. B.ARRERIDJ	0	0	0	0	0	4	1	0	0	9	7	0
BOUIRA	0	0	1	1	0	10	1	0	1	10	4	0
BOUMERDES	0	0	1	0	2	3	5	1	7	0	2	0
CHLEF	0	0	1	0	3	1	15	3	3	0	3	0
CONSTANTINE	0	0	0	1	0	0	0	3	2	0	2	0
DJELFA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EL-TARF	0	0	13	6	0	0	0	9	0	0	0	0
GUELMA	0	0	2	0	0	2	0	1	0	0	3	0
JIJEL	0	2	0	16	6	27	19	48	1	7	0	0
KHENCHELA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	50	1	0
LAGHOUAT	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
M'SILA	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	0
MASCARA	0	0	0	3	0	0	1	3	0	0	0	0
MEDEA	0	8	0	0	5	19	0	5	0	2	0	0
MILA	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
NAAMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
ORAN	3	55	38	17	56	74	57	29	34	36	51	14
OUM EL BOUAGHI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RELIZANE	0	0	1	4	2	1	0	1	0	0	0	0
SAIDA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SETIF	0	0	0	0	0	8	1	4	0	0	0	0
SIDI BEL ABBES	0	0	0	4	0	5	0	7	0	0	0	0
SKIKDA	4	24	17	36	11	17	16	48	16	29	24	9
SOUK-AHRAS	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0
TEBESSA	0	2	0	0	0	0	0	3	0	20	6	0
TIARET	0	3	0	7	0	0	1	0	0	0	1	0
TIPAZA	0	0	0	4	0	11	4	12	4	11	1	0
TISSEMSILT	0	0	0	0	2	15	0	12	1	4	0	0
TIZI OUZOU	0	3	0	10	3	5	29	3	16	1	3	0
TLEMCEN	0	6	0	2	14	8	2	12	0	1	0	0
S/TOTAL	7	124	88	131	143	239	216	301	112	244	140	23
TOTAL	1768											

Source : nos résultats

Tableau 5. Répartition des feux actifs par wilaya, année et par tranche d'heure (00 h à 06 h) depuis 2000-2011.

WILAYA	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
AIN-DEFLA	0	0	0	1	7	6	0	7	1	5	0	0
AIN-TEMOUCHENT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALGER	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
ANNABA	0	0	1	6	0	0	1	2	4	0	0	0
BATNA	0	0	0	0	0	0	0	13	1	6	7	1
BEJAIA	0	0	0	2	8	13	19	38	6	14	3	0
BISKRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
BLIDA	0	0	0	12	11	6	11	35	0	19	0	0
B.B.ARRERIDJ	0	0	0	0	0	3	0	0	3	1	4	0
BOUIRA	0	0	0	2	0	2	0	0	0	1	2	0
BOUMERDES	0	0	0	0	2	0	5	2	0	0	0	0
CHLEF	0	0	0	0	3	1	5	0	0	0	0	0
CONSTANTINE	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
DJELFA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EL-TARF	0	0	3	2	0	0	0	4	3	0	1	0
GUELMA	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0
JIJEL	0	0	2	19	8	27	5	128	2	25	3	2
KHENCHELA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0
LAGHOUAT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M'SILA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
MASCARA	0	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0
MEDEA	0	0	0	0	1	3	0	14	1	0	1	0
MILA	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
NAAMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ORAN	0	0	8	7	12	4	17	8	13	7	11	6
OUM EL BOUAGHI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RELIZANE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SAIDA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
SETIF	0	0	0	0	0	1	0	1	3	0	0	0
SIDI BEL ABBES	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0
SIKIDA	0	0	11	36	8	4	4	55	14	34	15	10
SOUK-AHRAS	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0
TEBESSA	0	0	0	0	0	1	0	0	1	5	9	0
TIARET	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
TIPAZA	0	0	0	0	2	3	12	20	0	9	0	0
TISSEMSILT	0	0	0	0	0	10	0	2	0	0	0	0
TIZI OUZOU	0	0	0	8	13	5	13	8	4	5	3	0
TLEMCEN	0	0	0	2	11	3	0	11	0	0	0	0
S/TOTAL	0	0	25	103	86	93	94	359	59	156	61	19
TOTAL	1055											

Source : nos résultats

Tableau 6. Répartition des feux actifs par wilaya, saison et par tranche d'heure (6 h à 10) depuis 2000-2011.

