

Institut des Gestions et Techniques Urbain

Département d'Aménagement des ville et Urbanisation

MEHmed
MEDITERRANEAN ENVIRONMENTAL
CHANGE MANAGEMENT
MASTER STUDY & ECOSYSTEM BUILDING

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Coordinators



mastermehmed@gmail.com
www.mastermehmed.com

PROJECT NUMBER: 666666-EPP-2-2019-3-ES-EPPKA5-IP1-SOC-IN

Partners



N° d'ordre :.... .

Série :.... .

Mémoire élaboré en vue de l'obtention du diplôme

Filière : Gestion des technologies urbaines

Spécialité : Gestion du changement environnemental en méditerranée

Titre :

**CARTOGRAPHIE ET SUIVI SPATIOTEMPORELLE DES
INCENDIES DE FORETS EN ALGERIE PAR L'UTILISATION
DE LA PLATEFORME CLOUD GOOGLE EARTH ENGINE**

-CAS ETUDE FEU DE FORETS BOUSGUENE 2021-

Présenté par : Mr. **HAMDOUCHE Mourad**

- **Encadreur:** Mr. KHALED Foudil, Salah BOUBNIDER, UC3
- **Co-Encadreur:** Dr.MOSTEPHAOUI Tewfik,

Jury :

- **Président :** Dr. BOULAHIA Latifa
- **Examineur :** Dr. Anouar BOUCHEHAM
- **Encadreur :** Mr. KHALED Foudil
- **Co-encadreur :** Dr. MOSTEPHAOUI Toufik
- **Invité :** Dr. BOUZEKRI Abdelhafid

Année Universitaire 2021/2022.

Table des matières

Remerciements	1
Table des matières	2
Table des illustrations.....	5
Introduction générale.....	9
Chapitre I : GENERALITE SUR LES FEUX DE FORETS.....	11
1. Définitions des concepts	11
1.1 Pyrologie forestière	11
1.2 Le feu	11
1.3 L'incendie	11
1.4 L'Éclosion	12
1.5 L'Inflammabilité.....	12
1.6 La Propagation.....	13
1.7 Le mécanisme de propagation :	13
1.8 Inflammation.	13
1.9 La Combustibilité.....	14
2. Facteurs influençant la propagation des incendies de forêts	14
2.1 Les combustibles	14
2.2 Teneur en eau.....	14
2.3 Composition chimique.....	15
2.4 Les facteurs atmosphériques	15
2.4.1 Conditions avant l'incendie : climat et paysage.....	15
2.4.1.1. Précipitations et feux de forêt.....	15
2.4.1.2. Température et feux de forêt.....	15
2.4.1.3. Humidité du sol et incendies de forêt	16
2.4.1.4. Humidité et feux de forêt	17
2.4.1.5. Vents et feux de forêt.....	17
2.4.1.1. Temps d'incendie.....	17
2.4.1.2. Changement climatique et feux de forêt	18
2.4.2 Conditions avant l'incendie : paysage et végétation.....	18
2.4.1.1. Topographie : Altitude.....	18
2.4.1.2. Topographie : Pente	19
2.4.1.3. Topographie : Exposition	19
2.4.1.4. Caractéristiques topographiques	20
2.4.1.5. Type et étendue de la végétation.....	20

2.4.1.6.	Stade et état de la végétation	21
2.4.1.7.	Humidité de la végétation	22
2.4.1.8.	Structure de la végétation	23
2.4.1.9.	Hauteur de la canopée	23
2.4.1.10.	La densité du couvert végétal	23
3.	Les causes des incendies	24
3.1	Les causes naturelles.....	24
3.2	Les causes anthropiques	24
4.	Conséquences des incendies sur l'écosystème forestier	25
4.1	Impact sur la végétation et les animaux.....	25
4.2	Impact sur le sol forestier.....	26
4.3	Impact sur la microfaune et la microflore	26
4.4	Conséquences hydrologiques des incendies de forêt.....	27
4.5	Conséquences sur l'homme	27
4.6	Conséquences sur les paysages.....	27
4.7	Conséquences sur l'environnement.....	27
Chapitre II : Le feu de forêt dans la région méditerranéenne.....		29
1.	Feux de forêts en 2020.....	30
2.	Surfaces brûlées dans la région méditerranéenne	30
3.	Domages causés à Natura2000 et à d'autres sites protégés	35
4.	Moyen-Orient et Afrique du Nord.....	37
5.	Feux de forêts en Algérie.....	41
Chapitre III : Feux de forêts wilaya Tizi-Ouzou		45
1.	Présentation de la Wilaya.....	45
1.1	Découpage administratif	45
1.2	Relief.....	46
1.3	Géologie.....	47
1.4	Hydrographie.....	47
1.5	Climat.....	48
1.5.1	Caractéristiques bioclimatiques	49
1.6	Végétation	49
1.7	Occupation du sol.....	50
1.8	Population	51
2.	Présentation du secteur des forêts de la Wilaya.....	53
2.1	Consistance du patrimoine naturel	53
2.2	Répartition des superficies forestières : Daira Bousgeune et nature juridique	55

