

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun –Tiaret-
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire de fin d'études

Envue de l'obtention du diplôme de Master II en Sciences Biologiques

Spécialité: "Biodiversité et Ecologie Végétale"

**Application du SIG et télédétection pour la cartographie
de la sensibilité aux feux de forêts de la forêt domaniale
Des Sdamas Chergui de la Wilava de Tiaret**

Présenté par :

Mr. KOUADRIA Sid Ahmed

JURY:

Président : Pr. Khalladi MederbalUniversité Ibn khaldoun de TIARET

Examineurs : Dr. Bekhattou Abdelkader.....Université Ibn khaldoun de TIARET

Promoteur: Dr. Bouacha Mohamed Islem.....Université Ibn khaldoun de TIARET

Année universitaire: 2019–2020

Remerciement

Je remercie en premier lieu le TOUT PUISSANT ALLAH qui m'a donné la patience, le courage et la volonté pour terminer cette étude.

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer toutes mes gratitude, mes profonds respects à mon promoteur *Mr. BOUACHA* Mohamed Islem qui à avec beaucoup d'amabilité accepté d'encadrer ce travail.

Mes sincères reconnaissances s'adressent parallèlement aux membres du jury :

Au Professeur Khalladi Mederbal A vous me faites honneur en présidant cette thèse, soyez assuré de la sincérité de mon respect et ma profonde gratitude.

Au Docteur Bekhattou Abdelkader c'est pour moi un agréable devoir que de vous remercier pour l'honneur que vous me faites en acceptant de juger mon travail, je vous en suis reconnaissant, et soyez assuré de mon respect le plus total.

Je tenais également à remercier monsieur le chef de spécialité *Mr. SARMOUM* Mohamed et le chef de département à qui, Je dois un grand respect.

Une grande pensée va également à toutes les personnes du Conservation des Forêts de Tiaret pour leur aide et leur amabilité.

Dédicace

A mon père, l'exemple par excellence, source de ma fierté, mon courage et mon défi devant tous les obstacles que j'ai rencontrés.

A ma mère, l'amour qui a décoré ma vie de belles roses, qui a rempli mon cœur de joie et de tendresse. Ma mère, tu es toujours un exemple de patience et de sacrifice. Tu es vraiment la plus altruiste femme que je connais. Dont ils ont fait preuve que Allah les gardes.

A mes chers sœurs et frères.

A mes nièces et neveux

Une dédicace à ma grande famille universitaire et mes meilleurs amis.

Je tenais également à remercier la Doctorante Melle BOUZID ASSIA pour son aide.

Dédicace à toute ma promotion de spécialité Biodiversité et Ecologie Végétale.

KOUADRIA Sid Ahmed

Table des matières

<i>Remerciement</i>	2
<i>Dédicace</i>	3
Table des matières	IV
Liste des figures	VIII
Liste des tableaux	IX
Liste des abréviations	X
Introduction générale.....	1
I-Introduction :	2
I-1-Présentation de la forêt algérienne	2
I-2-Description écologique des forêts Algériennes	4
II-Problématique des forêts méditerranéens - les feux de forêts	7
II.1- Historique des feux de forêt en Algérie.....	7
II.1.1- Pendant la période coloniale :	7
II.1.2- A l'indépendance :	7
II.1.3- Après l'indépendance :	8
II.2- Comportement du feu :	8
II.3- Les différents types de feu :	8
II.3.1- Les feux de sols :	8
II.3.2- Les feux de surface :	9
II.3.3- Les feux de cime :	9
II.3.4- Les feux de braises :	10
II-4 Les facteurs de déclenchement d'un incendie de forêt :	10
II- 5 Répartition des incendies par type d'essences :	10
II-6 Dégâts :	11

II-7 Impact du feu sur la germination de graines :	11
II-8 Stratégie actuelle de gestion des incendies :	11
II-8-1 La Prévention :	11
II-8-2 La prévision :	12
II-8-3 La lutte :	12
III- SIG et Télédétection :	14
III.1 Définition des systèmes d'information géographique SIG :	14
III.1.1 Les Composantes d'un SIG	15
III.1.2 Les différents modes d'un SIG	15
III.1.2.1. Mode vecteur :	15
III.1.2.2. Mode raster	16
III.1.3 Intérêt des SIG :	16
III.2 Définition de la télédétection	17
III.3. Principe de la télédétection :	17
III.3.1. La photo-interprétation :	17
III.3.2. L'imagerie satellitaire :	18
III-3-3 Intérêt de la télédétection :	18
III.3.4. Principaux satellites d'observation de la terre :	18
III.4. Conclusion	19
IV. Présentation de la zone d'étude :	20
IV-1 Introduction	20
IV.2 Situation de la forêt des Sdamas Chergui	20
IV.2.1 Situation géographique	20
IV.2.2 Situation administrative	20
IV.2.3 Situation forestière	21

IV.2.4 Situation cartographique :	22
IV.3 Description du milieu physique	23
IV.3.1 Relief.....	23
IV.3.2 Les pentes :.....	25
IV.3.3 Hydrographie	25
IV.3.4 Etude climatique :	26
IV.4.1 Les précipitations :	26
IV.4.2 La température :	26
IV.4.3 Autres facteurs du climat	27
IV.4.3.1 Le vent :	27
IV.4.3- Approche climatique :.....	28
IV.4.3.A- de GAUSSEN	28
IV.4.3.B- Quotient et Climagramme d'EMBERGER :	29
IV.5 Milieu édaphique.....	31
IV.5.1 Lithologie.....	31
IV.5.2 Pédologie.....	31
IV.5.3 Classe des sols minéraux bruts.....	31
IV.5.4 Classe des sols peu évolués :.....	31
IV.5.5 Classe des sols sesquioxides de fer :	31
IV.5.6 Classe des sols calcimagnésiques :	31
IV.6 La Végétation :	32
IV.7 Bilan des incendies de la zone d'étude :	33
V- Méthodologie :	36
V-1 Objectif :	36
V-2 Approche méthodologique adoptée :	36

V-2-1. L'indice de combustibilité (IC) :	37
V-2-2. L'indice d'occupation humaine :	37
V-2-3. L'indice topo morphologique (IM) :	38
V-2-4. L'indice humain :	38
V-3. Moyens et logiciels utilisés :	38
VI : Résultats et discussion	40
VII. Conclusion	58
VIII. Référence bibliographique.....	59

Liste des figures

Figure n°01 : Un incendie au niveau de la forêt domaniale des Sdamas Chergui.....	09
Figure n°02 : Classements des foyers d'incendies par catégories de causes en Algérie.....	10
Figure n°03 : Intervention des forestiers dans un incendie.....	12
Figure n°04 : Intervention des agents de la protection civile dans un incendie.....	13
Figure n°05 : Superposition des couches d'information dans un SIG.....	16
Figure n°06 : La carte de situation de la région d'étude.....	21
Figure n°07 : Le fond cartographique de la région d'étude.....	22
Figure n°08 : La carte des altitudes du massif forestier des Sdamas Chergui.....	24
Figure n°09 : Précipitations moyennes de la station de Tiaret (1984 – 2019).....	26
Figure n°10 : Précipitations moyennes de la station de Tiaret (1984 – 2019).....	27
Figure n°11 : Diagramme Ombrothermique Station de Tiaret (1984-2019).....	29
Figure n°12 : Climagramme d'Emberger de la région d'étude.....	30
Figure n°13 : Carte des exposition du massif des SDAMAS CHERGUI.....	40
Figure n°14 : Carte des pentes du massif des SDAMAS CHERGUI	42
Figure n°15 : Carte de la topo morphologie du massif des SDAMAS CHERGUI	44
Figure n°16 : carte de l'indice de topo morphologie de la foret des SDAMAS CHERGUI. .	45
Figure n°17 : Carte de végétation de la foret des SDAMAS CHERGUI.....	47
Figure n°18 : carte de l'indice de végétation NDVI de la foret des SDAMAS CHERGUI ..	49
Figure n°19 : carte de l'indice de combustibilité de la foret des SDAMAS CHERGUI.....	51
Figure n°20 : carte de l'indice d'occupation humaine IH de la foret des SDAMAS CHERGUI. ...	53
Figure n°21 : carte de sensibilité au feu de foret du massif des SDAMAS CHERGUI.....	55

Liste des tableaux

Tableau n°01 : Répartition et évolution des principales essences forestières en Algérie.....03

Tableau n°02 : Les éléments du risque d’incendie de forêt.....08

Tableau n°03:Les classes de pentes..... 25

Tableau n°04:Précipitations et températures moyennes mensuelles enregistrées par la station météorologique d’Ain Bouchakif – Tiaret- durant la période 1984-201928

Tableau n°05:Bilan des incendies de la zone d’étude33-34

Tableau n°06:classes des expositions et classification des orientations41

Tableau n°07:répartitions des superficies et codification des classes de pentes.....41

Tableau n°08:classification de la topo morphologie et répartition des superficies..... 43

Tableau n°09 :Classes de l’indice topo morphologique IM..... 46

Tableau n°10:répartition des superficies et classification du risque suivant l’indice IC....50

Tableau n°11répartition des classes et superficies de l’indice IH52

Tableau n°12 :répartition des superficies des classes de risque IR.54

Liste des abréviations

BV :	représente le biovolume de la formation végétale
BMF :	Brigade mobile forestière.
CCFL:	Véhicule avec citerne 600 L
E1 :	représente les notes de combustibilité pour les ligneux hauts.
E2 :	représente les notes de combustibilité pour les ligneux bas ou les herbacées.
IC :	Indice de combustibilité (facteur lié au combustible)
ID:	indice de présence humaine.
IH :	Indice d'occupation humaine (facteur lié à l'activité humaine)
IM :	Indice topomorphologique (facteur lié à la topomorphologie du terrain)
IR :	Indice de risque de feu de forêt
IV:	indice de voisinage
m :	la topomorphologie
MNT :	Modèle numérique du terrain.
PPF:	Plan de protection des forêts
SIG :	Système d'information géographique

Introduction

Introduction générale

La forêt méditerranéenne est gravement affectée par les incendies de forêts, dans un même pays, les superficies incendiées varient beaucoup d'une année à une autre de sorte que l'on parle de moyennes ou de fourchettes.

C'est par la surface brûlée plutôt que par le nombre que l'on apprécie la gravité des incendies. **(Seigue, 1985)**

Dans les régions sèches de la méditerranée ou de l'ouest des états- unis, des milliers d'hectares sont détruit chaque année. Dans nos régions dès que le printemps revient avec ses hâles, le danger est grand. **(Bary-Lenger et al, 1979)**

Chaque année plus de 35 000 hectares de forêts sont détruits par les feux en Algérie. Les feux coûtent beaucoup en termes de vies humaines et en biens et nos préoccupations sont orientées vers l'historique des feux de forêts dans le pays, l'inventaire, la prévention et la gestion. **(Belhadj-aissa et al, 2003)**

La des levées effectués par satellite est une opération assez peu coûteuse. Elle donne une bonne précision dans l'évaluation des surfaces incendiées, mais seulement pour les grands incendies. **(Seigue, 1985)**

La prévention et l'alarme précoce constituent les seuls moyens de réduire le coût des dégâts causés. **(Belhadj-aissa et al, 2003)**

L'objectif de notre travail est d'établir une carte de risque du feu de forêt axé sur la forêt domaniale des Sdamas Chergui (Wilaya de Tiaret).

Notre travail se structure en deux parties, l'une bibliographique et l'autre expérimentale, la première est subdivisée en deux chapitres :

Chapitre I : présentation des forêts algériennes (caractéristiques écologiques climatiques, sol, anthropisation) ;

Chapitre II : problématique de forêts méditerranéennes : les feux de forêts

Chapitre III : Traite le volet du SIG et télédétection;

La seconde partie comprend :

Chapitre IV : Réserve pour la présentation de la zone d'étude ;

Chapitre V : Méthodologie du travail consacré à l'étude et l'analyse des images satellitaires de la zone d'étude ;

Chapitre VI : discussion des données et des résultats obtenus.

Recherche
bibliographique

Chapitre I :

*Présentation De la
Forêt Algérienne*

I-Introduction :

L'écosystème forestier en Algérie fait partie d'un ensemble caractérisé par une fragilité du milieu naturel, en effet et à l'instar des forêts méditerranéennes, la forêt Algérienne continue de subir des pressions d'ordre anthropique et plus récemment les aléas climatiques.

Les forêts méditerranéennes constituent un milieu naturel fragile déjà profondément perturbé par les utilisations multiples. Les agressions qu'elles ont subies ont cependant considérablement variées en fréquence et en intensité au cours des âges en fonction de la démographie humaine, ce qui a déterminé des phases de progression ou régression de leurs surfaces (**QUEZEL & BARBERO, 1990**).

Les forêts méditerranéennes furent l'objet de diverses études, qu'elles soient écologiques ou phytosociologiques, l'objectif étant d'identifier la dégradation et la fragilité de ces écosystèmes.

Toutefois, il semble que l'Algérie est confrontée à un réel problème de détérioration de son patrimoine forestier, et ce d'une manière plus récurrente due à la complexité des problématiques dans la mesure où les causes sont multiples et principalement d'ordre anthropique.

I-1-Présentation de la forêt algérienne

En Algérie, la forêt en tant qu'un ensemble naturel, joue un rôle important dans l'équilibre socio-économique de la population rurale particulièrement, mais au delà et d'un point de vue écologique, l'écosystème forestier en Algérie s'avère d'une importance capitale quant au rôle de protection qu'il lui est affecté, contre les processus d'érosion et l'avancé de la désertification.

Actuellement Le patrimoine forestier couvre près de 4,1 millions d'hectares correspondant à 11,5 % du territoire national, soit un taux de boisement de 16,4% pour le Nord de l'Algérie et de 1,7 % seulement si les régions sahariennes sont également prises en considération. Il est constitué de plusieurs écosystèmes à base d'essences principales réparties entre 70 % de résineux et 30 % de feuillus (**FAO, 2006**).

Néanmoins seuls 1,3 millions d'hectares représentent la vraie forêt naturelle (**DGF, 2005**), ceci est pour nous renseigner sur la répartition du patrimoine forestier en Algérie, et de

l'importance qu'il représente dans la protection du Nord contre les conditions d'aridité du sud algérien.

Aussi, La structure et la distribution spatiale de la végétation obéissent généralement à l'influence du climat, du parcours et de l'incendie. La position géographique de l'Algérie et la diversité des sols et des climats ont permis d'enrichir et de varier la flore forestière algérienne. En dehors des éléments floristiques communs au bassin méditerranéen, avec toutefois une végétation endémique propre à la région Nord africaine (*Cedrus atlantica*), ou même à l'Algérie (*Cupressus dupreziana*, *Abies numidica*),

Par ailleurs, et d'après diverses études menées, **BOUDY (1955)** ; **SEIGUE (1985)** ; **GHAZI & LAHOUATI (1997)**; **RNE (2000)** ; **DGF (2005)**. Les principales essences forestières que l'on trouve dans les forêts algériennes sont, récapitulées comme suit dans le Tableau suivant :

Tableau n°01 - Répartition et évolution des principales essences forestières en Algérie

Essences forestières	1955 (BOUDY)	1985 (SEIGUE)	1997 (GHAZI et LAHOUATI)	2000 (RNE)	2005 (DGF)
Pin d'Alep	852 000	855 000	800 000	881 000	881 000
Chêne liège	426 000	440 000	463 000	229 000	230 000
Chêne vert	679 000	680 000	354 000	219 000	108 000
Chênes zeen et afarès	-	67 000	65 000	48 000	48 000
Genévriers	279 000	-	217 000	-	-
Thuya de Berbérie	157 000	160 000	143 000	-	-
Cèdre de l'Atlas	45 000	30 000	12 000	16 000	16 000
Pin maritime	-	12 000	38 000	32 000	31 000
Sapin de Numidie	-	300	-	-	-
Maquis	780 000	-	-	-	1 902 000

La comparaison des données de la direction générale des forêts (2005) avec celles de **BOUDY (1955)** met en évidence malgré une incertitude sur l'homogénéité des définitions, la stabilité et la progression des surfaces de pin d'Alep imputable pour partie à l'importance

des plantations auxquelles il a donné lieu sur des centaines de milliers d'hectares au cours de ces dernières décennies. Par contre, les superficies des formations de chêne liège, de chêne vert, de chêne zéen et afarès ont considérablement diminué. Les formations de maquis et de broussailles résultant de la dégradation des forêts ont pris de l'extension, ils occupent une superficie de 1.902.000 ha. S'ajoutent à ces superficies forestières les nappes d'alfa qui totalisent 2,7 millions d'hectares.