WILAYA	AUTOMNE	ÉTÉ	HIVER	PRINTEMPS
AIN-DEFLA	0	4	0	0
AIN-TEMOUCHENT	0	0	0	0
ALGER	0	0	0	0
ANNABA	0	4	0	0
BATNA	0	15	0	0
BEJAIA	6	3	0	0
BISKRA	0	3	0	0
BLIDA	0	8	0	0
BORDJ BOU ARRERIDJ	0	0	0	0
BOUIRA	0	7	0	0
BOUMERDES	0	1	0	0
CHLEF	0	0	0	0
CONSTANTINE	0	2	0	0
DJELFA	0	0	0	0
EL-TARF	4	3	0	0
GUELMA	0	8	0	0
IJEL	2	8	0	0
KHENCHELA	0	5	0	0
LAGHOUAT	0	0	0	0
M'SILA	0	0	0	0
MASCARA	0	0	0	0
MEDEA	0	2	0	0
MILA	0	0	0	0
NAAMA	0	0	0	0
ORAN	0	0	0	0
OUM EL BOUAGHI	0	0	0	0
RELIZANE	0	1	0	0
SAIDA	0	0	0	0
SETIF	0	0	0	0
SIDI BEL ABBES	0	0	0	0
SKIKDA	9	12	0	0
SOUK-AHRAS	0	3	0	0
TEBESSA	0	11	0	0
TIARET	0	0	0	0
TIPAZA	0	0	0	0
TISSEMSILT	0	0	0	0
TIZI OUZOU	1	0	0	0
TLEMCEN	0	0	0	0
TOTAL	22	100	0	0

Source : nos résultats

Tableau 7. Répartition des feux actifs par wilaya, saison et par tranche d'heure (10 h à 13 h) depuis 2000-2011.

WILAYA	AUTOMNE	ÉTÉ	HIVER	PRINTEMP
AIN-DEFLA	62	691	0	0
AIN-TEMOUCHENT	0	10	0	0
ALGER	0	6	0	0
ANNABA	58	221	0	3
BATNA	5	327	0	6
BEJAIA	201	329	0	0
BISKRA	1	50	0	3
BLIDA	46	522	0	3
B. B.ARRERIDJ	13	216	0	0
BOUIRA	40	502	0	0
BOUMERDES	33	120	0	1
CHLEF	12	84	0	2
CONSTANTINE	47	134	0	0
DJELFA	0	0	0	0
EL-TARF	151	410	1	0
GUELMA	71	193	0	0
JIJEL	82	433	0	2
KHENCHELA	1	117	0	3
LAGHOUAT	0	0	0	0
M'SILA	2	24	0	0
MASCARA	3	118	0	1
MEDEA	51	650	0	3
MILA	12	61	0	0
NAAMA	0	0	0	0
ORAN	12	27	1	5
OUM EL BOUAGHI	6	10	0	0
RELIZANE	6	56	0	3
SAIDA	1	116	0	14
SETIF	20	90	0	2
SIDI BEL ABBES	10	209	0	3
SIKIKDA	222	753	0	10
SOUK-AHRAS	20	171	0	0
TEBESSA	9	131	2	2
TIARET	1	77	0	0
TIPAZA	12	193	0	3
TISSEMSILT	18	134	0	1
TIZI OUZOU	153	236	0	0
TLEMCEEN	28	244	0	3
TOTAL	1409	7665	4	73

Source : nos résultats

Tableau 8. Répartition des feux actifs par wilaya, saison et par tranche d'heure (13 h à 16 h) depuis 2000-2011.