3.	Répartition de la superficie forestière par essence	58
4.	Principales forêts de la daïra de Bouzeguene (surface totale et états actuels)	59
Chapitre IV : Apport des SIG et TLD dans la gestion des feux de forêts.....		64
1.	La télédétection.....	64
1.1	Télédétection passive.....	65
1.2	Télédétection active	65
1.3	La télédétection spatiale	65
1.4	Principe de la télédétection spatiale	65
-	Le volet géo data base– catalogue	67
-	Le volet géo visualisation - carte	67
-	Le volet Géo traitement – boîte à outils.....	67
2.	Les feux de forêts et les SIG.....	68
3.	Les feux de forêts et la télédétection.....	69
4.	Google Earth Engine	71
5.	JavaScript et Python	71
5.1	L'utilisation du JavaScript et Python dans Machine Learning et Deep Learning.....	71
6.	Données utilisées, méthodologie et résultats.....	73
6.1	Données utilisées	73
7.	Méthodologie, résultats et discussions.....	73
7.1	Suivi et détection des zones brûlées sur la plateforme Google Earth Engine (GEE)	73
7.2	Cartographie des zones brûlées par caractérisation de la sévérité des feux de forêts en utilisant l'indice NBR :	75
7.3	La cartographie des zones brûlées en utilisant l'indice NDVI	80
Conclusion		90
Bibliographie.....		91
Résumé.....		94

Résumé

Les feux de forêt représentent un risque majeur pour de nombreux pays dans le monde. Outre les pertes de vie humaines, ils occasionnent des dégâts environnementaux et économiques, dont l'étude exige de disposer de données appropriées (hard Word, logiciel, images satellites de bonne résolution spatiale et temporelle et des données terrain) pour suivre le changement spatiotemporel et pour répondre à un besoin urgent. La modélisation de cette complexité contraint de localiser, d'identifier et cartographier les feux de forêt et des éléments de l'espace susceptibles de décrire la réalité du terrain (sols, occupation du sol, morphologie du terrain, etc.) et de distinguer le changement avec suffisamment de précision. La modélisation du feu de forêt se fait par des méthodes mathématiques comme l'indice de brûlure (BI) et de sévérité (Δ NBR) Δ NBR (Prefire NBR et Postfire NBR) qui sont appliqués dans plusieurs zones d'études sur des images sentinel 2 /Landsat. Par ailleurs, une nouvelle manière de modélisation développée par la plateforme Google Earth Engine (GEE), utilisée par de nombreux chercheurs à travers le monde pour des études d'urgence. Cette technique utilise les mêmes équations mathématiques et bien d'autres afin de répondre à la prise de décision pour les différents acteurs. Nous avons réalisé cette étude pour suivre les feux de forêt d'aout 2021 sur la daïra de Bouzguen dans la wilaya de Tizi Ouzou. Notre travail s'inscrit dans cette problématique de conception d'un système qui permet de modéliser les feux de forêt par de simples règles et d'une manière rapide et interactive afin de faciliter la prédiction, la surveillance, le suivi spatiotemporel des feux et leur comportement. En d'autres termes, ce travail est le début de la proposition d'un modèle qui permet d'expliquer l'évolution des feux et de prévoir leur futur. Le GEE semble répondre à cette complexité, c'est un environnement de développement interactif et adapté. Un de ces avantages est de pouvoir faire des traitements sur des images directement de différentes résolutions issues de plusieurs satellites sur un serveur nuagique (Cloud) sans avoir à les télécharger sur un ordinateur. Cette plateforme rend simple la manipulation des bases de données. L'utilisateur a la possibilité d'exporter le résultat de ses traitements sous différents formats (CSV par exemple ou .shp).

Mots clés : feux de forêt, risque majeur, modélisation, analyse de changement, spatiotemporel, GEE.