Toutefois, La position géographique de l'Algérie et la diversité des sols et des climats ont permis d'enrichir et de varier la flore forestière algérienne. En dehors des éléments floristiques communs au bassin méditerranéen, on rencontre dans la partie Nord, des espèces de diverses origines : européennes, asiatiques, circumboréale, paléo tropical etc.

Dans la partie Sud, les massifs du Sahara central se composent de 3 éléments floristiques d'origines biogéographiques différentes : saharo arabe, méditerranéenne confinés aux altitudes supérieures à 1500 m et tropicales localisés dans les oueds et les vallées environnantes. Sur les 70 taxons arborés que comporte la flore spontanée algérienne 52 espèces résineuses et feuillues se rencontrent dans les zones montagneuses. En plus de ces espèces, la flore d'Algérie se caractérise par un taux d'endémisme assez remarquable (12.6% soit 653 espèces sur les 3139 répertoriées). On dénombre 07 espèces arborées à caractère endémique, dont 02 endémiques exclusives à l'Algérie : *Abies numidica* au Babors et *Cupressus dupreziana* au Tassili N'Ajers.

Par ailleurs, l'endémisme spécifique au Sahara est particulièrement élevé ; avec 162 espèces endémiques ce qui représente 25% de la flore saharienne (OZENDA, 1954).

I-2-Description écologique des forêts Algériennes

Les grands traits de la forêt algérienne peuvent se résumer comme suit : (QUEZEL & SANTA, 1962, 1963)

- Forêt essentiellement de lumière, irrégulière avec des peuplements feuillus ou résineux le plus souvent ;
- Forêt souvent ouverte formée d'arbres de toutes tailles et de tous âges en mélange ;
- Forêt avec présence d'un épais sous-bois composé d'un grand nombre d'espèces secondaires limitant l'accessibilité et favorisant la propagation des feux ;
- Productivité moyenne annuelle très faible ;
- Utilisation de toutes les formations forestières comme terrains de parcours avec toutes les conséquences.

La distribution de la végétation en Algérie dépend en majeure partie du climat, en effet celui-ci conditionne la répartition spatiale des espèces, et par conséquent la biodiversité végétale et animale. La forêt Algérienne ne fait guère exception à la règle, en effet la distribution des essences forestières, et espèces animales fait suite aux climat de l'Algérie, et leur distribution se fait donc essentiellement du nord humide à subhumide en allant vers le Sud ou le couvert forestier est moins important, en passant du semi aride à l'aride, et en fonction de l'étude de la **FAO (1992)** pour le développement du secteur forestier en Algérie on distingue les principales formation forestières suivantes :

- **Les pineraies de pin d'Alep** comportent un capital sur pied assez pauvre, de 11 à 54 m³/ha

- valeurs extrêmes - (**DGF, 2005**) avec une moyenne de 45 m³/ha, et un accroissement moyen annuel de 1,8 m³/ha. Le volume sur pied est présumé fournir 30 m³/ha de bois d'œuvre et d'industrie et 15 m³/ha de bois de chauffage.

-**Les subéraies** (229.000 ha). Il s'agit de peuplements âgés: 61% des subéraies sont constituées de vieilles futaies qui ont subi plusieurs démasclages et devraient être régénérées.

Les taillis et perchis ne représentent que 2,5 % de la surface.

- **Les chênes caducifoliés** (zeen et afarès ; 48.000 ha). Ces peuplements occupent les milieux les plus frais et les altitudes élevées dans la subéraie. Avec sa croissance rapide, le zeen a tendance à recoloniser les subéraies. Les vieilles futaies représentent 56% des surfaces, les taillis et perchis 5% seulement.

- **Le pin maritime**(32.000 ha). Le pin maritime, qui est naturel dans le nord-est de l'Algérie, s'installe dans les subéraies plus ou moins dégradées. Sa régénération naturelle est aisée, sauf en exposition sud.

- **Le chêne vert** est surtout abondant dans le nord-ouest du pays.

Il est à noter toutefois, que les formations forestières en Algérie, dans l'état est jugé dégradé, d'où le plus souvent il est question de garrigue et maquis, dispose d'un large potentiel alfatier, en effet l'Alfa *Stipatenascissimase* trouve dans à peu près la majeure partie du patrimoine forestier algérien, estimé à 30000 t/an vers les années 90 (**WEBMASTER 1**), les ressources alfatières, à l'image de la forêt algérienne est en nette régression.

I.3-Conclusion

Face à la problématique actuelle, qui est le développement durable du patrimoine forestier en Algérie, il est important de trouver des alternatives de protection et de conduite durable, en aménageant les forêts Algériennes et en faisant face aux diverses problématiques identifiées de sorte qu'il puisse y avoir une politique réelle de développement à long terme des forêts Algériennes.

Chapitre III :
Problématique
des forêts Méditerranéennes
- les feux de forêts -

II-Problématique des forêts méditerranéens - les feux de forêts

La forêt algérienne se trouve confrontée à diverses problématiques qui sont le plus souvent l'œuvre ou résultat de l'intervention humaine, en effet les principales contraintes sont les incendies de forêts.

Les incendies de forêts sont responsables de dégâts très importants. Ils détruisent aussi des paysages et des milieux forestiers. Ces espaces sont précieux et souvent très longs à se reconstituer. Il en résulte de très lourdes charges pour la société toute entière, pour l'Etat et les collectivités locales en particulier. La politique forestière pratiquée dans notre pays commence à s'inspirer de l'expérience des pays avancés dans le domaine et prendre en considération les innovations scientifiques en matière de gestion et protection du patrimoine forestier dont la mise en œuvre de politiques adaptées exige une bonne connaissance. **(Missoumi, 2003)**

II.1- Historique des feux de forêt en Algérie

II.1.1- Pendant la période coloniale :

Cette période a été fatale pour notre patrimoine forestier, en effet 3.176.161 hectares ont été brûlés pendant la période allant de (1885 - 1962) (Tab.3), soit une moyenne de 40.720 hectares incendiés annuellement **(Belgherbi, 2002 in Abdi, 2014)**.

Le même auteur a souligné que l'année qui a marqué la superficie incendiée la plus élevée est celle de 1956 avec une superficie de l'ordre de 204.220 hectares ; par contre l'année qui a enregistré une faible superficie incendiée est bien celle de 1929 avec une superficie de 1.583 hectares.

II.1.2- A l'indépendance :

Ainsi, à l'indépendance, la forêt algérienne n'occupant plus que 3.200.000 hectares, ce qui correspond à environ 1,3 % de la superficie totale du pays et 10 % de la superficie du Nord.

Après l'indépendance, la forêt algérienne n'a pas été épargnée par les incendies de forêt. En effet, de 1963-2012, notre forêt a payée un lourd tribut aux feux qui a été caractérisée par deux pics enregistrant ainsi les plus grandes superficies incendiées, en l'occurrence l'année 1983 avec une superficie incendiée de 221.367 hectares et l'année 1994 avec une superficie incendiée de 271.597,79 hectares **(Belgherbi, 2002 in Abdi, 2014)**.

II.1.3- Après l'indépendance :

Les raisons avancées par les services des forêts sont principalement les conditions climatiques très favorables au déclenchement des incendies de forêts, à savoir une faible hygrométrie et une sécheresse persistante qui ont marqué ces deux années à cela s'ajoute les contraintes conjoncturelles pour la deuxième année (1994).

Meddour et al (2013) ont analysés le bilan des incendies des forêts en Algérie durant la période s'étalant de 1980 jusqu'au 2012, et ils ont trouvés que le nombre des incendies se varie de 562 feux en 1989 à 5000 départs en 2012. Ces auteurs ont conclus que cela témoigne d'une incapacité à agir sur les causes de départs de feux.

II.2- Comportement du feu :

L'expression « comportement du feu » décrit les processus d'éclosion, de développement, de propagation et éventuellement de régression et d'extinction d'un feu de forêt (**Robertson, 1979 in Abdi, 2014**). La combustion exige la présence en proportion convenable de trois éléments, à savoir : le combustible, l'oxygène et la chaleur. Le combustible et l'oxygène existent en abondance en forêt. Le seul élément qui manque pour compléter le symbolique triangle du feu est une source de chaleur suffisante.

Selon **Jappiot et al (2002 in Abdi, 2014)** ; le risque est composé de différents éléments imbriqués.

Tableau n°02 - Les éléments du risque d'incendie de forêt

(Source : **Jappiot et al, 2002 in Abdi, 2014**)

Risque					
Aléa				Vulnérabilité	
Occurrence		Intensité		Enjeu	Parade
Probabilité d'éclosion	Probabilité d'incendie	Surface menacée	Intensité de l'incendie		

II.3- Les différents types de feu :

Une fois éclos, un feu peut prendre différentes formes, chacune étant conditionnée par les caractéristiques de la végétation et les conditions climatiques dans lesquelles il se développe. Les feux de forêts peuvent être de quatre types (**Abdi, 2014**)

II.3.1- Les feux de sols :

Ce sont des feux qui brûlent sous la surface du sol, le combustible qui l'alimente est

composé de matières organiques partiellement décomposées. Ces feux se propagent lentement, en raison du manque d'oxygène. Leur présence est souvent difficile à déceler, car même s'ils dégagent beaucoup de chaleur, ils diffusent en général que très peu de fumée.

II.3.2- Les feux de surface :

Dit aussi feux courants, se propageant dans les sous-bois des forêts. Ils brûlent l'herbe et les broussailles. Ils peuvent être de faible, de moyenne ou de forte intensité selon la quantité de combustible disponible. Ils peuvent avoir comme origine un feu de sol ou se terminer en un feu de sol susceptible de se transformer en un nouveau feu de surface après l'intervention des pompiers.



**Figure n°01 : Un incendie au niveau de la forêt domaniale des Sdamas Chergui
(Source : CFT, 2018)**

II.3.3- Les feux de cime :

On qualifie les feux de cime lorsqu'ils sont localisés au niveau des arbres et qu'ils brûlent plus de 90 % de celles-ci. Ils se développent généralement au sol, montent le long des arbres en brûlant sur leur passage feuilles, aiguilles et même certaines branches.

Indépendant où dépendant des feux de surface, ils libèrent en général de grandes quantités d'énergie et ont une vitesse de propagation très élevée. Ce sont les ligneux hauts qui assurent la propagation verticale en direction des cimes (Abdi, 2014).

II.3.4- Les braises :

Les braises sont produites par des feux de cimes ou pour certaines conditions de vent et de topographie. Ces braises sont transportées à distance et sont alors à l'origine de foyers secondaires. Les grands brandons peuvent brûler longtemps et être transportés très loin (jusqu'à 10 ou 20 Km dans les cas exceptionnels) (Colin et al, 2001 in Abdi ,2014).

II-4 Les facteurs de déclenchement d'un incendie de forêt :

Les indicateurs essentiels qui favorisent ces feux sont principalement :

- le déclenchement (chaleur, absence de précipitation, pyromane, etc.)
- la rapidité de propagation (nature du terrain, de la végétation, humidité)
- l'orientation des vents et absence d'obstacles naturels (rivières).
- ainsi que les paramètres géographiques de la région, qui guident la mise en place de plans d'intervention en temps réel à savoir:
 - a) La topographie (terrain accidenté ou non)
 - b) Les accès (réseaux routiers, pistes)
 - c) Les agglomérations (les habitants, les sites stratégiques) (Belhadj-Aissa et al, 2003).

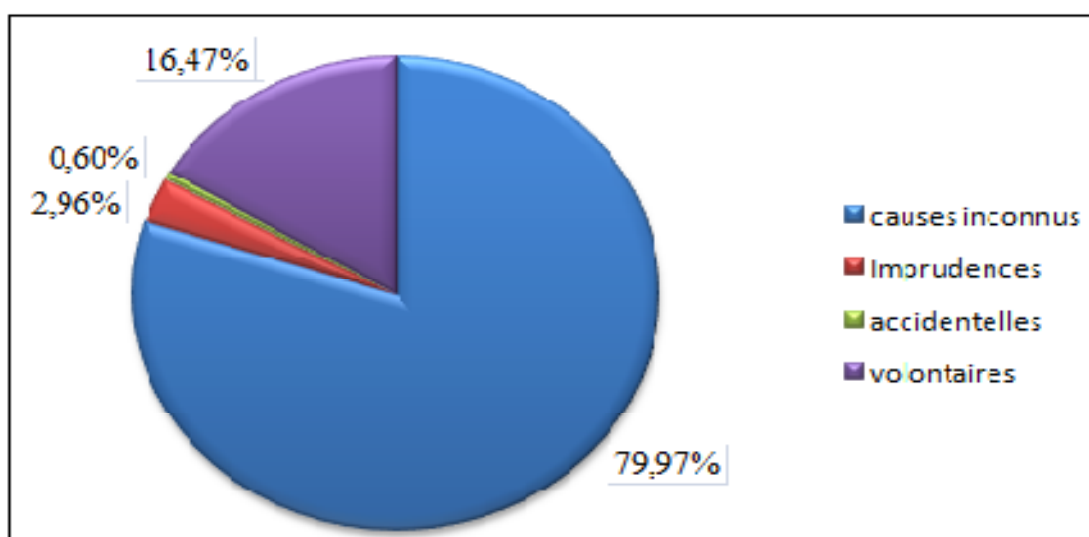


Figure n°02 : Classements des foyers d'incendies par catégories de causes en Algérie (Meddour et al., 2013)

II- 5 Répartition des incendies par type d'essences :

Ce sont les forêts de pin d'Alep et de chêne liège qui payent le plus lourd tribut face aux incendies. Entre 1985 et 2006, ce sont près de 222 204,72 ha de pinède et 163 420,55 ha

de subéraies qui ont brûlé soit 49,45%.

La majorité des forêts algériennes est constituée de pin d'Alep, une essence très combustible, ce qui explique donc l'importante superficie incendiée de celle-ci. En revanche pour le chêne liège cette superficie incendiée, est due au fait que, cette espèce est concentrée dans la région Est du pays où s'exerce une forte pression anthropique (Arfa, 2008).s

II-6 Dégâts :

En se référant à l'anatomie et à la physiologie des arbres, on comprendra le dommage que leur cause le feu. Bien sûr quand tout est brûlé (feu de cime), il est clair que le dégât est la destruction totale.

Mais souvent un feu de broussaille ou un feu courant a simplement effleuré les troncs, à première vue ils sont intacts, mais en réalité, la chaleur dégagée a atteint le cambium, assise vitale des arbres que l'on voit dépérir progressivement pendant les années suivantes.

Au mieux les arbres survivent toujours, mais ils ont des blessures qui entament leur écorce et provoquent des pourritures, les rendant inaptes à leur usage normal le bois d'œuvre est sensible aux vents de tempête. (BARY-LENGER et al, 1979)

II-7 Impact du feu sur la germination de graines :

Tous les feux des régions à climat méditerranéen, touchent des paysages qui ont déjà brûlé par le passé. Par conséquent, la végétation forme une mosaïque, qui relate l'histoire des feux, certaines parties ayant été brûlées plus que d'autres, sur une période donnée. Les espèces tuées par le feu, se reproduisent par germination de la graine dépendant de la fréquence des feux pour persister dans les communautés incendiées. En effet pour ces espèces, l'espacement entre les feux successifs doit être suffisant pour permettre aux individus de produire des graines et d'alimenter la banque de semences du sol. Ce pas de temps, varie selon les espèces (Amraoui, 2014)

II-8 Stratégie actuelle de gestion des incendies :

II-8-1 La Prévention :

1. La sensibilisation et la surveillance

2. La législation :

- La loi 84/124 du 23 juin 1984, qui, en application de ses articles 19, 20 et 23 rend nécessaire la participation des structures dans la lutte ;

- Le décret 87-44 du 10 février 1987, fixant les règles et les normes de prévention contre les feux de forêts
- Le décret 87-45 du 10 février 1987, portant l'organisation et la coordination des actions en matière de lutte contre les feux de forêts ;

3. La coopération avec les différents acteurs PFF.

II-8-2 La prévision :

1. Détection (postes de vigie et BMF)
2. Ouverture et aménagement de Pare-feu
3. Ouverture et aménagement de pistes
4. Construction de points d'eau

II-8-3 La lutte :

La première intervention par les forestiers se fait à l'aide de petit outillage (pelles, pioche, batte à feu etc.), ou avec CCFL: Véhicule avec citerne 600 L.



