

MEDITERRANEA

SERIE DE ESTUDIOS BIOLÓGICOS

2009 Época II N° 20



COMITÉ EDITORIAL:

G.U. CARAVELLO
S.G. CONARD
A. FARINA
A. FERCHICHI
L. TAIQUI



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Departamento de Ecología. Facultad de Ciencias

COMITÉ CIENTÍFICO:

S. G. CONARD. USDA Forest Service. Riverside. U.S.A.
A. FARINA. Lab. Ecología del Paisaje. Museo Historia Natural. Aulla. Italia.
A. FERCHICHI. I.R.A. Medenine. Túnez.
G.U.CARAVELLO. Istituto di Igiene. Università di Padova. Italia.
L. TAÏQUI. Université Abdelmalek Essaâdi. Tetuán. Marruecos.

COMITÉ EDITORIAL:

V. Peiró, J. Martín, G. López, E. Seva.

DIRECCIÓN:

Eduardo Seva. Dep. Ecología. Fac. de Ciencias. Universidad de Alicante.

SECRETARÍA:

Germán López. Dep. Ecología. Universidad de Alicante.

EDITA:

Servicio de Publicaciones. Universidad de Alicante.
<http://publicaciones.ua.es>

CORRESPONDENCIA:

Departamento de Ecología. Fac. de Ciencias. Universidad de Alicante.
Ap. 99 - 03080 Alicante. España.
Teléfono de Secretaría: +34965903400, ext 2255
Fax: Rev. Mediterránea. Dep. Ecología. 96/5903464

I.S.S.N.: 0210-5004
Depósito Legal: A-1059-1984

Edición electrónica:



Notas para los autores

Los trabajos versarán sobre aspectos de ecología, recursos naturales, paisaje, gestión ambiental, en los ecosistemas de bioma mediterráneo.

Los manuscritos mecanografiados a doble espacio y por una sola cara se enviarán a la dirección del **Departamento de Ecología de la Universidad de Alicante, Ap. 99 (03080 Alicante, España) —Revista Mediterránea—**. Los autores deberán enviar original y dos copias, así como en disquette compatible en programas de tratamiento de texto WORD.

LENGUA: Redactados en español, inglés, francés o italiano.

NOMBRE DE AUTORES: Apellidos y nombres sin abreviaciones.

DIRECCIÓN: Dirección profesional (Organización, Centro de Investigación, Universidad,...) teléfono, telefax, dirección electrónica.

TÍTULO: conciso y completo, sin abreviaciones (max. 60 espacios).

RESÚMEN: Después del título, un resumen en inglés y otro en francés, de 1500 espacios como máximo, independientemente de la lengua utilizada en el texto del trabajo

PARÁGRAFOS: El manuscrito debe respetar el siguiente orden: (contenido) introducción sin título, párrafos con títulos cortos (max. 50 espacios), conclusiones, agradecimientos (si procede), referencias bibliográficas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS: Obligatorias para las publicaciones citadas en el texto, que irán en mayúscula. Las referencias de información no publicada (informes, comunicación personal...) se incluyen en el texto entre paréntesis. La bibliografía se presentará según los modelos siguientes:

GOSZ, J.R. and SHARPE, J.H. 1989. Broad-scale concepts for interactions of climate, topography, and biota and biome transitions. *Landscape Ecology* 3:229-243.

PIANKA, E. 1986. *Ecology and natural history of desert lizards*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey.

GOLDSMITH, V. 1979. Coastal dunes. In: R.A. Davis (ed.), *Coastal sedimentary environments*. New York:Springer-Verlag.

CORRECCIÓN DE PRUEBAS: Será realizada por la redacción de la revista, aunque los autores deben enviar un texto muy claro y definitivo. Si se hallan deficiencias notorias en el texto, el trabajo será remitido a los autores de inmediato.

TABLAS: Cada tabla en página por separado, numeradas siguiendo el orden de aparición en el texto y llevarán leyenda. El método de escritura admitido puede ser WORD o EXCEL.

GRÁFICAS y DIBUJOS: Presentados en papel blanco no reciclado, exclusivamente en blanco y negro. Las láminas en color deberán ser costeadas por los autores. Gráficas y dibujos deben ser presentados de forma que, modificando su dimensión, no se vea modificada su comprensión. Deberán acompañar las leyendas al gráfico, suficientemente grandes e incluidas en la caja del mismo. Es obligatorio acompañar archivo en disco compatible y formato TIF o JPGE.

ILUSTRACIONES: Las fotografías, separadas del texto, con leyenda y número de orden, posición en el texto, etc.

NOTAS: Excepcionalmente se incluirán notas a pie, pero éstas deben ir en hojas separadas y debidamente numeradas.

EXTENSIÓN: El texto comprenderá una extensión de 5 (min.) a 25 (max.) páginas mecanografiadas. El número de gráficos, dibujos y fotografías debe ser proporcional al tamaño del texto.

La dirección de la revista se reserva el derecho de revisar los trabajos presentados con el fin de adaptarlos a la publicación.

<http://publicaciones.ua.es>

Notes for the authors

SUBJECTS

Ecology

Natural Resources

Landscape

Environmental Management

Manuscripts typed on duplicate on one side of the sheet only, should be sent to the magazine direction: **Mediterranea. S.E.B.Dep. Ecologia. Universidad de Alicante. Ap. 99 (03080 Alicante) Spain.** All authors are kindly requested to send their papers in writing, but namely on MS DOS/IBM compatible disks, using WORD program. Every paper should conform to the following rules:

LANGUAGE: Spanish, English, French or Italian.

NAME OF THE AUTHORS: Preceded by the full first name without abbreviations.

ADDRESS: Institutional address of author(s) (Institutions, Research Centre, University), telephone, fax, electronic adress..

TITLE: Concise but detailed enough, without abbreviations (max. 60 strokes).

ABSTRACTS: In English and French, whatever it might be the language of the paper. The lenght should not exceed 1500 strokes.

PARAGRAPHS: Should be arranged as follows: (contents) introduction without title, paragraphs with short titles (max. 50 strokes), conclusions, acknowledgments (if required), references.