WILAYA	AUTOMNE	ÉTÉ	HIVER	PRINTEMPS
AIN-DEFLA	32	424	0	0
AIN-TEMOUCHENT	2	9	0	0
ALGER	0	1	0	0
ANNABA	3	31	0	0
BATNA	1	99	0	0
BEJAIA	39	111	0	0
BISKRA	0	14	0	0
BLIDA	13	212	0	0
B. B.ARRERIDJ	1	93	0	0
BOUIRA	25	205	0	0
BOUMERDES	18	64	0	0
CHLEF	18	40	0	0
CONSTANTINE	10	33	0	0
DJELFA	1	0	0	0
EL-TARF	42	59	0	0
GUELMA	1	23	0	0
JIJEL	31	119	0	0
KHENCHELA	1	33	0	0
LAGHOUAT	0	0	0	0
M'SILA	4	0	0	0
MASCARA	6	103	0	0
MEDEA	27	281	0	0
MILA	2	3	0	0
NAAMA	0	0	0	0
ORAN	13	26	1	10
OUM EL BOUAGHI	0	1	0	0
RELIZANE	0	43	0	0
SAIDA	1	40	0	1
SETIF	8	13	0	0
SIDI BEL ABBES	4	110	0	7
SKIKDA	48	123	0	0
SOUK-AHRAS	1	9	0	0
TEBESSA	0	26	0	0
TIARET	3	51	0	0
TIPAZA	20	129	0	1
TISSEMSILT	3	98	0	0
TIZI OUZOU	26	119	0	0
TLEMEN	26	227	0	3
TOTAL	430	2972	1	22

Source : nos résultats

Tableau 9. Répartition des feux actifs par wilaya, par saison et par tranche d'heure (20 h à 00 h) depuis 2000-2011.

WILAYA	AUTOMNE	ÉTÉ	HIVER	PRINTEMPS
AIN-DEFLA	6	69	0	0
AIN-TEMOUCHENT	0	0	0	0
ALGER	0	0	0	0
ANNABA	6	31	2	1
BATNA	0	81	0	0
BEJAIA	66	38	0	0
BISKRA	1	11	0	0
BLIDA	12	63	0	0
B. B. ARRERIDJ	0	21	0	0
BOUIRA	5	23	0	0
BOUMERDES	13	8	0	0
CHLEF	17	12	0	0
CONSTANTINE	2	6	0	0
DJELFA	0	0	0	0
EL-TARF	0	28	0	0
GUELMA	1	7	0	0
IJEL	11	115	0	0
KHENCHELA	1	51	0	0
LAGHOUAT	0	1	0	0
M'SILA	0	8	0	0
MASCARA	0	7	0	0
MEDEA	1	38	0	0
MILA	0	2	0	0
NAAMA	0	3	0	0
ORAN	130	189	60	85
OUM EL BOUAGHI	0	0	0	0
RELIZANE	0	9	0	0
SAIDA	0	1	0	0
SETIF	0	13	0	0
SIDI BEL ABBES	0	16	0	0
SKIKDA	60	142	22	27
SOUK-AHRAS	0	4	0	0
TEBESSA	0	30	0	1
TIARET	1	11	0	0
TIPAZA	13	34	0	0
TISSEMSILT	2	32	0	0
TIZI OUZOU	46	27	0	0
TLEMSEN	7	38	0	0
TOTAL	401	1169	84	114

Source : nos résultats

Tableau 10. Répartition des feux actifs par wilaya, saison et par tranche d'heure (00 h à 06 h) depuis 2000-2011.

WILAYA	AUTOMNE	ÉTÉ	HIVER	PRINTEMPS
AIN-DEFLA	1	26	0	0
AIN-TEMOUCHENT	0	0	0	0
ALGER	0	1	0	0
ANNABA	1	13	0	0
BATNA	0	28	0	0
BEJAIA	27	74	0	2
BISKRA	0	2	0	0
BLIDA	16	76	0	2
B. B.ARRERIDJ	0	11	0	0
BOUIRA	0	7	0	0
BOUMERDES	5	4	0	0
CHLEF	7	2	0	0
CONSTANTINE	0	2	0	0
DJELFA	0	0	0	0
EL-TARF	3	10	0	0
GUELMA	0	3	0	0
JIJEL	10	211	0	0
KHENCHELA	0	23	0	0
LAGHOUAT	0	0	0	0
M'SILA	0	1	0	0
MASCARA	0	5	0	0
MEDEA	2	18	0	0
MILA	0	2	0	0
NAAMA	0	0	0	0
ORAN	25	42	9	17
OUM EL BOUAGHI	0	0	0	0
RELIZANE	0	0	0	0
SAIDA	0	1	0	0
SETIF	2	3	0	0
SIDI BEL ABBES	0	4	0	0
SKIKDA	36	118	17	20
SOUK-AHRAS	0	4	0	0
TEBESSA	0	16	0	0
TIARET	2	0	0	0
TIPAZA	12	34	0	0
TISSEMSILT	0	12	0	0
TIZI OUZOU	19	40	0	0
TLEMEN	3	24	0	0
TOTAL	171	817	26	41