**Figure n°03 : Intervention des forestiers dans un incendie.
(Source : CFT 2018)**

Si l'incendie devient important les forestiers font appel à l'intervention de la protection civile avec des moyens lourds (CCFM, CCF, etc) (Meddour, 2013).



Figure n°04 : Intervention des agents de la protection civile dans un incendie.
(Source : CFT 2018)

Chapitre III :

SIG et Télédétection

III- SIG et Télédétection :

Les cartes 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 de phénomènes environnementaux. Les Systèmes d'Information Géographique (SIG) et la télédétection sont devenus des outils incontournables pour la compréhension et le suivi des phénomènes dynamiques et, une nécessité pour l'orientation d'investissement et disposer d'arguments valables pour la prise de décisions (**Missoumi, 2003**)

La télédétection peut suivre l'événement pendant le temps de la catastrophe. La place du satellite le rend idéal pour l'organisation et la gestion opérationnelle de l'événement. Finalement, la télédétection peut contribuer à l'estimation des dégâts et après cela, elle peut être utilisée pour dresser une carte de la nouvelle situation et mettre à jour la base de données.

Dans ce travail, nous nous intéresserons à la présentation de l'utilisation de la télédétection et des SIG pour la gestion des risques de feux de forêts dans lesquels nous avons contribué directement à mettre en place ces nouvelles technologies avec la collaboration des services de la protection civil de notre pays.

Ces dernières années, les données issues des satellites d'observation de la terre associées aux différents types d'informations liées à ce phénomène intégrées dans un système d'information géographique se sont avérées comme une option viable de suivi des urgences, d'identification des zones à risques et de cartographie de l'étendue des feux (**Belhadj-Aissa et al, 2003**).

III.1 Définition des systèmes d'information géographique SIG :

Beaucoup de définitions ont été données au terme de SIG et la littérature en regorge selon que l'on soit dans tel ou tel domaine mais nous ne donnerons ici que deux d'entre elles.

La première est américaine et émane du Comité fédéral de coordination inter agences pour la cartographie numérique (1988) qui définit le SIG comme étant un « Système informatique, de logiciels et de processus conçus pour permettre la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation et l'affichage de données à référence spatiale afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion » ;

La deuxième est française et est donnée par M. DIDIER dans une étude pour le Conseil National de l'Information Géographique en 1990 et qui considère un SIG comme un

« Ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision ».

Donc, un SIG peut être défini comme étant un système complexe de moyens humains et matériels permettant à partir de diverses sources, de saisir, organiser, conserver, combiner, extraire, transmettre et afficher des données géo référencées décrivant et représentant une partie du monde réel, offrant ainsi aux professionnels les données nécessaires pour réaliser des analyses spécialisées et des modélisations spatiales pour pouvoir modifier la réalité.

C'est un cas particulier de systèmes d'information ; il permet de relier des données à des entités physiques, des événements ou des activités localisées assimilables à des formes géométriques telles que le point, la ligne ou la zone. **(Abdelouahab& al ,2003 in Bouacha, 2013)**

III.1.1 Les Composantes d'un SIG

Les SIG sont un « ensemble comportant des logiciels, des matériels et des données informatiques, ainsi que des spécialistes, destiné à faciliter la manipulation, L'analyse et la présentation de l'information géoréférencée. » **(GILLIOT.J.M ,2000).**

Ils offrent toutes les possibilités d'une base de données (telles que requête et analyses statistiques), et ce à travers d'une visualisation unique et d'analyses géographiques propres aux cartes.

Le système d'information géographique (SIG) est conçu pour la modélisation et distribution spatiale des phénomènes. Il se compose d'une base de données géographique (B.D.G), d'une boîte d'outils contenant des procédures d'analyse, de gestion, de saisie et de représentation ainsi qu'une interface utilisateur.

III.1.2 Les différents modes d'un SIG

Il existe deux modes pour la représentation de l'information géographique : le mode vecteur et le mode raster.

III.1.2.1. Mode vecteur :

Le mode vecteur répond au souci de représenter un objet de manière aussi exacte que possible. Les unités spatiales d'observation sont elles même des objets spatiaux (point, ligne et zone). Ces derniers sont décrits par leur position, leurs relations avec d'autres objets et

leurs attributs (caractères non spatiaux).

Ce mode donne une représentation plus conforme au monde réel. La localisation des objets, leurs dimensions et les distances sont calculées avec précision.

III.1.2.2. Mode raster

Ce mode est simple, car les données sont stockées sous forme de tableaux et sont de se fait faciles à manipuler par un ordinateur. Certaines données (images satellitaires) se présentent directement sous cette forme et leur acquisition est immédiate. De même, les croisements des données sont faciles à réaliser, puisque toutes les grandeurs sont ramenées à la même unité de base : la cellule (ou le pixel).

III.1.3 Intérêt des SIG :

Les SIG ont tous l'usage des cartes puisqu'ils sont capables de produire des cartes. Mais ils permettent en plus :

- D'établir une cartographie rapide et de mettre en place des processus spatiaux interactif.
- De réunir dans un même système des données de sources différentes et de les combiner entre elles.
- De réagir rapidement auprès des événements ou des catastrophes ayant un impact sur le territoire.

Les SIG sont capables de superposer des cartes de les combiner, cette notion est absente dans la cartographie ordinaire, qui est dû aux problèmes des échelles.(Gourari, 2005)

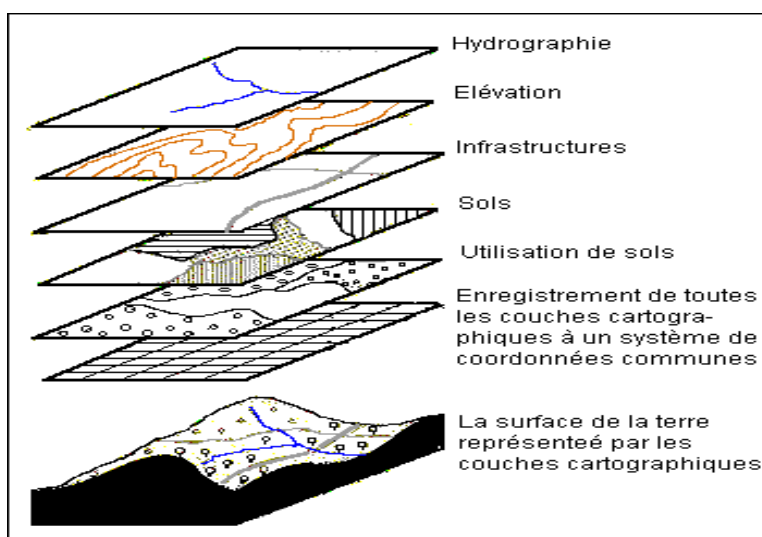


Figure n°05: Superposition des couches d'information dans un SIG

(Gourari, 2005)

III.2 Définition de la télédétection

La télédétection est un ensemble de méthodes et de techniques intervenant dans une nouvelle stratégie de l'étude et du suivi des différents phénomènes naturels ayant une incidence directe sur l'homme et son environnement, la télédétection est en fait l'analyse spatial d'un écosystème à partir de l'utilisation et l'interprétation de photographies aériennes et/ou imageries satellitaires dans le but étant d'établir un diagnostic précis et une évaluation de l'ampleur d'un phénomène naturel , de manière à orienter les diverses actions d'aménagement requises et entrant dans le cadre du développement durable des écosystèmes. **(Bouacha, 2013)**

La télédétection permet entre autre une gestion efficace du patrimoine naturel, à travers une cartographie et un inventaire de l'ensemble des ressources disponibles sur le terrain, il est évident qu'aujourd'hui les analyses spatiales permirent une appréciation meilleure des phénomènes naturels, de mieux les comprendre, de connaître leurs processus de déroulement mais aussi d'évaluer l'ampleur de leur influence sur l'écosystème et environnement de l'homme. **(Bouacha, 2013)**

III.3. Principe de la télédétection :

La télédétection a pour principe l'exploitation maximale des données spatiales à savoir imageries satellitaires et photographies aériennes, ceci est appelé la photo-interprétation.

III.3.1. La photo-interprétation :

La photo-interprétation est une des disciplines de la cartographie, dont le principe de base est l'utilisation, le traitement, et l'exploitation de photographies aériennes de manière à en soustraire les données disponibles caractérisant le potentiel biologique du milieu **(Bensaid,2006)**, celles-ci serviront à faire l'inventaire synchronique et diachronique du potentiel biologique , en s'appuyant sur une bonne connaissance des ressources en place et des conditions écogéographiques. **(Bouacha ,2013)**

En plus des données statiques, la photointerprétation permet d'assurer un suivi dans le temps et l'espace de la dynamique de végétation des écosystèmes, surtout ceux sérieusement menacés ou affectés par les effets d'un phénomène naturel, telle que la désertification. Elle permet aussi une planification des activités des actions, et des interventions sur terrain basées sur une connaissance plus précise et une vision plus large des

processus de dégradation de la végétation.

III.3.2. L'imagerie satellitaire :

La télédétection permet l'acquisition à distance de scènes terrestres, à partir desquelles on peut extraire les objets d'intérêt. Ceci exige non seulement la maîtrise du processus de télédétection, mais aussi l'interaction entre le rayonnement électromagnétique incident et les objets.

La portion, réfléchi de ce rayonnement et modifiée par l'atmosphère constitue l'entrée de base des systèmes de télédétection opérant dans les bandes spectrales allant du visible à l'infrarouge. (**Bouacha, 2013**). Grâce donc aux différents satellites en orbite autour de la terre et disposant de capteurs infrarouges, le résultat final sera une image satellitaire avec une panoplie de couleur, et dont chacune correspond à un objet bien précis sur terrain suivant le degré de réflexion des rayonnements électromagnétiques de chaque objet.

Selon **Pouchin (2001)**, l'aspect multi spectral des données de télédétection offre un atout crucial dans la caractérisation des objets dans une large bande spectrale. Quant à l'aspect multi résolution le passage d'une échelle fine à une échelle plus petite est tout à fait possible.

III-3-3 Intérêt de la télédétection :

L'imagerie satellitaire et à travers elle la télédétection permet :

- De dégrossir la recherche des secteurs dégradés (parcours steppiques et terrains agricoles ensablés) en donnant une vue synoptique d'un territoire qu'on veut analyser et aménager.
- de comparer dans l'espace et dans le temps les différentes mutations des unités constituant les différents paysages de la région d'étude.
- de localiser les zones où la régénération est possible et les zones où il faut intervenir en urgence pour limiter et atténuer les dégâts (**Bouacha, 2013**).

III.3.4. Principaux satellites d'observation de la terre :

On distingue les satellites géostationnaires placés sur une orbite équatoriale à 35800 km d'altitude. Ceux sont généralement des satellites météorologiques. Les satellites de télédétection à défilement ont une orbite quasi-circulaire polaire à une altitude située entre 700 et 900 km.

Ces satellites ont une orbite héliosynchrone, c'est –à-dire que le satellite survole une latitude donnée à une heure locale sensiblement constante d'une révolution à l'autre. Ceci

permet de bénéficier d'un éclaircissement solaire assez peu variable. Le satellite américain LANDSAT, le satellite ASTER. Le satellite français SPOT et le satellite algérien ALSAT1 appartiennent à cette catégorie (**Hachemi, 2014**).

III.4. Conclusion

La cartographie est l'un des outils essentiels de la cartographie des risques d'incendie, non seulement pour la bonne connaissance du massif forestier, mais aussi pour l'ensemble des opérations de terrain, durant la phase de préparation de la carte de risque d'incendie. Cette cartographie n'est pas figée, la base de données cartographiques constituée sera mise à jour en permanence.

Désormais, l'emploi de logiciels de cartographie, ou Systèmes d'Informations Géographiques, est devenu incontournable en cartographie des risques d'incendie. Grâce à ces puissantes bases de données, les possibilités d'analyse de l'information sont décuplées et de nombreuses cartes thématiques peuvent être éditées à la demande. Ainsi, il devient possible d'éditer des cartes de répartition de la ressource à différentes échelles.

Chapitre IV :

*Présentation de la
zone d'étude*

IV. Présentation de la zone d'étude :

IV-1 Introduction

La forêt des Sdamas Chergui, se trouve dans l'Ouest du pays, elle chevauche sur le territoire de deux Wilayas, qui sont Tiaret et Mascara. Cette forêt s'étend sur une superficie de 44000 hectares. Elle est parsemée par une multitude d'enclaves, qui sont utilisées par l'agriculture. La vallée la plus importante est celle de Oued Louhou ; d'une superficie de 1500 hectares.

IV.2 Situation de la forêt des Sdamas Chergui

La forêt des Sdamas Chergui appartient à l'Atlas tellien et au sous bassin versant d'Oued Mina.

IV.2.1 Situation géographique

La forêt des Sdamas chergui fait partie des monts de Frenda. Elle est située entre les parallèles 35° 5' et 35° 20' de latitude nord, et entre les méridiens 0° 47' et 1° 30' à l'Est de méridien international (Greenwich), elle est limitée :

Au Nord-Est par des Ouled Ben Affane. (Limite administrative)

Au Nord-Ouest par la rupture de pente qui délimite la zone montagneuse.

Au Sud par la route nationale N°14 qui relie Frenda à Tiaret, en allant vers Mascara, avec des rentrants et des sortants selon la topographie,

A l'Est par une limite naturelle. C'est le relief qui détermine la limite de la forêt.

A l'Ouest par l'Oued Tat, dans la partie septentrionale, et par la rupture de pente des djebels, qui sont parallèles à ce même Oued, dans la partie sud. (CFT, 2016)

IV.2.2 Situation administrative

La forêt des Sdamas chergui, dépend de la daïra de Frenda, de Medroussa et MechraâSfa. Elle se trouve presque en totalité dans la Wilaya de Tiaret ; elle s'étend sur les communes suivantes :

- Frenda, Medroussa, Sidi-Bakhti, Si Djillali Ben Amer, Mechraasfa (wilaya de Tiaret)

-Ain Ferrah (daïra de Tighenif wilaya de Mascara).