REFERENCES: Should include only publications mentioned in the text. References to unpublished informations (reports, personal communications, etc.) should be included between parentheses in the text. The bibliography should be presented in conformity with the following patterns: GOSZ, J.R. and SHARPE, J.H. 1989. Broad-scale concepts for interac-

tions of climate, topography, and biota and biome transitions. *Landscape Ecology* 3:229-243.

PIANKA, E. 1986. *Ecology and natural history of desert lizards*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey.

GOLDSMITH, V. 1979. Coastal dunes. In: R.A. Davis (ed.), *Coastal sedimentary environments*. New York:Springer-Verlag.

CORRECTIONS TO THE PROOF: Will be done by the editorial staff. Authors are kindly requested to submit a clear and final paper.

TABLES: Each table should be on a separate sheet, numbered consecutively, with a legend. The writing method admitted is WORD, EXCEL..

GRAPHICS AND DRAWINGS: Separated from the text, should be lettered on white or glossy paper, in black and white in compatible disks TIF or JPGE format. They should be clearly "constructed", with sufficiently big letters within the block of the graph.

ILLUSTRATIONS: Photographs should be numbered and lettered.

NOTES: They should be numbered and referred to in the text. They should be compiled on separate sheets.

LENGHT: Preferably between 5 (min.) and 25 (max.) typed pages. The number of illustrations, tables and graphs should be proportional to the lenght of the text.

The articles are reviewed by the editorial staff to be conformed for their publication.

<http://publicaciones.ua.es>

**M. KHADER, K. BENABDELI, K. MEDERBAL,
Y. FEKIR, R. GUEDDIM ET B. MEKKOUS**

**Etude du risque incendie à l'aide de la
géomatique : cas de la forêt de Nesmoth
(Algérie)**

Índice

Portada	
Créditos	
Résumé	10
Summary	11
Resumen	12
Introduction	14
Généralités sur la forêt de Nesmoth	14
Outils utilisés pour la carte des risques	16
Approche méthodologique adoptée	17
Modèle utilisé	17
L'indice topomorphologique (IM).....	18
L'indice de combustibilité (IC)	19
Les moyens mis en œuvre	21
Résultats obtenus et analyse	22
Elaboration du modèle numérique de terrain (MNT)	22
Carte des pentes	23
Carte des expositions	25

Índice

Carte de topomorphologie.....	26
Carte de l'indice de végétation NDVI:	27
La carte d'occupation du sol:	29
Exploitation des données et les résultats obtenus	30
Calcul de l'indice de combustibilité	31
Calcul de l'indice topomorphologique :	33
Calcul de l'indice de risque de feu	34
Conclusion Générale.....	36
Références Bibliographiques.....	37

Etude du risque incendie à l'aide de la géomatique : cas de la forêt de Nesmoth (Algérie)

M. KHADER, K. BENABDELI, K. MEDERBAL, Y. FEKIR, R. GUEDDIM ET B. MEKKOUS (1)

Résumé

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.

Les méthodes classiques généralement utilisées en Algérie pour la prévention et la lutte contre les incendies demandent du temps et ne sont toujours fiables au vu la complexité et la diversité des écosystèmes forestiers. Des travaux dans ce domaine reposant sur la télédétection et les S.I.G ont mon-

Etude du risque incendie à l'aide de la géomatique : cas de la forêt de Nesmoth (Algérie)

tré leur efficacité et leur rapidité en matière d'élaboration de cartes d'évaluation du risque incendie en zone forestière grâce à l'analyse thématique des images satellitaires.

La mise au point d'une méthode pour l'élaboration d'une carte de risque d'incendie de la forêt de Nesmoth située à la wilaya de Mascara a fait intervenir trois paramètres influant sur le comportement du feu : la topomorphologie du terrain, le combustible et l'activité humaine.

Les résultats obtenus sont intéressants et constituent un apport pour une meilleure prévention des incendies de forêts et une aide à la décision certaine.

Mots clés : Télédétection, S.I.G, Incendies des forêts, Risque, Nesmoth, Mascara, Algérie.

Summary

The Algerian forest like all the forests of the Mediterranean region is forwarded to multiple aggressions of origin as well climatic as anthropic. Among all these aggressions, in fact the fires cause the most damage because they destroy appreciable surfaces annually.

The common methods generally used in Algeria for the prevention and the fire control take time and are not always reli-

able with considering the complexity and the diversity of the forest ecosystems. Work in this field resting on remote sensing and the S.I.G showed their effectiveness and their speed as regards development of cards of estimate of the risk sets fire to in forest zone thanks to the analysis set of themes of the satellite images.

The troubleshoot of a method for the development of a card of fire hazard of the forest of Nesmoth located at the wilaya of Mascara utilized three parameters influencing the behavior of fire: topomorphology of the ground, the fuel and the human activity.

The results obtained are interesting and constitute a contribution for a better prevention of forest fires and a decision-making aid unquestionable.

Key words: Remote sensing, S.I.G, Fires of the forests, Risk, Nesmoth, Mascara, Algérie.

Resumen

El bosque argelino tiene gusto de todos los bosques de la región mediterránea, se remite a las agresiones múltiples del origen también climáticas como anthropic. Entre todas estas agresiones, de hecho los fuegos causan la mayoría del daño porque destruyen superficies apreciables anualmente.

Etude du risque incendie à l'aide de la géomatique : cas de la forêt de Nesmoth (Algérie)

Los métodos comunes usados generalmente en Argelia para la prevención y la extinción de incendios tardan tiempo y no son siempre seguros con la consideración de la complejidad y de la diversidad de los ecosistemas del bosque. Trabajar en este campo que descansa sobre la teledetección y el S.I.G mostró que su eficacia y su velocidad en lo que concierne al revelado de tarjetas del presupuesto del riesgo fija el fuego en a los gracias de la zona del bosque al equipo del análisis de temas de las imágenes basadas en los satélites.