ملخص:

تشكل حرائق الغابات خطرًا كبيرًا للعديد من البلدان حول العالم. بالإضافة إلى الخسائر في الأرواح البشرية، فإنها تسبب أضرارًا بيئية واقتصادية، تتطلب دراستها توفر البيانات المناسبة (حواسيب ذات معالجات قوية، برمجيات، وصور الأقمار الصناعية ذات الدقة المكانية والزمانية العالية والبيانات الميدانية) هذا لمتابعة التغيير المكاني والزمني للحريق، ولتلبية الحاجة الملحة لمتابعته.

تتطلب نمذجة هذا التعقيد تحديد موقع حرائق الغابات والعناصر المكانية التي يحتمل أن تصف واقع التضاريس وتحديد ورسم خرائط لها (التربة، والغطاء النباتي، ومورفولوجيا التضاريس، وما إلى ذلك) وتمييز التغيير بدقة كافية.

نمذجة و حساب مساحة حرائق الغابات بالطرق الرياضية مثل مؤشر الحرق (BI) ومؤشر الشدة (ΔNBR) و (NBR) قبل (NBR) بعد والتي يتم تطبيقها في العديد من مناطق الدراسة على مرئيات الصور القمر الصناعي سونتينال 2 / لاندسات.

بالإضافة إلى ذلك، هناك طريقة جديدة للنمذجة وحساب المساحة تم تطويرها بواسطة منصة Google Earth Engine (GEE) والتي يستخدمها العديد من الباحثين حول العالم لدراسات الطوارئ. تستخدم هذه التقنية نفس المعادلات الرياضية والعديد من المعادلات الأخرى للإجابة على عملية اتخاذ القرار لمختلف الجهات الفاعلة. وقد استخدمنا في دراستنا هذه التقنية لمتابعة حرائق الغابات اوت 2021 في منطقة بوزقن بولاية تيزي وزو. عملنا هذا هو جزء من معالجة إشكالية وتصميم نظام تفاعلي يجعل من الممكن نمذجة وحساب مساحة حرائق الغابات بقواعد بسيطة وبطريقة سريعة وتفاعلية من أجل تسهيل التنبؤ والرصد والمراقبة الزمانية المكانية للحرائق وسلوكها. بمعنى آخر، هذا العمل هو بداية لاقتراح نموذج يجعل من الممكن شرح تطور الحرائق ومتابعة إنتشاره.

يبدو ان منصة الخادم السحابي GEE (Cloud) يستجيب لهذا التعقيد، فهو بيئة تطوير تفاعلية وسهلة الاستخدام. تتمثل إحدى هذه المزايا في القدرة على معالجة المرئيات بدقة مختلفة من عدة أقمار صناعية على خادم سحابي (Cloud) دون الحاجة إلى تنزيلها على جهاز كمبيوتر. هذا النظام الأساسي يجعل من السهل التعامل مع قواعد البيانات. يمكن للمستخدم تصدير نتيجة معالجته بصيغ مختلفة (CSV) أو (shp) على سبيل المثال.

الكلمات المفتاحية: حرائق الغابات، المخاطر الكبرى، النمذجة، تحليل التغيير، الزماني والمكاني، الخادم السحابي. (GEE)

Abstract:

Forest fires represent a major risk for many countries in the world. In addition to the loss of human life, they cause environmental and economic damage, whose study requires appropriate data (hard Word, software, satellite images of good spatial and temporal resolution and field data) to monitor the spatiotemporal change is to meet an urgent need. Modeling this complexity requires locating, identifying and mapping wildfires and spatial elements that can describe the reality of the terrain (soils, land use, terrain morphology, etc.) and distinguish the change with sufficient accuracy.

The modeling of forest fire by mathematical methods such as the Burn Index (BI) and Severity Index (NBR) NBR (Prefire NBR and Postfire NBR) which are applied in several study areas on sentinel 2 /Landsat images. In addition, a new way of modeling developed by the Google Earth Engine (GEE) platform, used by many researchers around the world for emergency studies. This technique uses the same mathematical equations and many others to meet the decision making for different actors. It was carried out to monitor the forest fires of 2021 on the daira of Bouzguen in the wilaya of Tizi Ouzou. Our work is part of this problematic of designing a system that allows modeling forest fires by simple rules and in a fast and interactive way in order to facilitate the prediction, monitoring, spatiotemporal monitoring of fires and their behavior. In other words, this work is the beginning of proposing a model to explain the evolution of fires and to predict their future.

The GEE seems to answer this complexity, it is an interactive and user-friendly development environment. One of its advantages is to be able to process images of different resolutions directly from several satellites on a cloud server without having to download them on a computer. This platform makes it easy to manipulate the databases. The user has the possibility to export the result of his treatments in different formats (CSV for example or shp).

Key words: forest fires, major risk, modeling, change analysis, spatiotemporal, GEE.