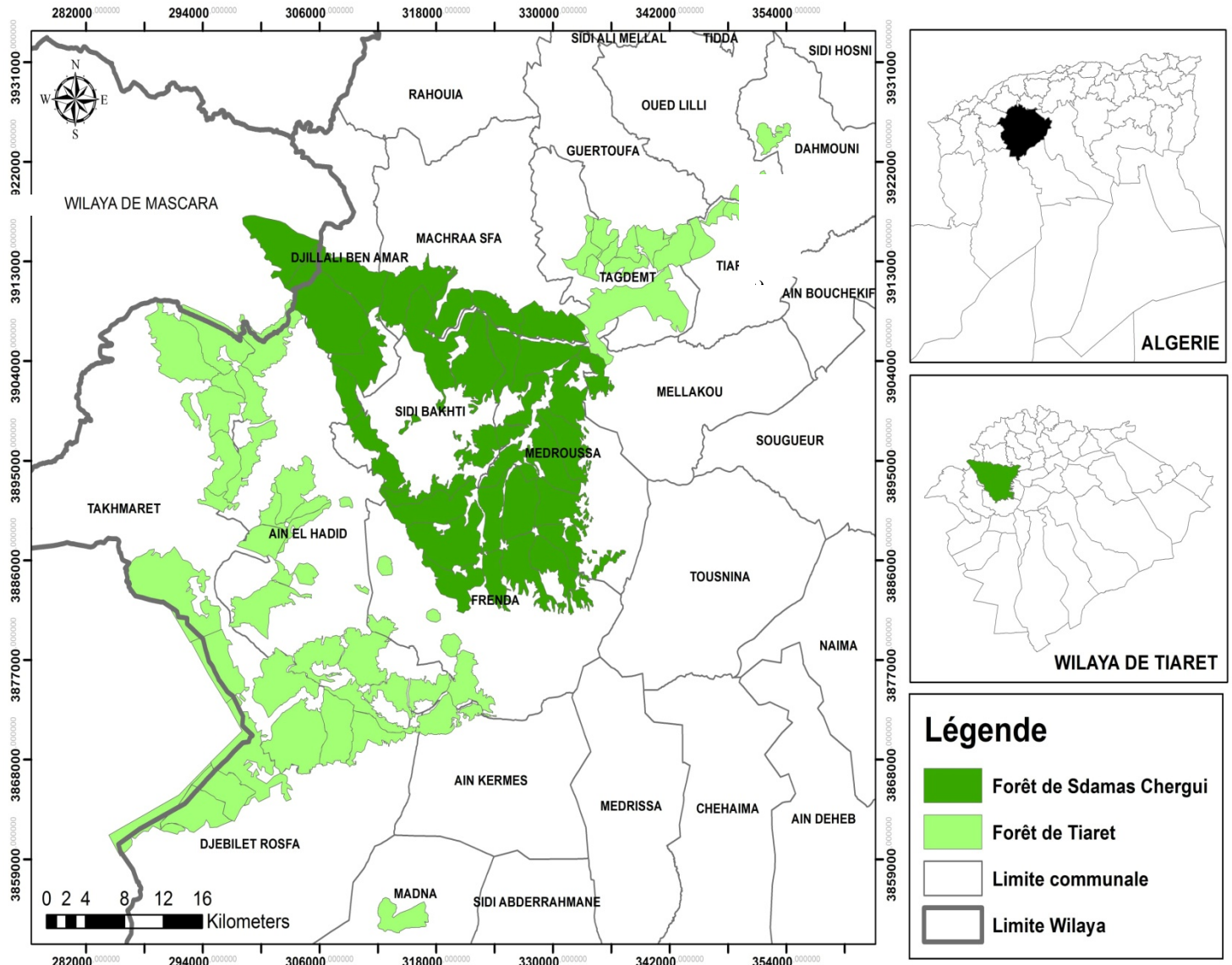


Figure n°06 : La carte de situation de la région d'étude

IV.2.3 Situation forestière

Conservation de Tiaret.

Circonscription de Medroussa et circonscription de Frenda.

District de Medroussa, Frenda et MechraâSfa.

Le canton d'Oued Tat fait partie de la circonscription des : de Tighenif Conservation de Mascara.

IV.2.4 Situation cartographique :

La forêt des Sdamas chergui est une forêt domaniale, qui compte 54 cantons et couvre une superficie de 44000 ha ; elle est fortement enclavée. Le Fond cartographique englobe cinq cartes d'état Major(CFT, 2020).

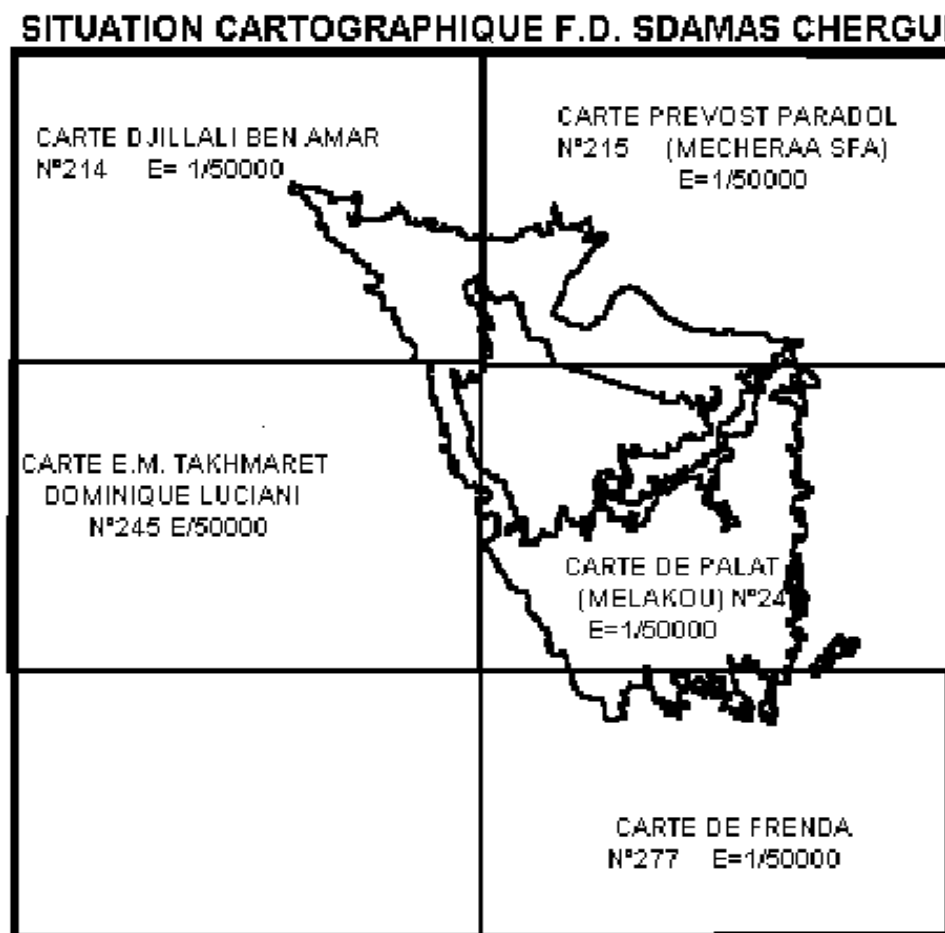


Figure n°07. Le fond cartographique de la région d'étude

(Gourari, 2005)

IV.3 Description du milieu physique

IV.3.1 Relief

La forêt des Sdamas chergui, occupe un massif montagneux que l'on appelle les monts de Frenda, Il constitue le dernier contre fort de l'atlas tellien. Le point culminant est à 1244 m au djebel Adjdar, dans le Sud-est de la forêt ; ses Coordonnées sont (362,363), (220,201)

Ce massif montagneux dont les altitudes varient entre 800 m et 1250 m est lacéré par un réseau hydrographique bien encaissé de direction générale Nord Sud, ce qui a donné naissance à une topographie présentant plusieurs lanières ; de même direction que les Oued set aux sommets plats, due à la structure géologique. Les altitudes diminuent progressivement en allant du Sud- est vers le Nord-ouest.

D'une manière générale on a un relief peu accidenté dans la partie Est, vallonné dans le centre et le Sud. Les versants sont convexo-concave, avec parfois une longue concavité basale. La partie Ouest et Nord-ouest est très accidentée, elle présente des versants à pente forte, et des abrupts qui dépassent parfois les dix mètres (10m) de hauteur due, essentiellement à la géologie, gros bancs de calcaires et de dolomies.

La forêt domaniale des Sdamas Chergui présente un relief mouvementé en générale, l'altitude moyenne va en s'accentuant de l'Ouest vers l'Est, et dans la partie Sud et Sud-Ouest où se situe le point culminant à 1244 m au djebel Adjdar. (Fig n°08 : Carte des altitudes du massif forestier des Sdamas Chergui) **(Source : CFT, 2016).**

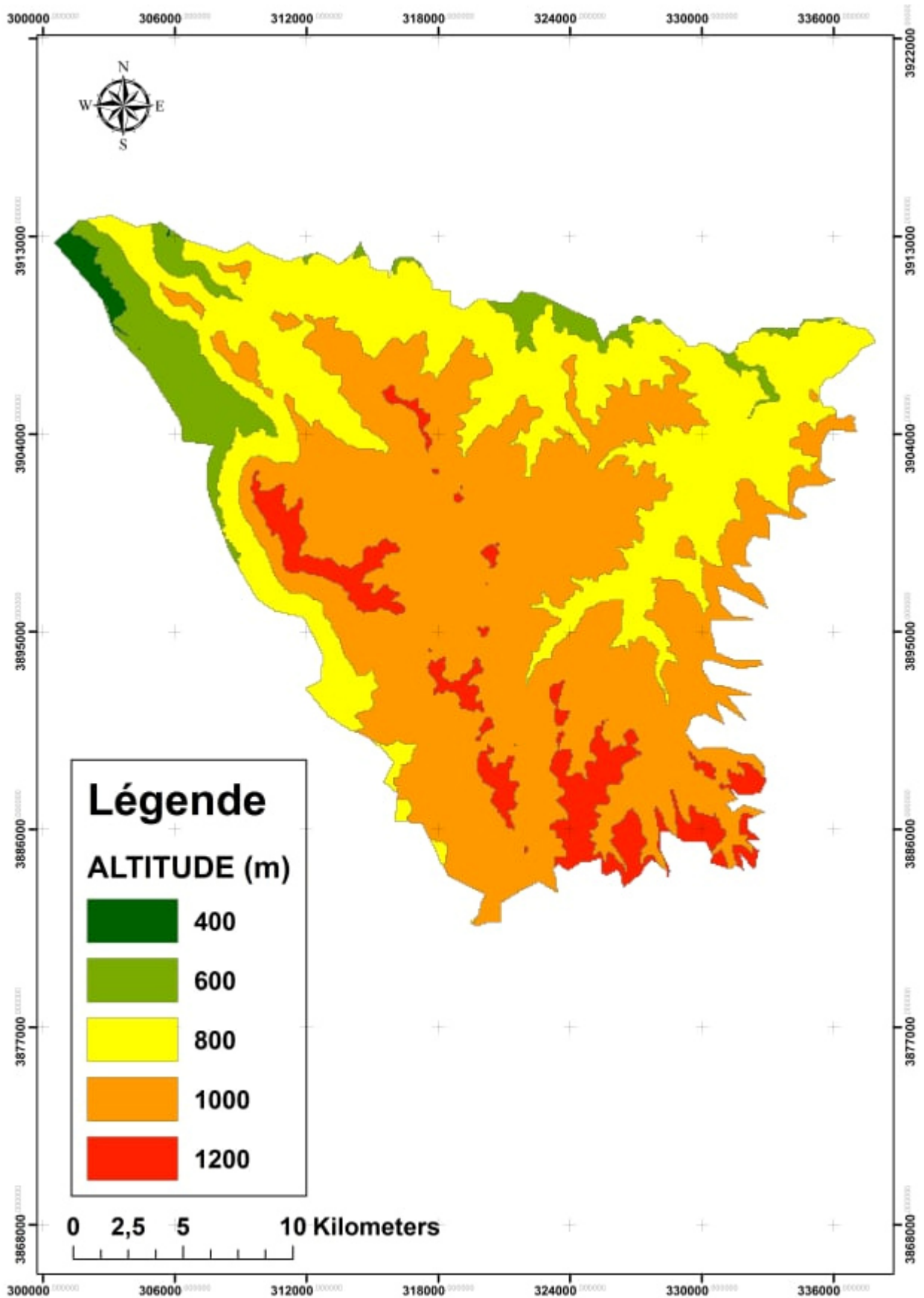


Figure n°08 : La carte des altitudes du massif forestier des Sdamas Chergui

IV.3.2 Les pentes :**Tableau n°03 : Les classes de pentes (CFT : 2016)**

Pentes	0% < P < 15 %	15 % < P < 30 %	30% < P < 60	P > 60%.
Classes de pente	Classe de faible pente	Classe de moyenne pente	Classe de forte pente	Classe de pente très forte
Taux	30.31 %	33.41%	32.08 %	4.18 %

IV.3.3 Hydrographie

La Forêt des Sdamas Chergui est drainée par un réseau hydrographique dense, bien hiérarchisé et très encaissé. Cet ensemble d'Oueds et de chaâbats collectant les eaux de pluies et des sources et les acheminent vers l'aval de l'Oued Mina. L'Oued louhou et l'Oued Medroussa sont les deux principaux Oueds qui traversent notre forêt du Sud au Nord. Ils sont à écoulement permanent et présentent trois niveaux d'écoulement, le chenal d'étiage, le lit apparent et le lit majeur qui n'est inondé que durant les crues exceptionnelles. Ils présentent aussi des vallées en forme de U, comme dans tout le bassin méditerranéen, l'écoulement dans nos Oueds se réduit à un mince filet d'eau qui coule le long du chenal d'étiage, durant la saison sèche.

Ces deux principaux Oueds ont une multitude d'affluents (Oueds secondaires et chaâbats) qui viennent grossir leurs débits pendant la saison pluvieuse.

Dans la partie Ouest de la forêt un nombre important d'Oueds secondaires et de chaâbats, coulent du Sud-est vers le sud-ouest perpendiculairement à l'Oued Tat, dans lequel ils se jettent dans la partie Nord dans le grand Oued mina. Il existe d'autres Oueds, peu importants (Oued Messarhid, Oued Cherchar, Oued Safsaf, Oued Belhadri qui prennent naissance dans les djebels Cheurfa, Rekhma, Rhezala et qui se jettent directement dans le barrage de Bakhdda. (**Gourari, 2005**)

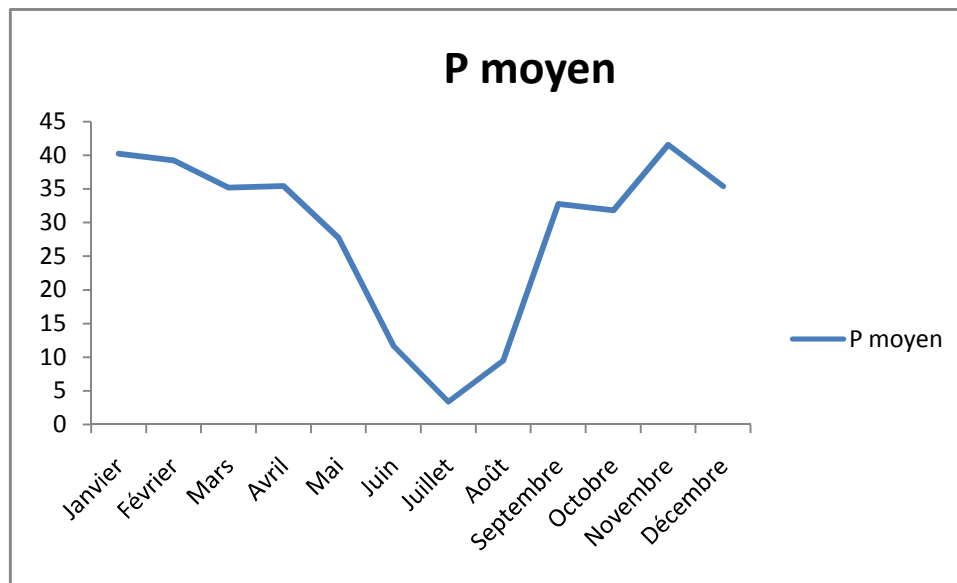
IV.3.4 Etude climatique :

Parmi les facteurs qui influent sur la variabilité du milieu le climat, qui est défini comme étant l'interaction de l'ensemble des facteurs (température, pluviométrie, vent,...). Ces facteurs influent considérablement sur la répartition des essences forestière d'une part, et sur la production forestière d'autre part.

L'étude climatique pose beaucoup de problèmes d'ordre pratique notamment dans le choix des stations représentatives : disponibilités des données climatiques, périodes d'observation et les représentativités des données.