La localización de averías de un método para el revelado de una tarjeta del riesgo de incendios del bosque de Nesmoth situado en el wilaya del rimel utilizó tres parámetros que influenciaban el comportamiento del fuego: topomorphology de la tierra, del combustible y de la actividad humana.

Los resultados obtenidos son interesantes y constituyen una contribución para una mejor prevención de incendios forestales y un socorro de toma de decisión indiscutible.

Palabras claves: Teledetección, S.I.G, fuegos de los bosques, riesgo, Nesmoth, Mascara, Argelia.

Introduction

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 fréquents en période estivale et détruisent annuellement plus de 30 000ha.

De tous les problèmes que connaît et qu'a connu l'Algérie en matière de foresterie, le feu reste le facteur le plus redoutable et le plus dévastateur, pouvant causé d'énormes préjudices. En effet depuis 1963 à nos jours la forêt algérienne enregistre un chiffre de 1.321.995ha de superficie incendiée. Pour lutter contre ce fléau, seul la prévention semble s'imposer et elle ne peut être concrétisée qu'à travers une cartographie des risques incendie avec des moyens modernes et rapides comme la géomatique et les SIG.

Généralités sur la forêt de Nesmoth

La forêt de Nesmoth est située à une vingtaine de kilomètres au Sud-Est de Mascara, chef lieu de la wilaya (préfecture) à la proximité immédiate de la ville de Nesmoth. Les conditions climatiques sont ceux du climat méditerranéen, étage biocli-

Etude du risque incendie à l'aide de la géomatique : cas de la forêt de Nesmoth (Algérie)

matique semi-aride à variante tempérée, avec des précipitations moyennes annuelles de l'ordre de 350mm. Le régime pluviométrique est du type AHPE avec une période sèche s'étalant sur 6 mois, du mois de mai à celui de octobre.

Le milieu biotique se caractérise par une faible densité et un recouvrement moyen, la végétation est dominée par trois espèces : le thuya, le pin d'Alep et le chêne vert, les deux premières occupant plus de % de la superficie sont pyrophytes avec une combustibilité et une inflammabilité moyenne. Le terrain faiblement accidenté et une topomorphologie dominée essentiellement par les bas piémonts. La forêt de Mesmoth occupe une superficie de 6 495ha où se développe une for-

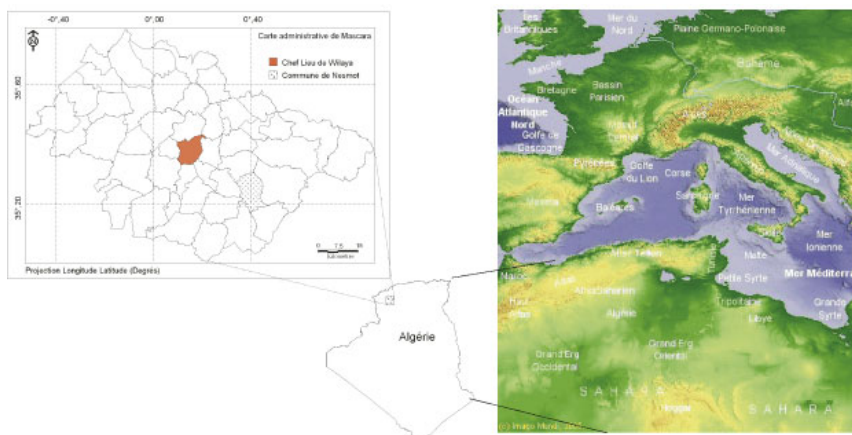


Figure 1 : Localisation de la forêt de Nesmoth (Algérie)

mation végétale forestière dominée par le *Pinetum halepensis* et son cortège floristique classique où s'imposent des espèces de la strate sous arbustive.

Outils utilisés pour la carte des risques

Les cartes de prévention du risque incendie réalisées de manière traditionnelle ne sont plus adaptées aux besoins actuels. La complexité et la diversité des données relatives à l'environnement ont favorisé le développement de systèmes capables de répondre aux besoins de collecte, d'analyse et de représentation plus fiables et rapides des phénomènes environnementaux.

La géomatique constitue un outil très complémentaire aux méthodes conventionnelles utilisées dans la prévention et la gestion des catastrophes. Les images satellitaires donnent une vue globale et fournissent des informations très utiles sur l'environnement, pour une grande gamme d'échelles.

La télédétection peut suivre l'événement pendant le temps de la catastrophe et la position du satellite le rend idéal pour l'organisation et la gestion opérationnelle de l'événement permettant de capitaliser des informations très utiles pour améliorer la prévention. Dans ce contexte, le présent travail a pour

Etude du risque incendie à l'aide de la géomatique : cas de la forêt de Nesmoth (Algérie)

principal objectif d'établir une carte de risque du feu de forêt axé sur la forêt domaniale de Nesmoth (Wilaya de Mascara).

Approche méthodologique adoptée

L'établissement de la carte de risque incendie fait appel à l'application d'un modèle mis en place par DUCHE et DAGORNE (1993) et testés sur les massifs forestiers de la région méditerranéenne.

Les différentes étapes de la méthodologie adoptée tout au long de ce travail sont représentées par l'organigramme synthétisé par la figure n° 01.

Modèle utilisé

Afin d'atteindre l'objectif fixé, le modèle appliqué fait intervenir les trois principaux facteurs pour l'évaluation du risque de feu de forêt à) savoir : la topomorphologie, le combustible et les activités humaines.

Le modèle en question repose sur la formule suivante :

$$\mathbf{IR = 5.IC + 2.IH + IM}$$

Où

IR : Indice de risque de feu de forêt

IC : Indice de combustibilité (facteur lié au combustible)

IH : Indice d'occupation humaine (facteur lié à l'activité humaine)

IM : Indice topomorphologique (facteur lié à la topomorphologie du terrain)

La caractérisation de cet indice est basée sur la variabilité spatiale du risque d'incendie dont la détermination est issue des paramètres physiques intervenant dans le modèle choisi. (BELHADJAÏSSA, 2003).