Source : nos résultats

ANNEXE 4:

**Répartition des feux actifs par wilaya, saison et
par type de satellite.**

Tableau 1. Répartition des feux actifs par type de satellite (Aqua) depuis 2000-2011.

WILAYA	Automne	Eté	Hiver	Printemps
AIN-DEFLA	68	790	0	0
AIN-TEMOUCHENT	2	12	0	0
ALGER	0	5	0	0
ANNABA	42	165	0	3
BATNA	4	303	0	5
BEJAIA	173	366	0	2
BISKRA	1	45	0	2
BLIDA	48	513	0	2
BORDJ BOU ARRERIDJ	10	225	0	0
BOUIRA	44	483	0	0
BOUMERDES	38	126	0	1
CHLEF	27	70	0	0
CONSTANTINE	44	117	0	0
DJELFA	1	0	0	0
EL-TARF	142	362	0	0
GUELMA	51	162	0	0
IJEL	93	601	0	1
KHENCHELA	1	120	0	2
LAGHOUAT	0	0	0	0
M'SILA	4	15	0	0
MASCARA	7	153	0	0
MEDEA	46	570	0	0
MILA	11	46	0	0
NAAMA	0	0	0	0
ORAN	43	80	11	28
OUM EL BOUAGHI	3	9	0	0
RELIZANE	2	59	0	3
SAIDA	2	78	0	5
SETIF	23	77	0	0
SIDI BEL ABBES	6	164	0	9
SIKIKDA	214	729	17	27
SOUK-AHRAS	18	118	0	0
TEBESSA	7	110	2	0
TIARET	5	70	0	0
TIPAZA	39	244	0	1
TISSEMSILT	8	156	0	0
TIZI OUZOU	122	289	0	0
TLEMEN	46	289	0	4
S /TOTAL	1395	7721	30	95
TOTAL	9241			

Source : nos résultats

Tableau 2. Répartition des feux actifs par type de satellite (Terra) depuis 2000-2011.

WILAYA	Automne	Eté	Hiver	Printemps
AIN-DEFLA	33	424	0	0
AIN-TEMOUCHENT	0	7	0	0
ALGER	0	3	0	0
ANNABA	26	135	2	1
BATNA	2	247	0	1
BEJAIA	166	189	0	0
BISKRA	1	35	0	1
BLIDA	39	368	0	3
BORDJ BOU ARRERIDJ	4	116	0	0
BOUIRA	26	261	0	0
BOUMERDES	31	71	0	0
CHLEF	27	68	0	2
CONSTANTINE	15	60	0	0
DJELFA	0	0	0	0
EL-TARF	58	148	1	0
GUELMA	22	72	0	0
JIJEL	43	285	0	1
KHENCHELA	2	109	0	1
LAGHOUAT	0	1	0	0
M'SILA	2	18	0	0
MASCARA	2	80	0	1
MEDEA	35	419	0	3
MILA	3	22	0	0
NAAMA	0	3	0	0
ORAN	137	204	60	89
OUM EL BOUAGHI	3	2	0	0
RELIZANE	4	50	0	0
SAIDA	0	80	0	10
SETIF	7	42	0	2
SIDI BEL ABBES	8	175	0	1
SKIKDA	161	419	22	30
SOUK-AHRAS	3	73	0	0
TEBESSA	2	104	0	3
TIARET	2	69	0	0
TIPAZA	18	146	0	3
TISSEMSILT	15	120	0	1
TIZI OUZOU	123	133	0	0
TLEMCEN	18	244	0	2
S/TOTAL	1038	5002	85	155
TOTAL	6280			

Source : nos résultats