IV.4.1 Les précipitations :

En Algérie la variation des pluies est d'origine orographique, les paramètres climatiques varient en fonction de l'altitude. Elle diminue de l'est vers l'ouest et du nord vers le sud. Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de 28.6 mm



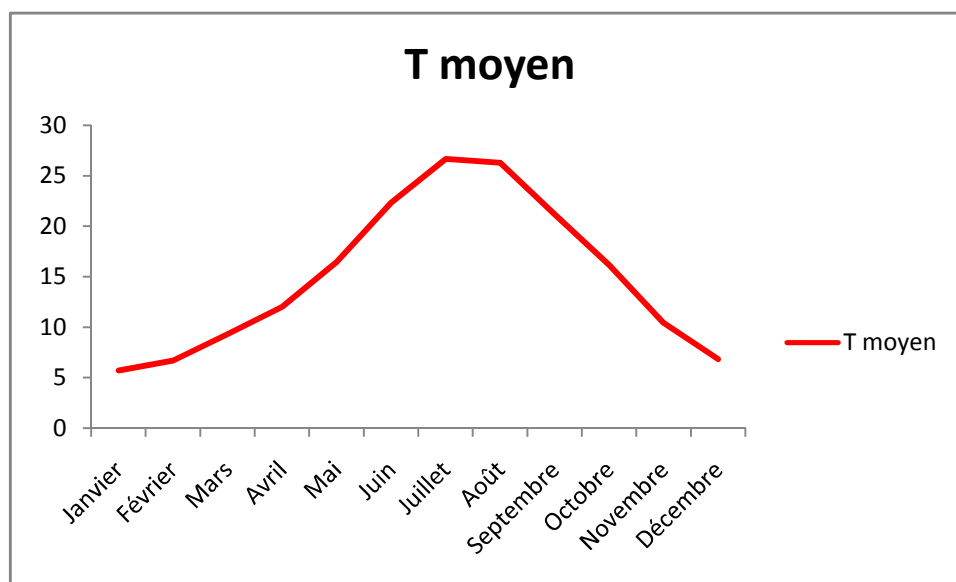
**Figure n°09 : précipitations moyennes de la station de Ain Bouchekif -Tiaret -
(1984 – 2019)**

IV.4.2 La température :

La température joue un facteur limitant dans la croissance des végétaux ; elle est influencée par l'altitude. SELTZER (1943) a préconisé la réduction de 0.4°C par 100 m d'altitude pour les minima et 0.7°C pour 100 m d'altitude pour les maxima à l'échelle de tous le pays d'Algérie.

La température moyenne annuelle est de l'ordre de 14.97 °c.

L'analyse du graphique montre bien que la température suit la loi de Gauss avec le maximum en juillet et Août et le minimum observé dans le mois de janvier et décembre.



**Figure n°10 : précipitations moyennes de la station d'Ain Bouchekif-Tiaret –
(1984 – 2019)**

IV.4.3 Autres facteurs du climat

IV.4.3.1 Le vent :

Le vent joue un rôle important comme facteur dans la dissémination des végétaux. Les vents dominants sont ceux d'une direction nord-ouest ; il y a lieu de tenir en compte dans les aménagements et surtout dans le tracé des TPF. La période estivale est caractérisée par le sirocco, facteur de propagation des incendies ; il augmente le taux d'inflammabilité des espèces surtout les résineux.

IV.4.3.2. L'humidité relative :

L'humidité relative moyenne annuelle est de 59% elle atteint son minimum dans le mois de Juillet Août (inférieure à 40%). Le maximum est enregistré dans le mois de décembre janvier (supérieure à 75%).

IV.4.3.3. Les gelées

Les gelées blanches sont très caractéristiques des hauts- plateaux, le nombre de jour moyen annuel est de 34 jours ; le maximum est enregistré dans le mois de janvier (supérieure

à 10 jours) mais la période de mars et avril reste la plus influente avec une moyenne de 05 jours par mois, elle coïncide avec la reprise de la végétation.

IV.4.3- Approche climatique :

IV.4.3.A- de GAUSSEN

La définition du mois sec d'après **BAGNOULS et GAUSSEN (1954)** est celle où le total des moyennes des précipitations en mm égal ou inférieur au double de la moyenne mensuelle des températures $(M+m)/2$ (en °C), $p \leq 2t$

La détermination de la période sèche est déduite directement de la courbe Ombrothermique : elle est de l'ordre de 06 mois durant la période de 1984 à 2019

L'interprétation des données se fera suivant la forme générale de la courbe : une forme d'aspect globuleux correspond à un climat peu contrasté, si on a affaire à des figures allongées le climat est caractérisé par des saisons à la fois thermiques et pluviométriques. Dans notre cas l'aspect globuleux moins prononcé avec dominance de la période sèche. Elle indique le caractère sec du climat.

Tableau n°04 : Précipitations et températures moyennes mensuelles enregistrées par la station météorologique d'Ain Bouchakif – Tiaret- durant la période 1984-2019 :

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T (°C)	5.7	6.7	9.3	12.0	16.4	22.3	26.65	26.2	21.1	16.1	10.4	6.8
P (mm)	40.2	39.2	35.1	35.4	27.7	11.6	3.3	9.4	32.7	31.8	41.5	35.3

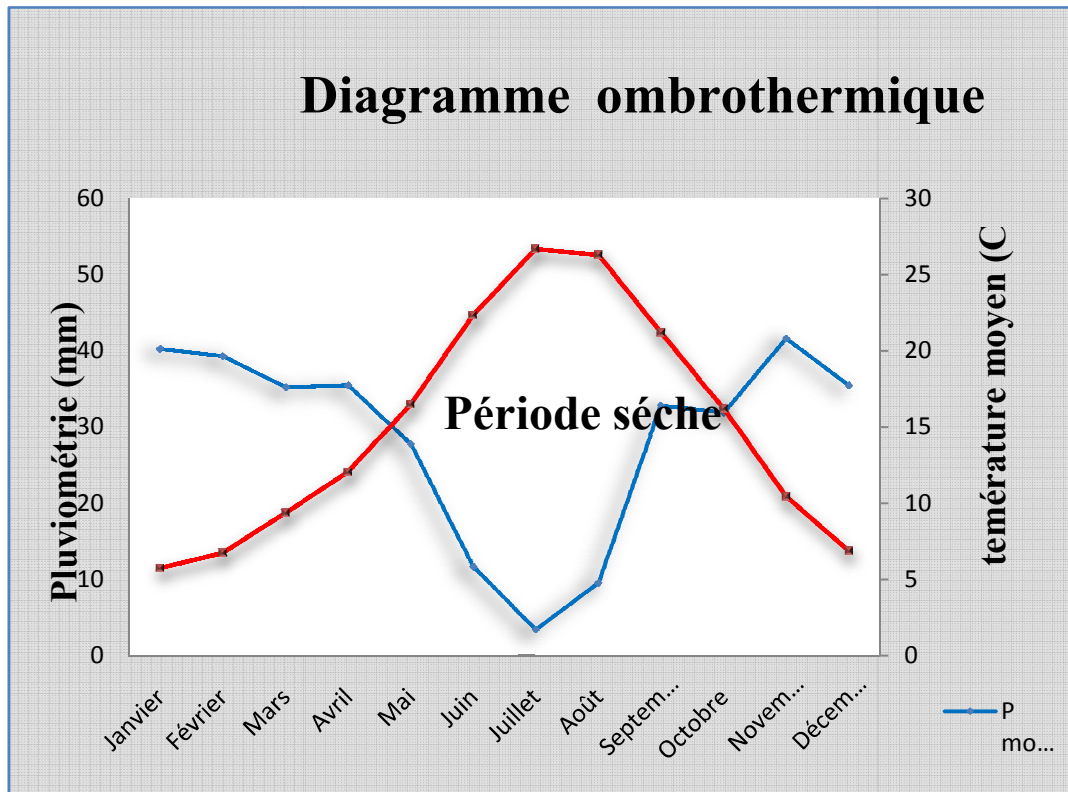


Figure n°11 : Diagramme Ombrothermique Station de Tiaret (1984-2019)

IV.4.3.B- Quotient et Climagramme d'EMBERGER :

La situation bioclimatique est réalisée sur le climagramme d'EMBERGER. Le quotient pluviothermique d'EMBERGER est calculé par la formule de P. STEWART :

$$Q2 = 3.43 * P / (M - m)$$

Q2= quotient pluviothermique

P =précipitation annuelle

M= Maxima du mois le plus chaud

m= Minima du mois le plus froid

$$Q2 = 34,35$$

Dans notre cas la station de Tiaret appartient au semi-aride à hiver frais infer est avec un quotient inférieure aux données moyennes du tell oranais, cela est expliquer par la période de sécheresse que traverse le pays.

Malgré le caractère de plasticité de nos principales essences forestières : (Tetraclinus articulata et pinushalipensus), Le climat dans la période actuelle joue un facteur limitant dans le déficit de régénération et le bon développement des essences. La période de sécheresse augmente la fréquence des incendies dans les peuplements résineux.

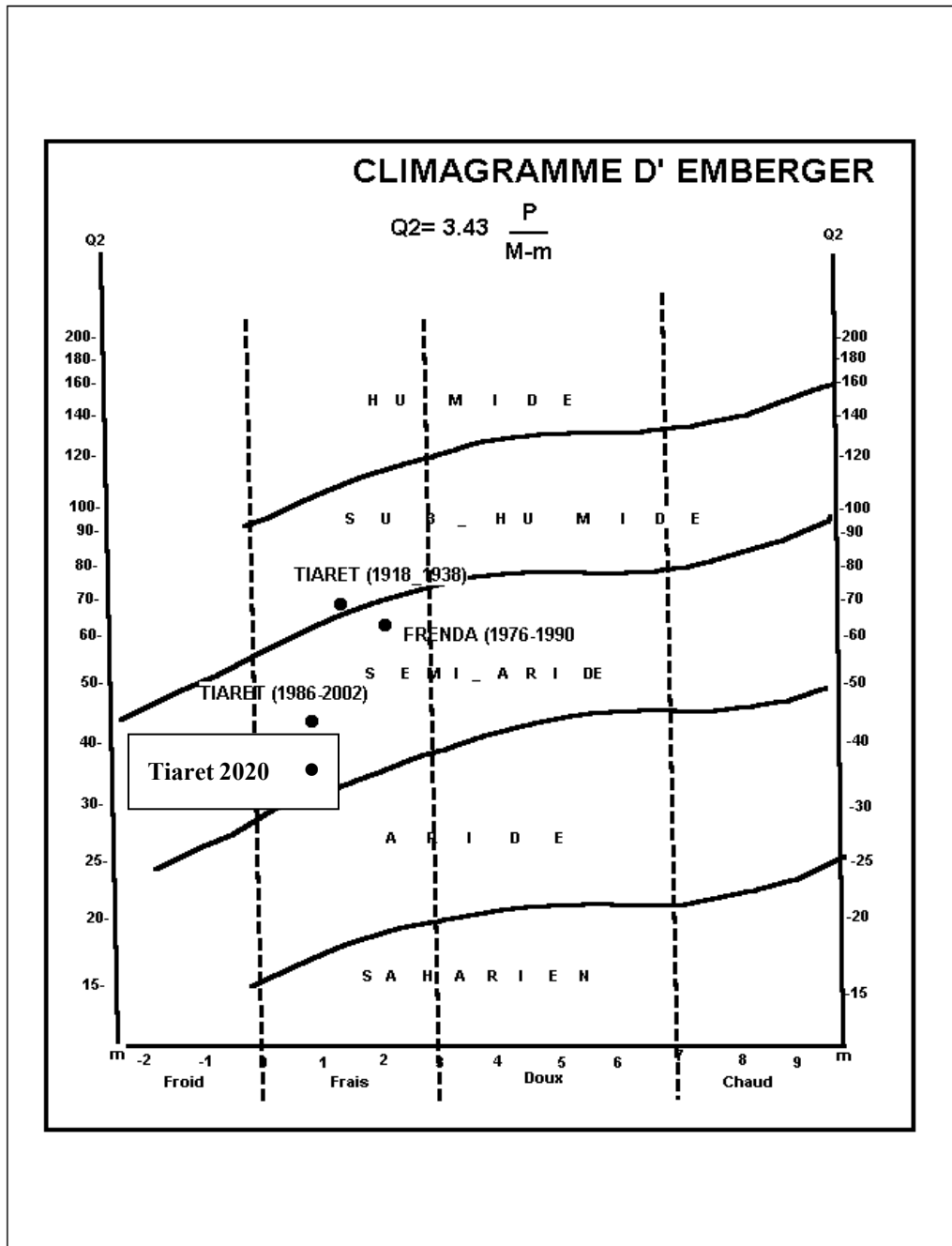


Figure n°12 : Climagramme d'Emberger de la région d'étude.

IV.5 Milieu édaphique

IV.5.1 Lithologie

La forêt des Sdamas Chergui est dominée par des terrains datant du quaternaire et du secondaire (Le crétacé, Le jurassique).

IV.5.2 Pédologie

Suivant les différentes études menées dans la région d'étude : (B.N.E.D.E.R, 1984; KADIK, 1987, B.N.E.F, 1990 et G.T.Z.1990) les types de sols sont donnés suivant la classification françaises (C.P.C.S, 1967). Les différents types de sols rencontrés dans la forêt des Sdamas Chergui peuvent se présenter comme suit :

IV.5.3 Classe des sols minéraux bruts

Ces sols formés sur dolomies et gré calcaire ; sont peu profond inférieur à 20cm. La couleur est due aux matériaux d'origine. La présence des éléments grossiers (graviers, cailloux et blocs) est due à une érosion forte dans les versants avec des pentes jusqu'à 50%, ce sont les lithosols.

IV.5.4 Classe des sols peu évolués :

On rencontre deux groupes de sols peu évolués non climatiques :

Sols lithiques d'érosion : L'horizon de surface est peu développé par rapport à celui des minéraux bruts. Cela est dû, soit à une variation lithologique, soit à un adoucissement de la pente permettant l'approfondissement du sol. La faible profondeur constitue la seule contrainte.

Sols modal d'apport colluvial : Ces sols d'une minéralisation plus poussée, d'un Ph alcalin, d'une texture généralement argilo limoneuse. Ces sols sont très localisés dans la forêt étudiée.

IV.5.5 Classe des sols sesquioxydes de fer :

Les sols rouges méditerranéens se développent sur des roches à bon drainage dans les régions à saison humide. Ces sols rencontrés dans la série I ou l'effet de la compensation hydrique joue le rôle le plus important. Ils ont une valeur forestière certaine par leurs propriétés physiques (porosité, structure de surface etc.).

IV.5.6 Classe des sols calcimagnésiques :

D'une manière générale on peut distinguer deux groupes de sols :

Les Rendzines : ils sont des sols carbonatés, de profil type A/C d'épaisseur d'environ 20 cm, avec un PH alcalin de couleur brun rougeâtre et de texture généralement limoneuse. Les peuplements calcicoles de pin d'Alep sont biens réussis dans ces sols malgré les contraintes de la profondeur.

Les Sols bruns calcaires Modaux : Ces sols sur marne ont un horizon développé par apport aux rendzines le profil type A(B) C. Ils occupent les replats et les pentes faible; pourvu de matière organique qui diminue en profondeur. Ces sols sont très riches en calcaire vu le substratum carbonaté dans tous les horizons.

IV.6 La Végétation :

Cette forêt a connu une dégradation assez prononcée, près de 50% de la surface totale est à l'état de maquis.

La forêt des Sdamas Chergui d'une superficie de 44000 ha est caractérisée par une présence importante de Pin d'Alep, moins importante de Thuya, de chêne Kermes et de l'oléastre,

Le sous-bois est marqué par l'existence du lentisque, le genévrier oxycèdre, le doum , la phyllaire et le romarin.