L'indice topomorphologique (IM)

Trois paramètres topographiques interviennent dans le modèle : la pente, l'exposition et l'altitude. Tous ces paramètres sont déduits à partir du modèle numérique de terrain (M.N.T) de la région. Cet indice est exprimé par la relation suivante:

$$IM = 3p + (m \times e)$$

Où

p : la pente

m : la topomorphologie

e : l'exposition

Etude du risque incendie à l'aide de la géomatique : cas de la forêt de Nesmoth (Algérie)

L'indice de combustibilité (IC)

Pour évaluer l'indice de combustibilité (IC), la méthode proposée par MARIEL (1995) pour estimer la gravité potentielle d'un feu démarrant dans un peuplement forestier déterminé a été retenue.

Cette méthode consiste en la mise au point d'un modèle, empirique, basé sur l'expérience des sapeurs-pompiers pour pondérer les termes d'une expression mathématique dont les paramètres proviennent d'une description normalisée de la végétation (BELHADJAISSA, et al. 2003).

L'indice de combustibilité ou indice d'intensité potentielle du feu est exprimé par la relation suivante:

$$\mathbf{IC = 39 + 2,3 BV (E_1 + E_2 - 7,18)}$$

Où

BV : représente le biovolume de la formation végétale.

E_1 : représente les notes de combustibilité pour les ligneux hauts.

E_2 : représente les notes de combustibilité pour les ligneux bas ou les herbacées.

Le biovolume de la formation végétale est obtenu par addition des taux de recouvrement de chacune des 4 strates de vé-

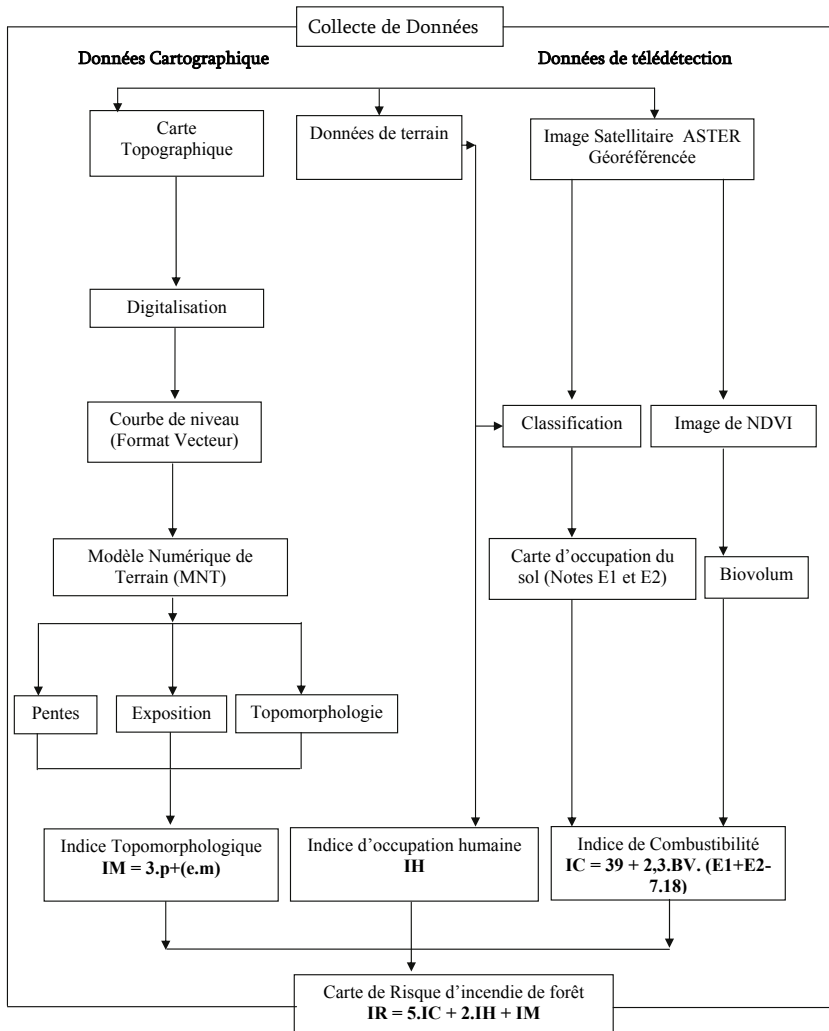


Figure 02: Organigramme de l'approche méthodologique

Etude du risque incendie à l'aide de la géomatique : cas de la forêt de Nesmoth (Algérie)

gétation (ligneux hauts, ligneux bas, herbacées, litière) auxquels on ajoute le taux de recouvrement des chicots et bois morts, s'il y a lieu. Chacun de ces taux de recouvrement est compris entre 0 (absence de strate) et 10 (strate formant un couvert fermé); le biovolume est donc compris entre 0 et 50.

Les notes d'intensité calorique sont comprises entre 1 et 8 pour les deux espèces dominantes: E1 pour les ligneux hauts et E2 pour les ligneux bas ou herbacées.

Les moyens mis en œuvre

Les données de base de ces formules exploitées par une série de logiciels spécialisés permettent l'établissement de différentes cartes (couches d'informations utiles), ces dernières vont faire l'objet de superposition afin de mettre en place la carte du risque d'incendie.

Les outils mis en oeuvre pour l'élaboration de la carte du risque incendie sont le logiciel ENVI et le MAPINFO. Ce dernier a été utilisé pour la mise en place du modèle numérique de terrain (MNT) et pour l'obtention de la carte des pentes, des expositions et de la topomorphologie.

Le logiciel ENVI (Environnement for Visualising Images) a été utilisé pour traiter les images ; permettant la visualisation et l'analyse de données. Sa fonctionnalité réside dans le fait

qu'il comporte une bibliothèque d'algorithmes comprenant des fonctions de transformation de données, des fonctions de filtre ainsi que des fonctions de classification.

Résultats obtenus et analyse

Elaboration du modèle numérique de terrain (MNT)

Le MNT permet de dériver la pente, l'exposition et la topomorphologie de la zone d'étude. Ces produits dérivés sont utilisés pour calculer un paramètre retenu et utilisé dans l'approche méthodologique (Indice Topomorphologique).