IV.7 Bilan des incendies de la zone d'étude :**Tableau n°05 : Bilan des incendies de la zone d'étude : (Source CFT ; 2020)**

Année	Daira	Superficie incendiée (Ha)	Nature du terrain incendié
2005	Sidi bakhti	01,5	Maquis
2006	Frenda	40	15 forets+ 20 maquis+05 broussaille
2007	Frenda	0,25	Broussaille
2008	Mechraa-Sfa	02	Maquis
	Frenda	01,5	Maquis
2009	Djillalibenama r	04	Maquis
	Djillalibenama r	05	02 forets+ 03 broussaille
2010	Sidi bakhti	02	Maquis
	Djillalibenama r	40	Alfa+maquis+Broussaille
	Sidi bakhti	15	Maquis
2012	Medroussa	0,5	Maquis
	Frenda	0,5	Maquis
2013	Medroussa	04	01 maquis+ 03 broussaille
	Mechraa-Sfa	22	07 maquis+15 broussaille
	Medroussa	01	Maquis
2014	Mechraa-Sfa	05	Maquis
	Djillalibenama r	20	17 broussaille+03 Nouveau Reboisement

2015	Medroussa	03	Maquis
	Mechraa-Sfa	25	05 maquis+20 broussaille
	Medroussa	03,5	02 maquis+1,5 broussaille
	Sidi Bakhti	35	09 maquis+26 broussaille
	Sidi Bakhti	180	20 forêts + 60 maquis + 100 broussailles
	Frenda	01	Forêts
	Medroussa	45	15 maquis + 30 broussaille
2016	Medroussa	09	06 forêts + 03 maquis
	Sidi Bakhti	08.5	07.5 forêts + 01 maquis
	Frenda	16.5	12 forêts + 04.5 maquis
2017	Medroussa	90.5	02 forêts + 38.5 maquis + 50 broussailles
	Sidi Bakhti	03	Maquis
	Frenda	95	12 forêts + 35 maquis + 48 broussailles
2018	Sidi Bakhti	02.5	00.5 forêts + 02 maquis
2019	Sidi Bakhti	02.5	Forêts
2020	Medroussa	51	08 forêts + 30,5 maquis + 12,5 broussailles
	Frenda	1,3	0,6 Forêts + 0,7 maquis
Total	736,55 HA		

D'après l'interprétation des données relatives au bilan des incendies de la zone d'étude à partir de l'an 2005 jusqu'à 2020, on a remarqué que la fréquence des incendies prend une allure irrégulière, elle atteint son maximum en 2015 avec 180 ha, et un minimum

en 2007 avec 0,25 ha, et des pics ont été enregistrés durant les années : 2006 , 2010 , 2013, 2014 et 2017 avec des valeurs de superficies brûlées variant de 15 ha jusqu'à 180 ha.

Chapitre 8

Méthodologie

V- Méthodologie :

La télédétection et les SIG peuvent être des outils très complémentaires avec les méthodes conventionnelles utilisées dans la prévention et la gestion des catastrophes. Ces technologies sont d'autant plus utiles lorsqu'on dispose d'une connaissance détaillée du risque, la fréquence attendue, le caractère, et l'intensité des événements dans une région. Les images satellitaires donnent une vue globale et fournissent des informations très utiles sur l'environnement, pour une grande gamme d'échelles, de continents entiers aux détails de quelques mètres (**Belhadj-Aissa et al,2003**).

Or, les méthodes classiques de la photo-interprétation sont coûteuses, fastidieuses et plus exigeantes en temps, surtout lorsqu'il s'agit d'étudier ou de cartographier des surfaces de grandes dimensions, de plus elles sont effectuées d'une manière ponctuelle ce qui nécessite des procédures mathématiques (interpolation) afin d'obtenir une information zonale.

Les photographies aériennes peuvent être utilisées pour l'étude et la représentation de divers paramètres d'un milieu naturel notamment la carte d'occupation du sol.

Ces dernières constituent une référence de grande valeur, mais en raison de leur coût élevé, dû essentiellement au nombre des photographies que demande l'étude de vastes territoires.

Ce qui oriente les différentes méthodologies de photo-interprétation et de Télédétection vers l'exploitation de l'imagerie satellitaire (**Bensaid, 2007 in Bouacha, 2013**).

V-1 Objectif :

Le principal objectif est d'établir une carte de risque du feu de forêt axé sur la forêt domaniale des Sdamas Chergui (Wilaya de Tiaret).

V-2 Approche méthodologique adoptée :

L'établissement de la carte de risque incendie fait appel à l'application d'un modèle mis en place par **DAGORNE DUCHE (1994)** et testé sur les massifs forestiers de la région méditerranéenne.

Les différentes étapes de la méthodologie adoptée tout au long de ce travail sont représentées comme suit :

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 (**Belhadj-Aissa et al, 2003**).

V-2-1. 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.

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

$$\mathbf{IC = 39 + 2,3 BV (E1 + E2 - 7,18)}$$

Où

BV : représente le biovolume de la formation végétale.

E1 : représente les notes de combustibilité pour les ligneux hauts.

E2 : représente les notes de combustibilité pour les ligneux bas ou les herbacées.

V-2-2. L'indice d'occupation humaine :

Il est exprimé par la combinaison linéaire des deux indices soit :

$$\mathbf{IH = IV + ID}$$

Où :

IV: indice de voisinage

ID: indice de présence humaine.

V-2-3. L'indice topo morphologique (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 topo morphologie

e: l'exposition

V-2-4. L'indice humain :

- A partir de l'image téléchargée sur Google Earth géoréférencées, les routes et les habitations notamment celles se trouvant à l'intérieur et à la périphérie de la zone d'étude des Sdamas Chergui, sont digitalisées.

- Ceci nous a permis de calculer les distances autour des habitations et des routes, en utilisant les normes du modèle adopté, à partir du centroïde du polygone.

- Plus on se rapproche des routes ou des habitations, plus le risque d'incendies est élevé.

Ce qui produit deux fichiers vecteurs, un pour les routes et un pour les habitations. Ces derniers sont convertis en format raster (GRID) qui servira pour le calcul d'IR.

V-3. Moyens et logiciels utilisés :

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 œuvre pour l'élaboration de la carte du risque incendie sont le logiciel ENVI, QGIS, Global mapper, ainsi que Google Eath, et l'ARC GIS.

Pour l'obtention de la carte des pentes des expositions et de la topomorphologie.

- Le MNT utilisé est ASTER GDEM, télécharger directement via le serveur de l'USGS earth explorer (CHERCHE UNE TITE PRESENTATION DE ASTER GDEM).

- Une image satellitaire landsat8 oli de juin 2016 a été utilisée caractérisation de la végétation.
- Une carte de végétation établie par la conservation des forêts de la wilaya de TIARET.

Chapitre VI :

Résultats et Discussion

VI : Résultats et discussion

1- Indice Topo morphologique IM :

Le traitement du modèle numérique de terrain utilisé a permis de réaliser trois (03) cartes nécessaires au calcul de l'indice de topo morphologie IM : une carte des expositions, une carte des pentes et une carte topo morphologique. Les résultats obtenus sont illustrés comme suit :

1-1 Carte de l'exposition :

La figure n°13 représente les classes d'exposition pour la forêt des SDAMAS CHERGUI , le tableau n°06 présentent les proportions attribuées à chaque classes d'exposition ainsi que la valeur de codification à attribuer pour le calcul de l'indice IM.

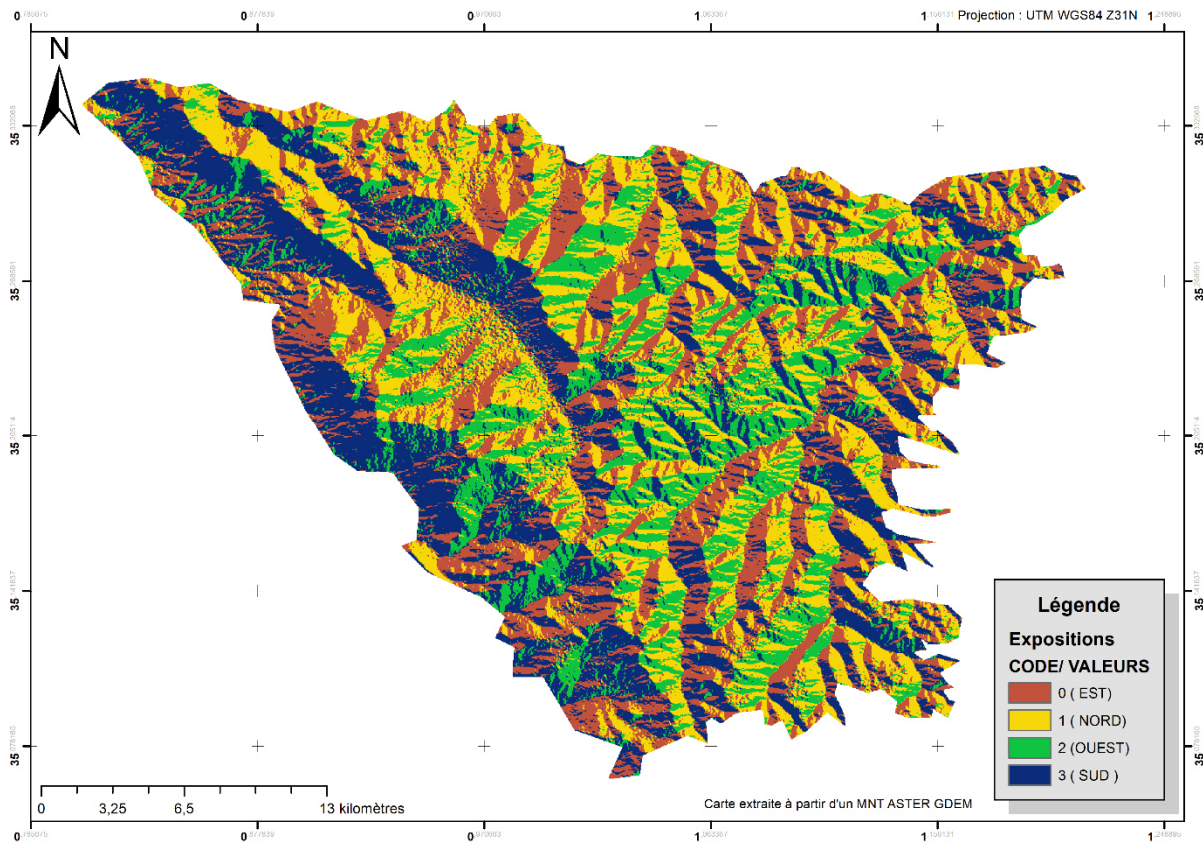


Figure n°13 : carte des expositions du massif des SDAMAS CHERGUI.

Tableau N° 06: classes des expositions et classification des orientations.

Orientation	Superficie	Pourcentage	Code
EST	15596,75	25	3
SUD	19339,97	31	2
OUEST	19963,84	32	1
NORD	7486,44	12	0

Les résultats obtenus font état de la dominance des classes Ouest et Sud avec respectivement des superficies de l'ordre de 32%. et de 31%. Suivant le modèle utilisé, ces classes ont obtenus les codes 1 et 2. La codification est fonction de la sensibilité des régions aux incendies en fonction de leurs expositions.

1-2 Carte des pentes :

La carte des pentes est obtenue aussi à partir du modèle numérique de terrain utilisé. Le modèle IR comporte une caractérisation du milieu physique conditionnant le risque feu de forêt. Dans ce sens , la pente est un facteur prépondérant , plus le terrain est accidenté et plus le risque d'incendie est important (difficulté d'accès , propagation rapide du feu).

La figure N°14 présente la carte des pentes du massif des SDAMAS CHERGUI, le tableau n°07 correspond aux différentes superficies et codes des classes de pente.

Tableau n°07 : répartitions des superficies et codification des classes de pentes.

Classe de pente	Superficie	Pourcentage	Code
P < 15%	37432,2	60	1
15% ≤ P < 30%	15596,75	25	2
30% ≤ P < 60%	6238,7	10	3
P ≥ 60%	3119,35	5	4

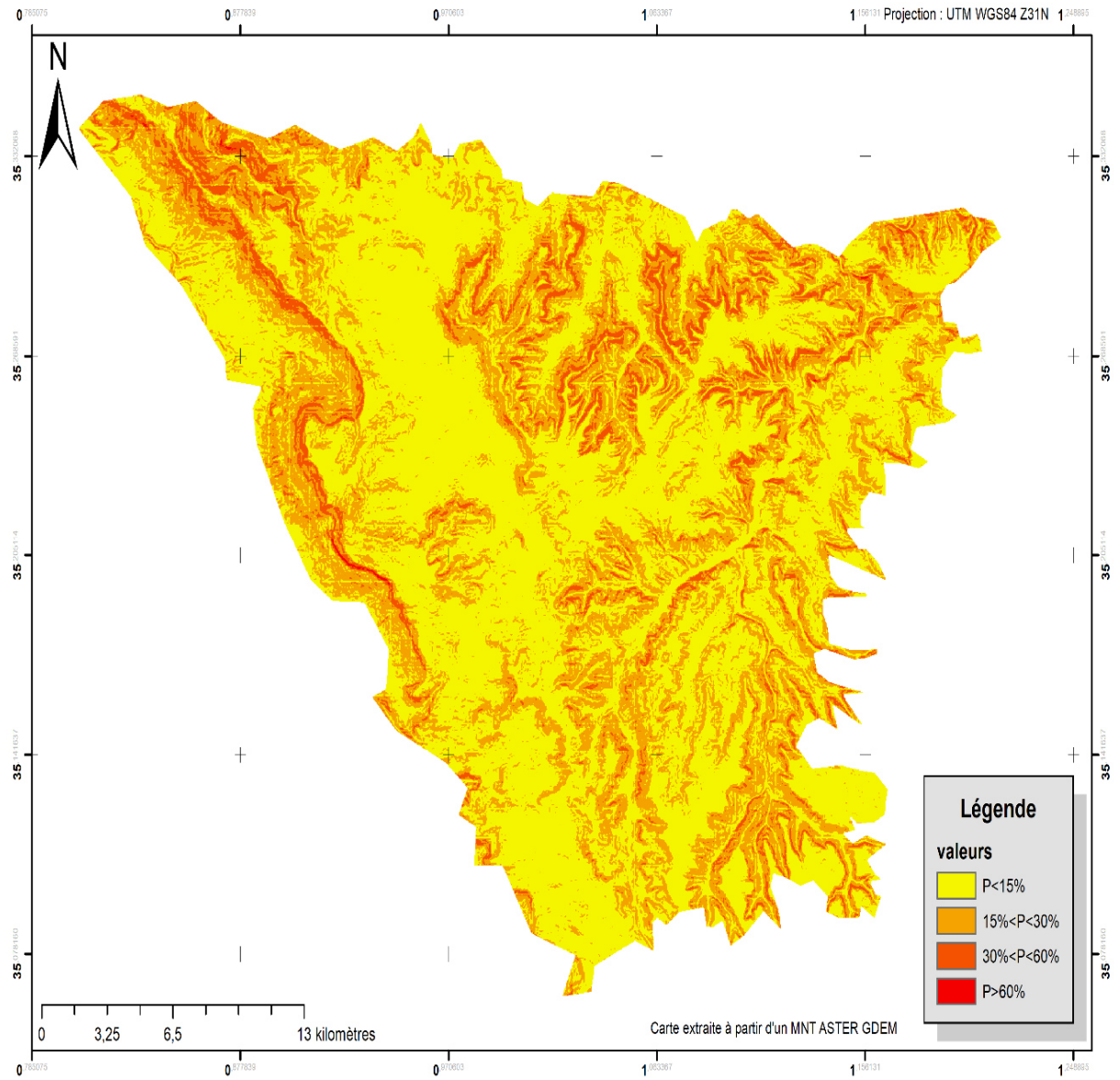


Figure n°14 : carte des pentes du massif des SDAMAS CHERGUI

D'après la figure n°14 , il apparait que la foret des SDAMAS CHERGUI se caractérise par une variabilité des classes de pentes avec dominances des valeurs de pentes inférieure à 15% dont la superficie est de 37432,2Has, ceci est pour démontrer que la foret des SDAMAS est une foret accessible et dont l'environnement ne manifeste pas des difficultés d'accessibilité , cependant ce constat démontre aussi que la foret peut être soumise à une forte anthropisation de par son accessibilité à la population riveraine. Cependant il est aussi à noter des classes de pentes dont les valeurs sont inférieures à 60% notamment dans les sommets des crêtes avec une superficie totale de 3119,35 Has

1-3 Carte de topo morphologie :

La topo morphologie correspond à la position dans le versant, c'est une variable qui pondère l'intensité du feu en fonction de la position sur le relief. Pour la réalisation de la carte de topo morphologie, la carte des pentes précédemment réalisée est reclassée suivant les codes définis par le modèle de DAGORNE. Les résultats obtenus sont illustrés sur le tableau n° 08 et la figure n°15

Tableau n°08 : classification du topo morphologie et répartition des superficies.