La forêt domaniale de Nesmoth présente un relief mouvementé en générale qui ne s'aplatit sensiblement que dans les cantons Djebel Nador et Zerakin et la partie Sud du canton Sidi Refes.

L'altitude moyenne va en s'accroissant d'Est vers l'Ouest, elle est de 706 m dans la partie Est constituée de 5 cantons (Chedded, Dj.Merouk, Djebel Timetmart, Djebel Boudinar et Sidi Refes), quand au reste de la forêt l'altitude moyenne est de 869m dans laquelle se situe le point culminant à 1196 m. Le modèle numérique de terrain de notre région d'étude est représenté par la figure suivante :

Etude du risque incendie à l'aide de la géomatique : cas de la forêt de Nesmoth (Algérie)

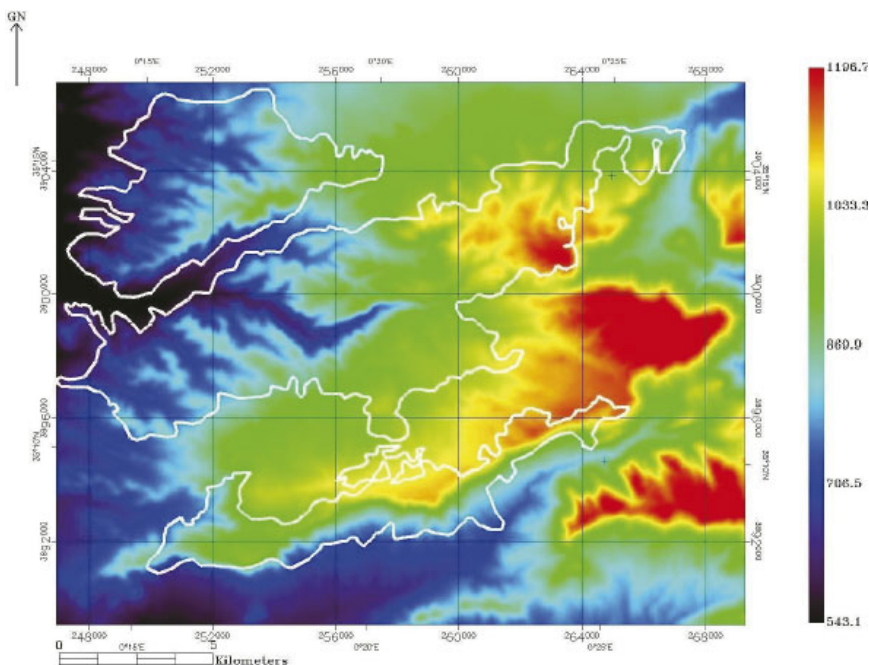


Figure 3 : Carte hypsométrique

Carte des pentes

Une carte des pentes a été dérivée à partir du MNT (Figure n° 03). La pente est dérivée directement par calcul du TIN (Triangular irregular network).

La pente «p» est un facteur d'accélération du front de feu. Elle est classée en quatre classes selon les seuils suivants:

$P < 15\%$: pente faible sans incidence sur la propagation

$15\% < P < 30\%$: pente moyenne provoquant une accélération modérée du front de feu

$30\% < P < 60\%$: pente forte avec accélération importante du front de feu

$P > 60\%$: pente très forte avec risque de turbulence, saute de feu, embrasement.

Les seuils choisis tiennent compte des possibilités d'exécutions des travaux forestiers (DAGORNE et DUCHE, 1993). La carte des pentes obtenue est représentée par la figure n°06

Les classes de pentes faible et moyenne sont les plus dominantes sur notre région d'étude (plus de 93 %). Les différents pourcentages pour les quatre classes sont représentés par les valeurs suivantes :

Classe de faible pente $P < 15\%$. Cette classe représente 70,9136 %.

Classe de moyenne pente $15\% < P < 30\%$. Cette classe représente 22,87 %.

Classe de forte pente $30\% < P < 60$. Cette classe représente 6,15 %.

Classe de pente très forte $P > 60\%$. Cette classe représente 0,067 %.

Etude du risque incendie à l'aide de la géomatique : cas de la forêt de Nesmoth (Algérie)

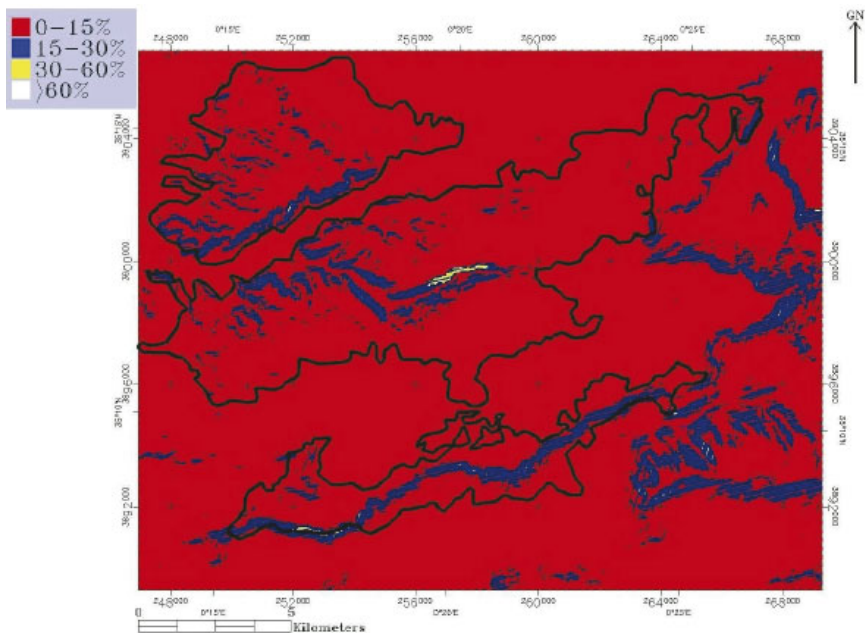


Figure 4: Carte des pentes.

Carte des expositions

La carte d'exposition de notre région d'étude est représentée par la figure ci-dessous (Figure n° 07). Le massif forestier de Nesmoth présente 08 principales classes d'exposition en relation avec les vents dominants.

L'exposition «e» traduit la situation du versant par rapport aux vents dominants et à L'ensoleillement. Huit classes d'exposition ont été définies, chaque exposition correspondant à un quartier de 45° centré sur la valeur moyenne de cette exposition:

Tableau I : Fréquence des expositions

Signification	Pourcentage (%)
N	19,37
NE	09,40
E	03,96
SE	07,60
S	15,71
SO	14,02
O	13,02
NO	16,91

Carte de topomorphologie

La position dans le versant ou la topomorphologie « m » pondère l'intensité du feu en fonction de la position sur le relief. La topomorphologie a été retenue de préférence à l'altimétrie. Pour cela, on a retenu quatre grands ensembles topomorphologiques (Figure n° 08).

Etude du risque incendie à l'aide de la géomatique : cas de la forêt de Nesmoth (Algérie)

Les quatre classes définissent les situations topographiques de plus en plus défavorable pour la lutte (**BELGHERBI, 2002**) :

Plaine $P < 3\%$: représente une moyenne surface 25,16 %.

Bas piémont P entre (3-12,5%) : représente une grande surface 60,37 %.

Haut piémont P entre (12,5-25%) : représente une faible surface 13,80 %.

Montagne $P > 25\%$: représente une surface très faible 0,67 %.

Carte de l'indice de végétation NDVI:

Pour les besoins de l'étude, un indice de végétation de la région a été calculé à partir d'une combinaison des bandes rouge et proche-infra-rouge de l'image ASTER. Cet indice est utilisé pour bien discriminer les deux composantes éco systématiques : sols et plantes d'une part et pour calculer le biovolume de la forêt d'une autre part.

La formule utilisée pour calculer le NDVI est la suivante :

$$\mathbf{NDVI = PIR - R / PIR + R}$$

avec PIR : la bande Proche-infra-rouge.

R : La bande rouge.

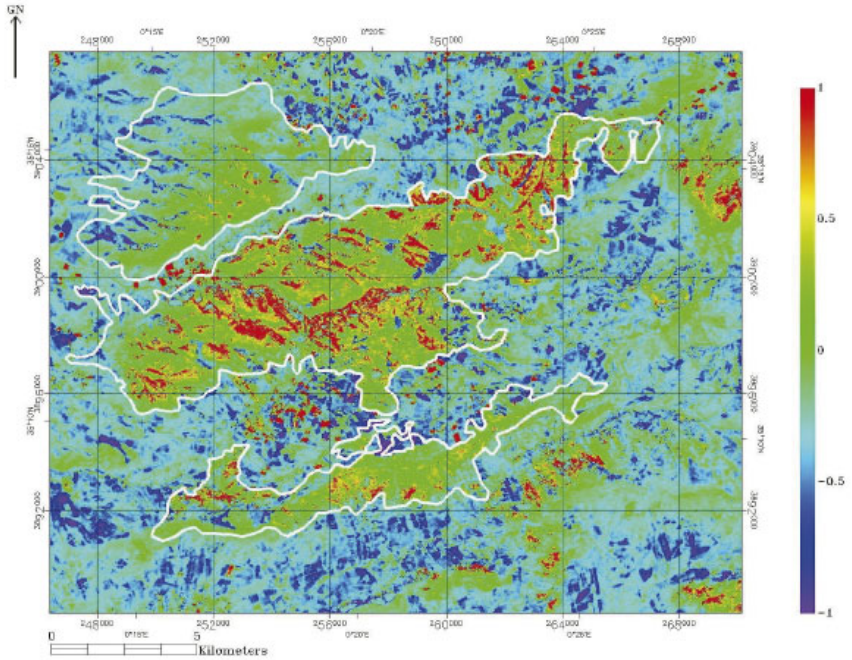


Figure 05 : Carte de l'indice de végétation NDVI

La carte est extraite par l'application de l'indice de végétation normalisé (NDVI) est représentée par la figure suivante (figure 05 :)

Etude du risque incendie à l'aide de la géomatique : cas de la forêt de Nesmoth (Algérie)

La carte d'occupation du sol:

La carte d'occupation du sol de la forêt de Nesmoth est dominée par les formations de *Tetraclinis articulata* Wahl. À 34%, de *Pinus halepensis* Mill. À concurrence de 24%, de *Quercus rotundifolia* à hauteur de 20% et de sol nu et enclaves agricoles de l'ordre de 22%. La carte de l'occupation du sol met en relief l'impact des formations résineuses comme le montre le tableau 2 ci-dessous, totalisant 58% de la superficie de la

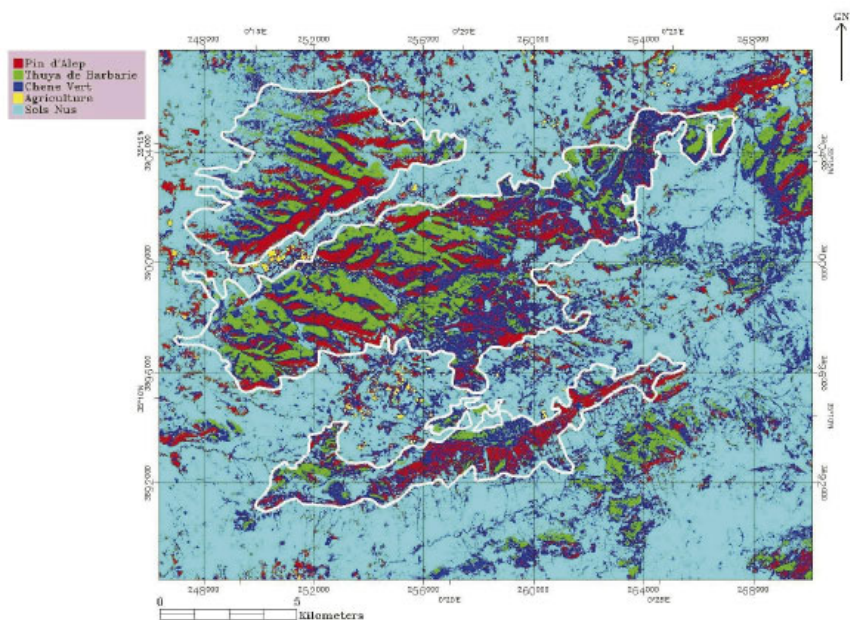


Figure 6: carte de l'occupation du sol

Tableau II: La répartition des espèces.