Classe de pente	Topographie	Superficie	Pourcentage	Code
P<3%	Plaine	23707,06	38	1
3%<= P<12,5%	Bas piémont	14349,01	23	2
12,5%<=P<=25	Haut piémont	13725,14	22	3
P>25%	Montagne	10605,79	17	4

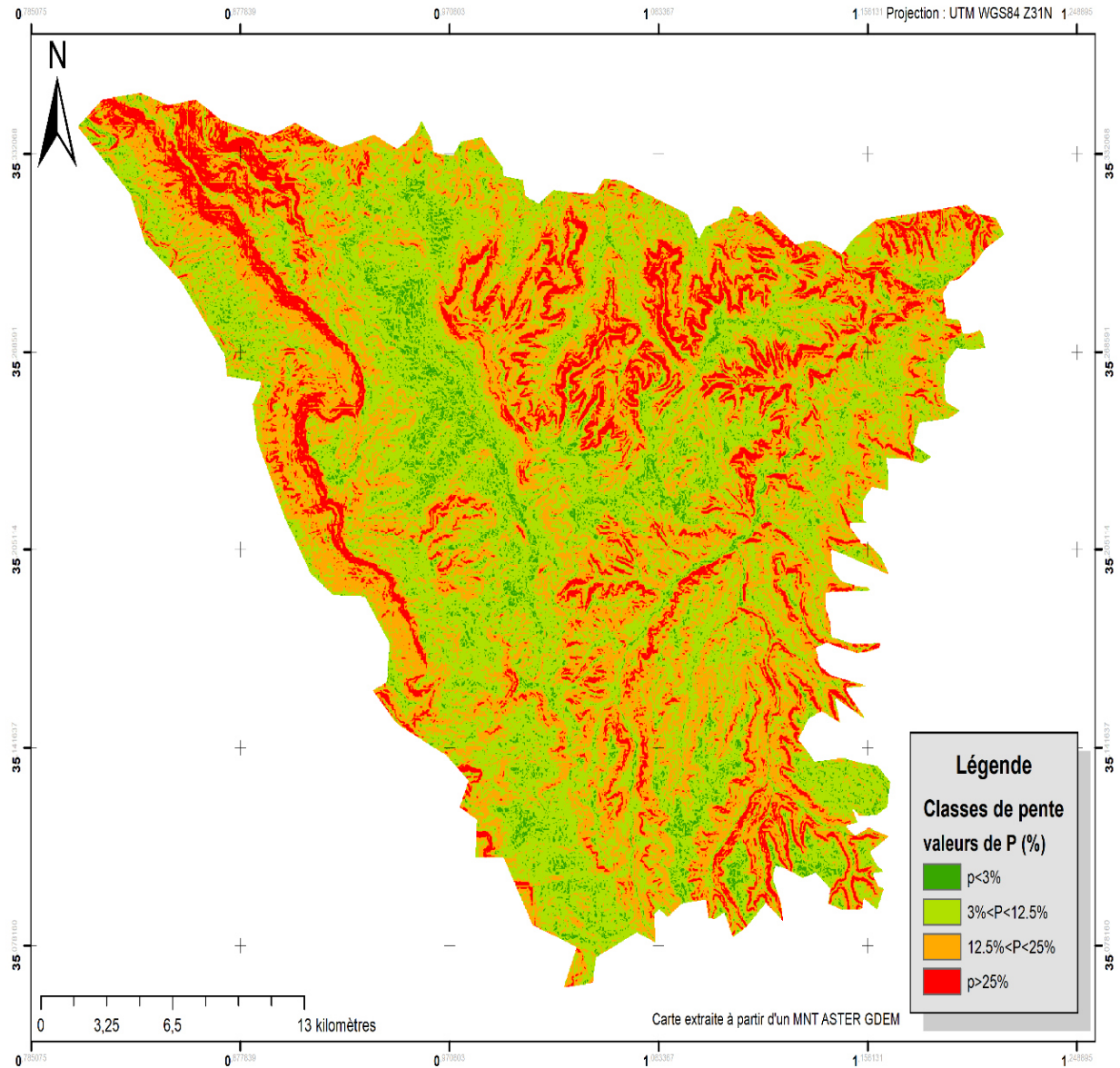


Figure n°15 : carte du topo morphologie du massif des SDAMAS CHERGUI.

Les résultats obtenus sur la carte démontrent que la forêt des SDAMAS CHERGUI est d'un environnement caractérisé par des plaines et de bas piémonts, avec des superficies de 23707,06 Ha. Ceci peut indiquer une hétérogénéité du couvert végétal, une disparité et fragmentation spatiale du combustible, ce qui peut induire une variabilité du risque feux de forêts.

1-4 Indice de topo morphologie IM :

Après avoir réalisé les différentes cartes nécessaires au calcul de l'indice IM, la combinaison suivant la formule de 'indice a permis d'obtenir la carte illustrée sur la figure n°16. La description et répartition des classes de superficies sont illustrées sur le tableau n°09

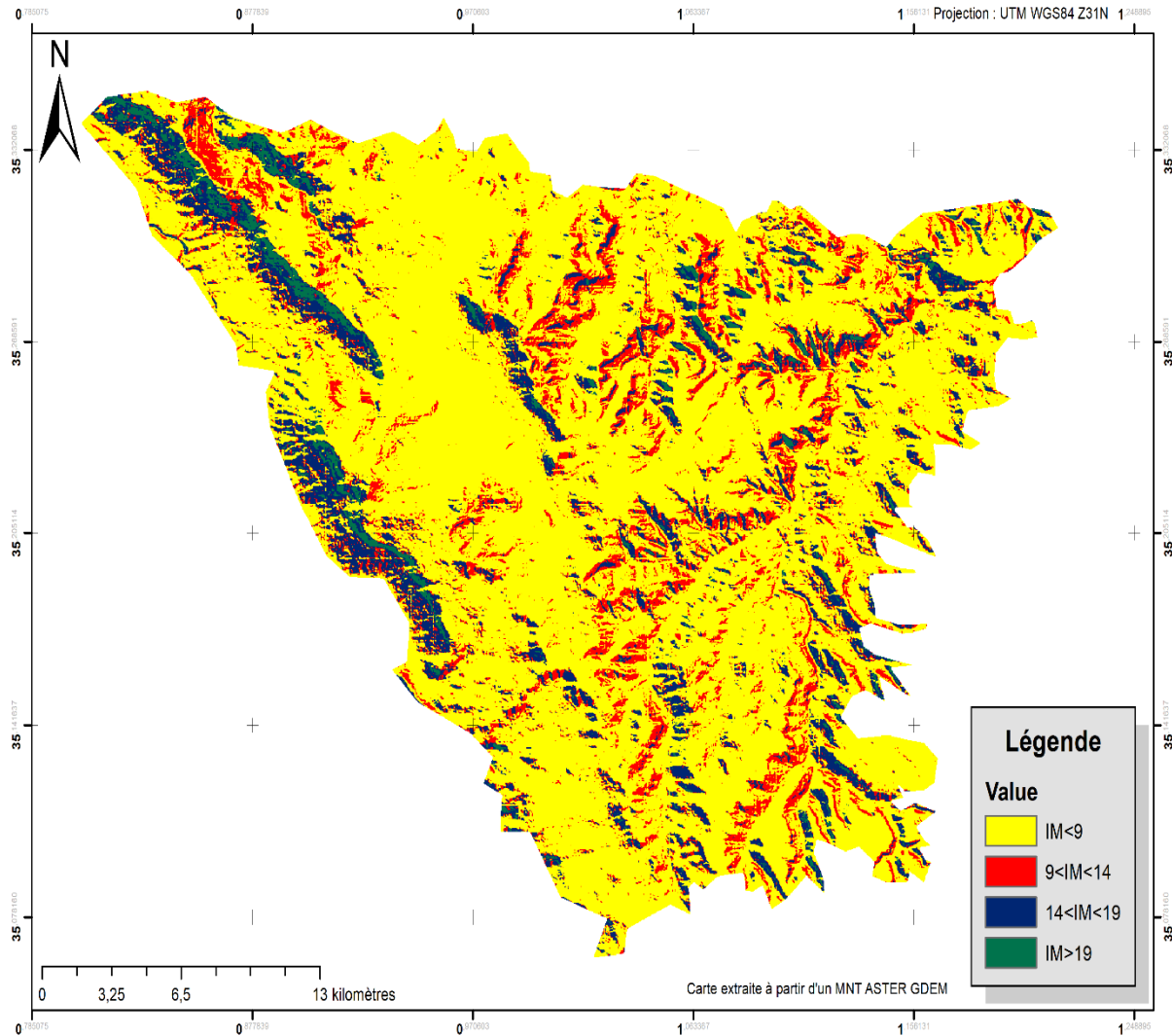


Figure n°16 : carte de l'indice de topo morphologie de la foret des SDAMAS CHERGUI

Tableau n°09 : Classes de l'indice topo morphologique IM

IM	Correspondance	Superficie	Pourcentage	Code
IM<9	Peu favorable	41799,29	67	1
9<IM<14	Moyennement favorable	10605,79	17	2
14<IM<19	Favorable	6238,7	10	3
IM>19	Très favorable	3743,22	6	4

Les résultats obtenus permettent de conclure que la forêt des SDAMAS CHERGUI à travers le topo morphologie est une région peu favorable au risque et aléas feux de forêt. En effet il apparaît que la classe dominante est celle de $IM < 9$ avec un pourcentage de 67% correspondant à 41799,29 Has , cependant il en ressort aussi que les parties Nord et Nord-Ouest sont des régions favorables et propices au risque feu de forêt avec un total de 6238,7 Has le calcul de l'indice IM permet de conclure que la forêt des SDAMAS à travers la diversité topographique de son environnement est une région avec une grande hétérogénéité, suivant la caractérisation du risque feu de forêt lié à l'aspect de la topographie il en ressort une différence spatiale qui peut indiquer une variabilité du risque au sein du même espace étudié.

2- L'indice de combustibilité IC :

Pour la réalisation de la carte de l'indice de combustibilité IC, un ensemble de carte a été utilisé, avec entre autres une carte de végétation, et une carte de l'indice de végétation NDVI.

2-1 : carte de végétation de la forêt des SDAMAS :

La figure n°17 représente la végétation forestière et la constitution du sous-bois.

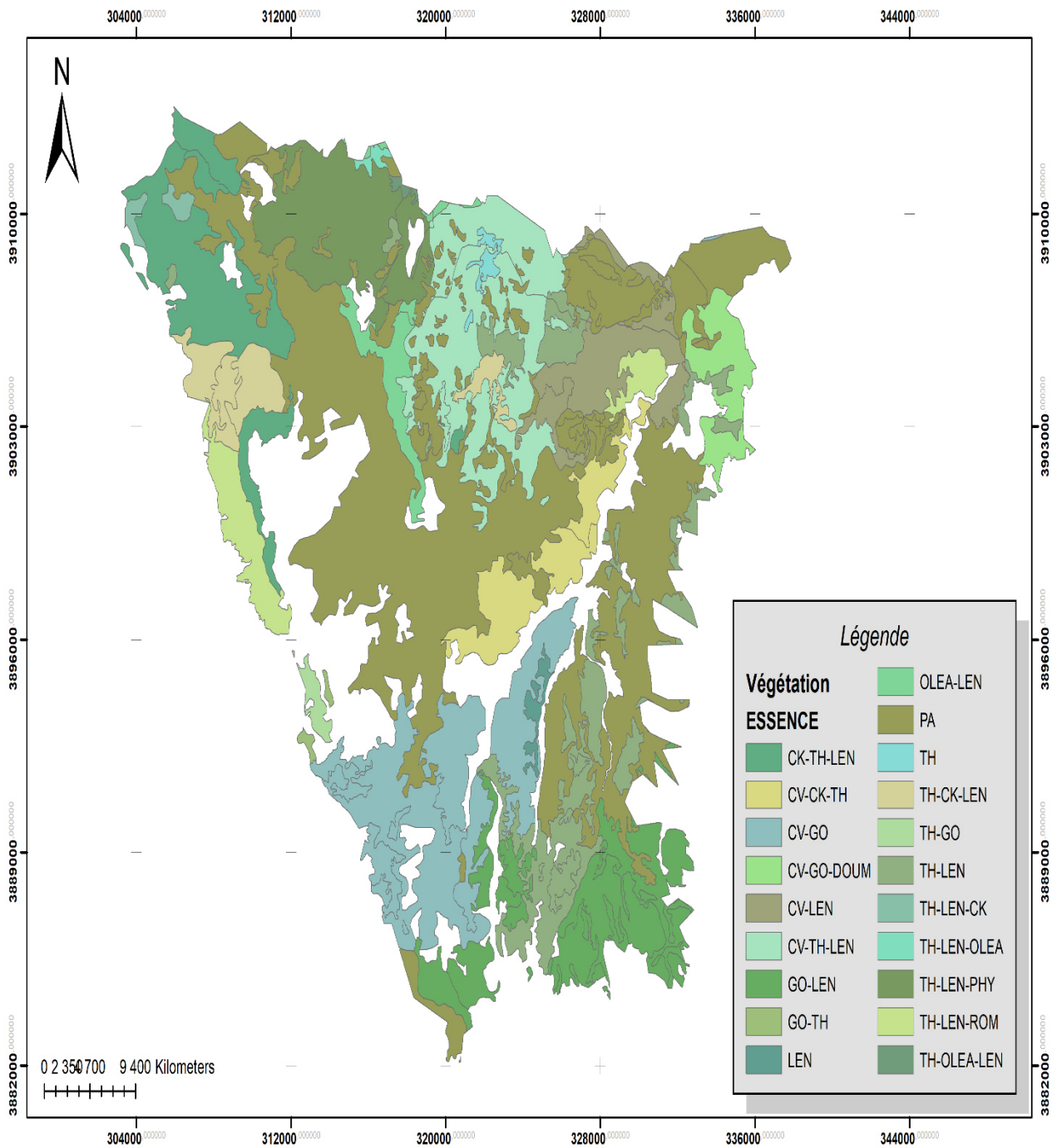


Figure n°17 : carte de végétation de la forêt des SDAMAS CHERGUI. (CFT, 2019)

D'après la figure n° 17, il apparaît que la végétation forestière de la forêt des SDAMAS est caractérisée par une forte présence de peuplements de résineux, en effet le Pin d'Alep occupe la plus grande partie de la forêt, dans les régions centre et Est avec un total de 35% de la superficie totale, les peuplements de pin d'Alep au stade Futaie sont des peuplements naturels de densité différentes. Certains peuplements sont issus aussi des grandes opérations de reboisement orchestrées par les services des forêts dans les années 1980. L'analyse de la carte de végétation de la forêt des SDAMAS fait ressortir aussi la présence de peuplements de Thuya, présent en différentes associations notamment avec du lentisque. Le thuya est une essence forestière résineuse très inflammable et se trouve à différentes régions de la forêt à différentes densités et stades évolutifs.

Aussi il est à noter la dominance du maquis dans la partie Ouest de la forêt, avec notamment des formations végétales à base de chêne kermès, de pistachier térébinthe présent à différentes altitudes au niveau de la forêt formant un paysage de dégradation témoignant de l'action anthropique au niveau de la région des SDAMAS.

La carte de végétation utilisée nous permet de définir spatialement la répartition des principales essences forestières qui forment le combustible. Des notes de combustibilité sont attribuées à chaque peuplement. Les notes de combustibilité ou aussi appelées notes d'intensité calorique ont été celles établies par le CEMAGREF, en effet en fonction de la composition et constitution de chaque végétale, une note en rapport avec son inflammabilité et son aptitude à s'embraser rapidement lui est attribué

2-2 Carte de l'indice de végétation NDVI :

L'indice de végétation normalisé NDVI est calculé pour l'identification et la connaissance du combustible disponible au niveau du massif des SDAMAS, il s'agit d'identifier la variable biovolume identifiée sur l'équation du modèle de DAGORNE.

L'indice de végétation NDVI a été obtenu directement sur une image satellitaire LANDSAT8 OLI, à partir de la plate-forme google earth engine, le résultat est illustré comme suit (Figure n°18).