Code	Signification	Pourcentage (%)
1	Pin d'Alep	24
2	Thuya de barbarie	34
3	Chêne Vert	20
4	Sol nu et agriculture	22
	Total	100

forêt augmentant les risques de déclenchement des incendies.

Exploitation des données et les résultats obtenus

Pour évaluer le risque, il est nécessaire de modéliser chacun des éléments du risque. Cette étape consiste à sélectionner les paramètres propres à chaque élément (pente, exposition, topomorphologie, peuplement) puis à utiliser un mode de représentation du risque afin de «l'évaluer». Les paramètres sont les facteurs du milieu naturel et anthropique qui influencent l'éclosion, la propagation et l'intensité du feu, ainsi que son déroulement (aspects liés à la lutte).

La deuxième étape consiste à croiser les couches thématiques par l'application des formules citées auparavant. Le facteur humain est caractérisé par l'occupation de l'espace,

Etude du risque incendie à l'aide de la géomatique : cas de la forêt de Nesmoth (Algérie)

comme la forêt n'est pas habitée, l'Indice Humain est égal à zéro.

Calcul de l'indice de combustibilité

La carte de l'indice de combustibilité (Figure 7) a été extraite à partir de la couche de l'indice de Végétation et la couche d'occupation du sol. Le biovolume a été calculé à partir de la couche de l'indice de végétation, par contre les notes d'inten-

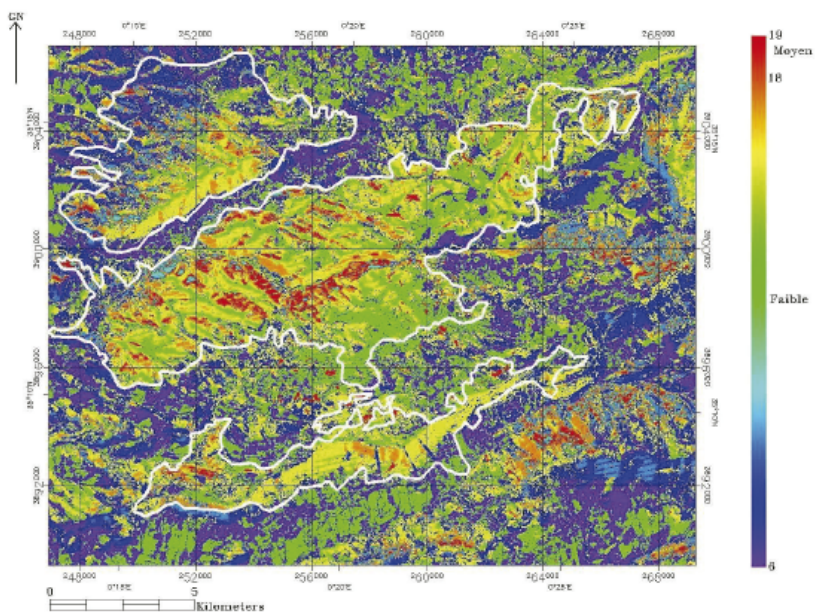


Figure 7: carte de l'occupation du sol

sité calorique (E_1 et E_2) ont été extraites à partir de la couche d'occupation du sol.

Les deux notes caloriques des espèces présentes dans la forêt de Nesmoth ont été extraites de celles établi par le C.E.M.A.G.R.F à l'exception de *Tetraclinis articulata* qui a été assimilé au *Juniperus* qui est l'espèce la plus proche. (MIS-SOUMI et TADJEROUNI, 2003).

Tableau III: Les notes calorique des espèces.

Espèce arborescente	Note calorique	Espèce arbustive ou espèce herbacée	Note calorique
Pin d'Alep	8	Romarin	5
Thuya de barbarie	7	Filaire	5
Chêne Vert	7	Romarin	5

Les valeurs de l'indice de combustibilité sont codées en quatre classes :

1 = $IC < 40$

2 = $40 \leq IC < 50$

3 = $50 \leq IC < 60$

4 = $IC \geq 60$

Etude du risque incendie à l'aide de la géomatique : cas de la forêt de Nesmoth (Algérie)

C'est la valeur de la classe (de 1 à 40) qui sera prise en compte dans le calcul final.

Tableau IV : Indice de combustibilité

Code	Signification	Pourcentage
1	Faible: IC < 40	25.98%
2	Moyenne: 40 <= IC < 50	69.39%
3	Elevé: 50 <= IC < 60	4.63%

On remarque très bien que la moitié de la superficie de la forêt de Nesmoth se situe dans la classe d'un indice de combustibilité faible et moyenne (plus de 95%). Un taux de 4.63 % de la superficie porte un indice de combustibilité élevé.

Calcul de l'indice topomorphologique :

L'indice topomorphologique est obtenu par combinaison des trois critères (pente, exposition et topomorphologie), il est obtenu par la formule suivante :

$$IM = 3p + (e \times m)$$

Cet indice intervient comme un facteur dans le calcul de l'indice de risque, en fonction de la situation topographique et de l'exposition rencontrée, aggravant plus ou moins la propagation et la puissance de l'incendie.

Le résultat obtenu nous a permis d'obtenir quatre classes topomorphologiques récapitulées selon leur importance dans le tableau qui suit.

Tableau V: Les classes de l'indice topomorphologique

Code	Signification	Pourcentage
1	peu favorable $IM < 9$	35.16 %
2	moyenne favorable $9 < IM < 14$	47.71 %
3	favorable $14 < IM < 19$	14.91 %
4	très favorable $IM > 19$	2.20 %

Ainsi, un taux de 35% de la superficie de la forêt de Nesmoth se trouve dans des conditions topomorphologiques peu favorables à l'accentuation de feu. Les conditions moyennement favorables au risque incendie sont de 47%, et seulement 14% dans la tranche favorable et uniquement 2% dans la gamme très favorable.

Calcul de l'indice de risque de feu

Le calcul de l'indice de risque du feu est le résultat de croisement entre la couche de l'indice de combustibilité et la couche de l'indice topomorphologique en appliquant la formule suivante :

$$IR = 5.IC + IM$$

Etude du risque incendie à l'aide de la géomatique : cas de la forêt de Nesmoth (Algérie)

La plupart de la superficie de la forêt de Nesmoth se trouve dans un indice de risque faible avec un taux de plus de 97%, le reste soit à peine 3% est dans le risque moyen comme le confirme les taux suivants :

Classe de risque faible $IR < 18$ (97.67%).

Classe de risque moyenne $IR > 18$ (2.33%).

La forêt de Nesmoth reste au regard des résultats obtenus, malgré la forte présence d'espèces ligneuses, dans le domaine du risque faible face aux incendies. Cette conclusion se confirme en exploitant les données statistiques des incendies dans cette forêt qui n'a pratiquement pas subi d'incendies entre la période 1973 et 2006.

Les conditions topomorphologiques de la forêt de Nesmoth sont peu favorables (faible pentes, exposition vers l'est minime) ce qui minimise le risque d'avoir des incendies. Cette situation peut conforter notre résultat vu le rôle primordial de la topomorphologie du terrain sur les risques des incendies de forêt.

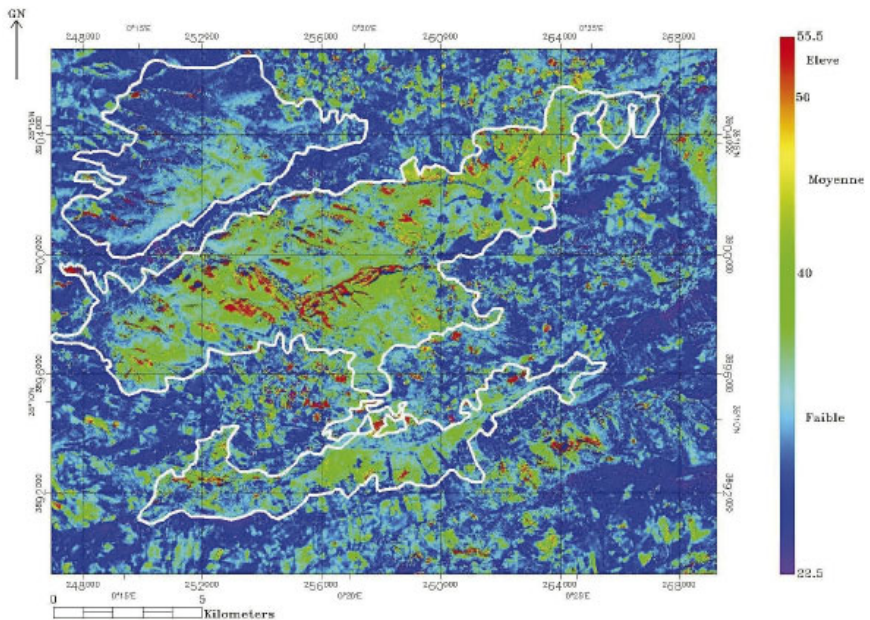


Figure 8: Carte de l'indice de risque du feu de forêt.

Conclusion Générale

Les incendies de forêts ne peuvent être minimisés qu'à travers la prévention qui repose sur l'évaluation du risque. L'étude des risques d'incendies au niveau de la forêt de Nesmoth à l'aide de l'application de la télédétection et des systèmes d'informations géographiques (S.I.G), permet d'établir une carte

Etude du risque incendie à l'aide de la géomatique : cas de la forêt de Nesmoth (Algérie)

de risque de feu de forêt en superposant plusieurs couches d'informations tirées des cartes.

Cette opération de superposition de cartes est rendue assez facile avec les deux outils cités permettant l'obtention de cartes rapidement ; comme celle de la vulnérabilité de la forêt au feu de la forêt de Nesmoth reposant sur un découpage en zones selon leur sensibilité au feu.

La carte du risque du feu n'est pas un moyen de lutte proprement dit, mais elle permettra au forestier de mettre en place un dispositif de lutte adéquat d'une part, et d'acquérir des équipements adéquats permettant une lutte efficace.

Références Bibliographiques

BELGHERBI B., 2002 : Intégration des données de télédétection et des données multisources dans un système d'information géographique (SIG) pour la protection des forêts contre les incendies (cas de la forêt Guetarnia – Ouest d'Algérie), université de Tlemcen. Mémoire de Magister, 217p

BELHADJAISSA, (2003) : Application du SIG et de la télédétection dans la gestion des feux de forêts en Algérie. CNTS d'Arzew, 16p

DAGORNE et DUCHE, (1993). Protection des forêts contre les incendies & Système d'information Géographique : Application à la commune d'Auribeau sur Siagne (Alpes Maritimes), Article

DUCHE et DAGORNE (1993). Cartographie du niveau de risque d'incendie, exemple du massif des Télédétection en agriculture, Première partie : Principes généraux de la télédétection (image spatiale et son contenu), Actes colloques de Montpellier, 13-15 Mars 1990, P 11-27

MARIEL A., (1995). Cartographie du niveau de risque d'incendie, exemple du massif des Maures, CEMAGREF, article.

MISSOUMI A et TADJEROUNI K., 2003. Apport SIG et imagerie Al-sat1 pour la cartographie des risques d'incendie de forêt, National Center of Spatial Techniques, Laboratory of Geomatic, 14p

Etude du risque incendie à l'aide de la géomatique : cas de la forêt de Nesmoth (Algérie)

1. Laboratoire RSBG Université de Mascara Algérie
khadermo@gmail.com