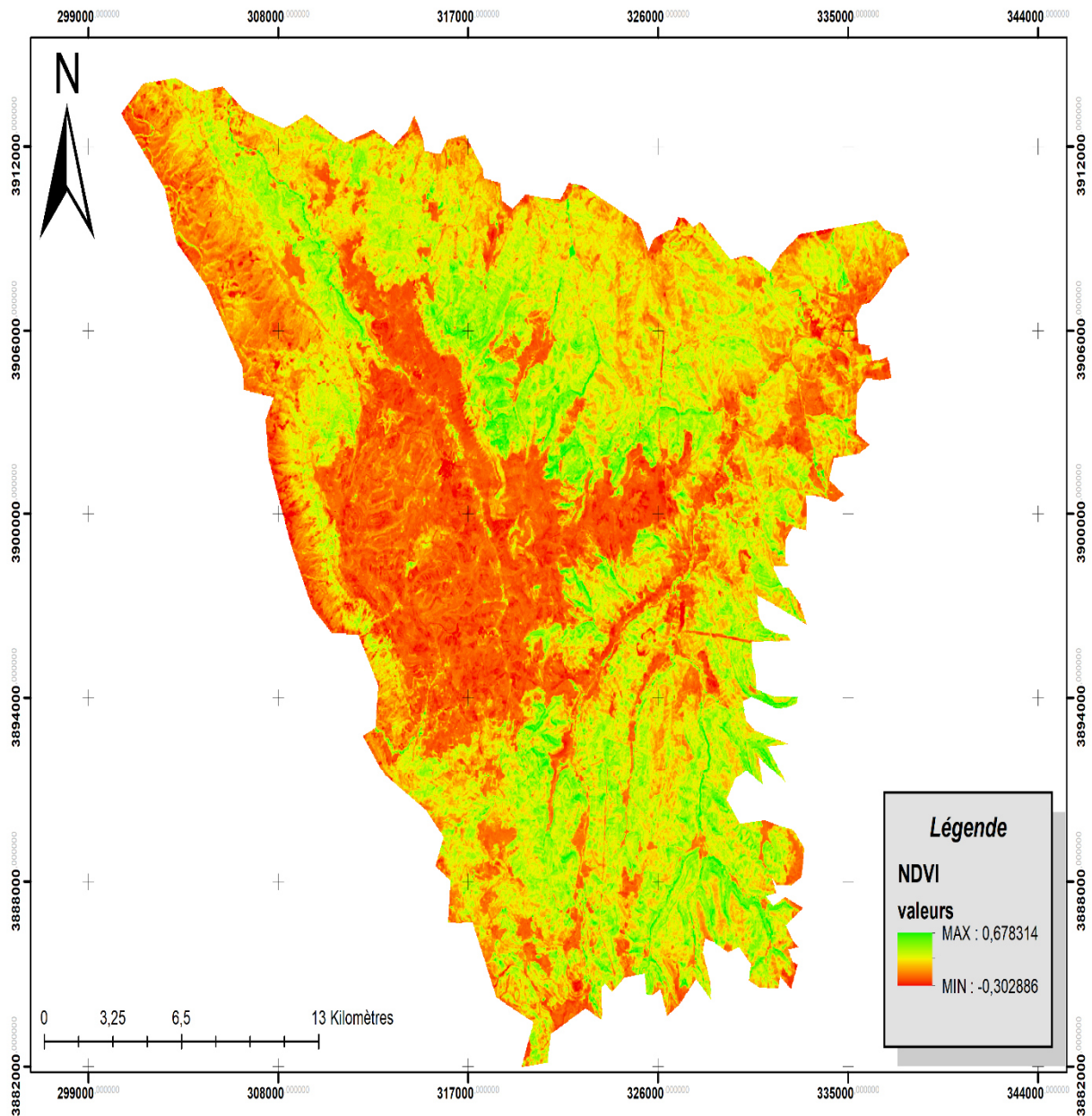


Figure n°18 : carte de l'indice de végétation NDVI de la forêt des SDAMAS CHERGUI.

L'indice de végétation NDVI est un très bon indicateur de la densité du couvert végétal et de l'activité chlorophyllienne, les valeurs de l'indice de végétation oscillent entre **-1** et **1** avec une indication de la végétation à partir de NDVI supérieur ou égale à **0.2**.

D'après la figure n°18, il en ressort que le couvert végétale forestier du forêt des SDAMAS un mois avant la campagne de lutte contre les incendies ; se caractérise par une disparité et

hétérogénéité de la densité, on constate notamment que les valeurs maximales de l'indice (0.67) correspondant à une végétation moyennement dense se situe essentiellement dans les parties Nord et centrales de la forêt. La configuration paysagère fait ressortir des peuplements denses sans tapis végétale herbacé conséquent (valeurs minimale correspondant à des éléments non chlorophylliens). Il apparaît donc clairement que le couvert végétale forestier en place pour l'année 2020 ne manifeste pas de très grandes aptitudes et sensibilité au feu, bien que cette hypothèse ne soit que théorique.

2-3 l'indice de combustibilité IC :

L'utilisation de la carte de végétation ainsi que la carte de l'indice de végétation a permis de calculer l'indice de combustibilité IC pour la forêt des SDAMAS, le résultat de l'indice est illustré comme suit (figure n°19, tableau n° 10).

Tableau n°10 : répartition des superficies et classification du risque suivant l'indice IC

IC	Risque	Superficie	Pourcentage	Code
IC<40	Faible	31817,37	51	1
40≤ IC<50	Modéré	7486,44	12	2
50≤ IC<60	Elevé	14349,01	23	3
IC≥60	très élevé	8734,18	14	4

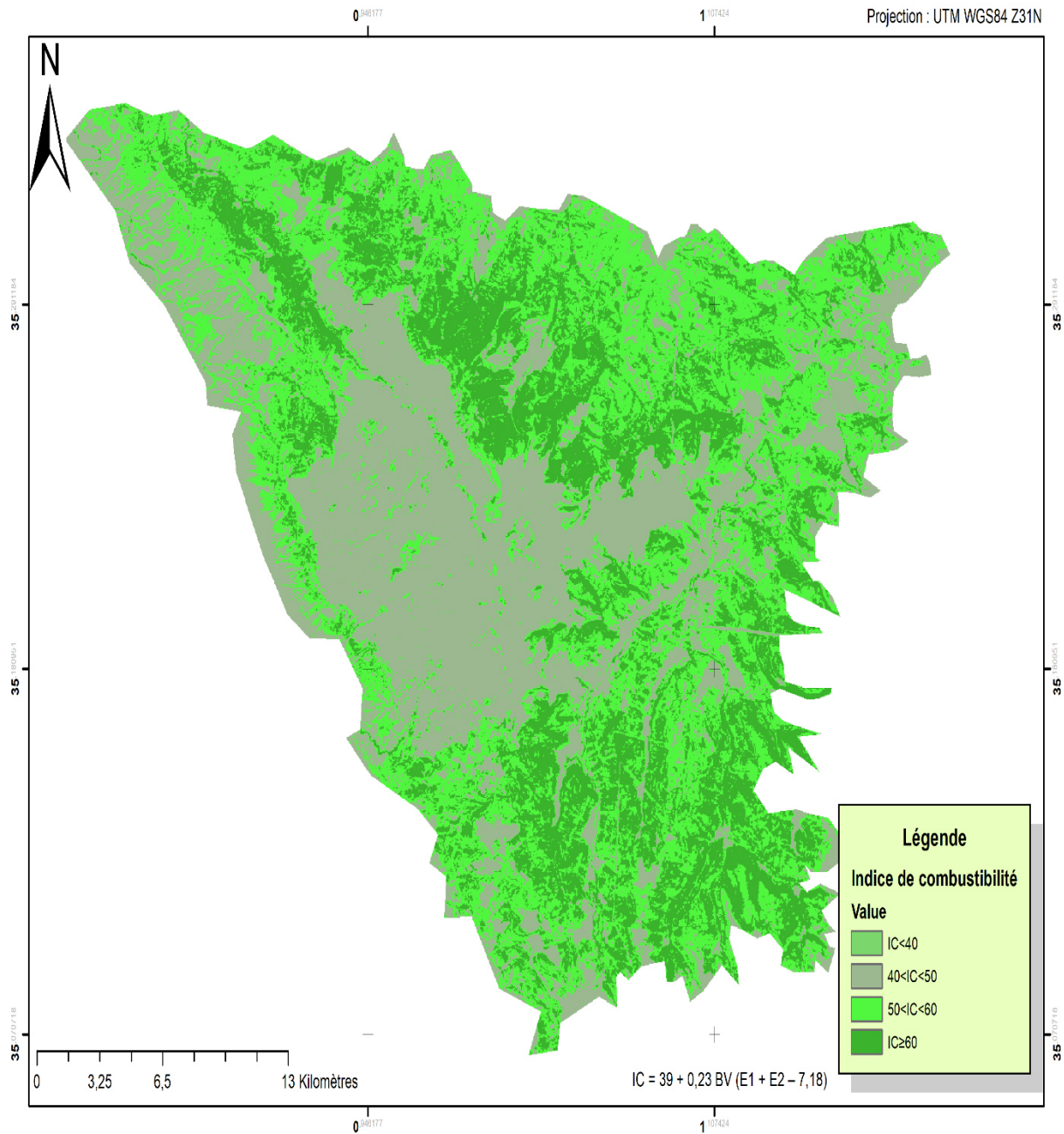


Figure n°19 : carte de l'indice de combustibilité de la forêt des SDAMAS CHERGUI.

D'après les résultats obtenus, il en ressort que la forêt des SDAMAS CHERGUI présente un risque modéré au feu de forêt, suivant la combustibilité du végétal, en place, en effet la classe modérée occupe un totale de 31817,37Has soit 51% De la superficie globale de la forêt, de plus il en ressort que la deuxième classe est celle du risque élevé ou les valeurs de IC sont comprises entre 40 et 60. Notamment dans les régions accidentées de la forêt avec un pic

altitudinale. La superficie totale est de 8734,18 Has. Soit 14 % à noter enfin que les classes très élevée et peu de risque sont des classes marginales se trouvant à l'extrémité des piémonts ou bien à la limite des agglomérations rurales et autres parcours agricoles.

3-L'indice de l'occupation humaine IH :

L'indice de l'occupation humaine IH est un indicateur caractéristique de l'action anthropique, en effet l'action de l'homme étant un facteur prépondérant et déterminant dans l'évaluation des risques et sensibilité aux feux de forêts, il apparaît important de pouvoir traiter cette variable à travers un système d'information géographique.

La carte de l'indice de l'occupation humaine IH obtenue a été réalisée après identification des principales agglomérations rurales au niveau de la forêt et dans ses alentours. Les résultats sont illustrés comme suit (figure n°20, tableau n°11)

Tableau n°11 : répartition des classes et superficies de l'indice IH

IH	Risque	Code
autre	faible	1
urbain	modéré	2
voisinage	élevé	3
Occupation interne	très élevé	4

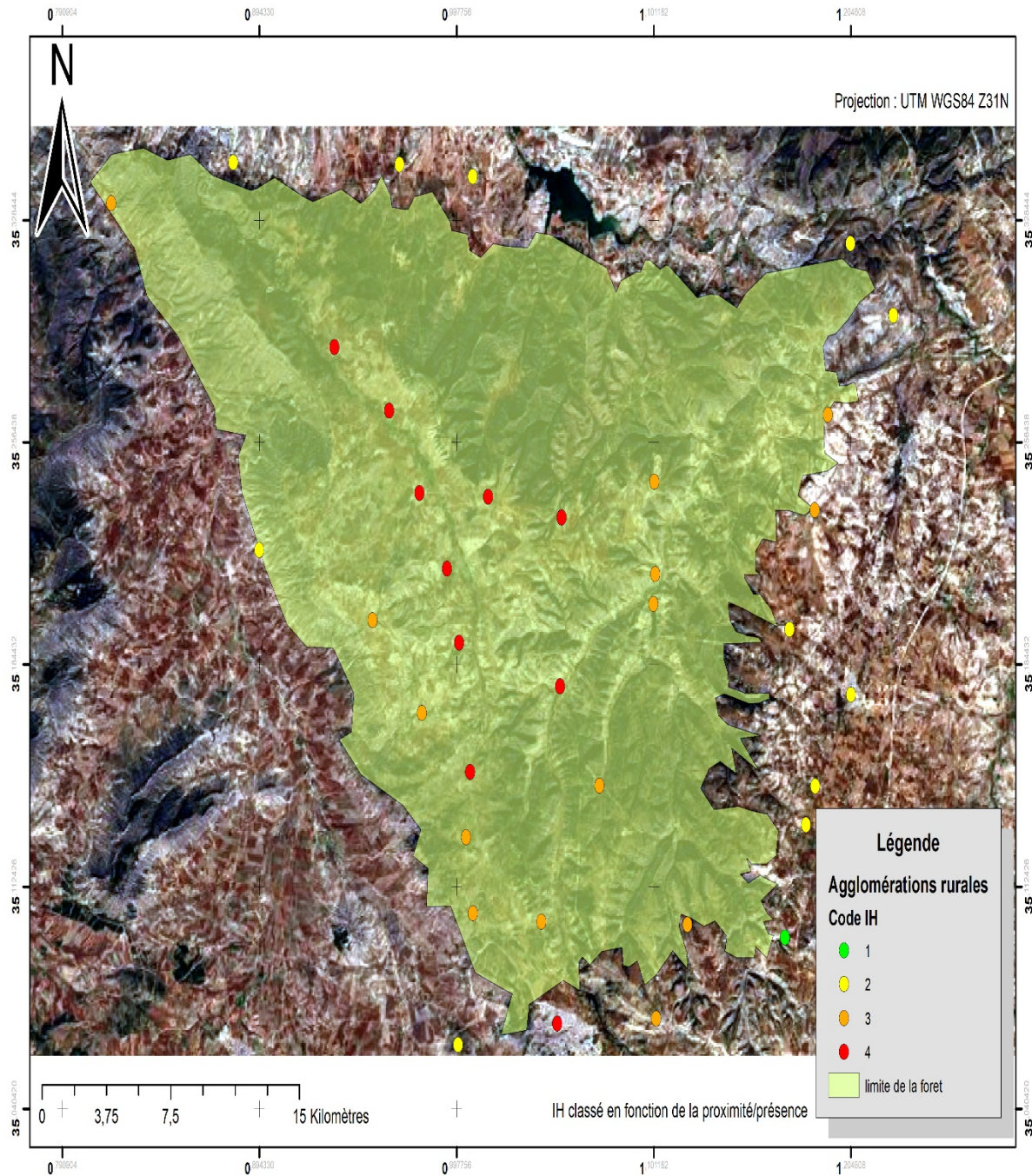


Figure n°20 : Carte de l'indice d'occupation humaine IH de la forêt des SDAMAS CHERGUI.

La classification des principales agglomérations rurales et urbaines à l'intérieur et aux alentours de la forêt des SDAMAS CHERGUI permet de connaître la tendance et le risque du feu lié à la présence humaine à l'intérieur et à la limite de la forêt. Il apparaît en effet que la forêt des SDAMAS CHERGUI est limitée par plusieurs principales chef-lieu de commune, notamment les communes de FRENDA et de MEDROUSSA avec un maximum de population à leurs niveaux, ce pendant on note aussi la présence de plusieurs agglomérations rurales à l'intérieur de la forêt, notamment celles relevant du territoire de la commune de SIDI BAKHTI, ces agglomérations sont classées dans la catégorie risque élevée du fait notamment de leurs activités au niveau du massif, basée essentiellement sur l'agriculture céréalière et le pastoralisme. La carte établie nous permet de conclure que la forêt des SDAMAS CHERGUI est un espace naturel confronté à une forte anthropisation, et ce malgré l'étendue de sa superficie.

4- L'indice de risque IR :

La réalisation des différentes cartes nécessaires au modèle utilisé a permis de finaliser la carte de sensibilité au feu de forêt à travers l'indice de risque IR.

Les résultats obtenus sont illustrés comme suit (figure n°21, tableau n°12).

Tableau n°12 : répartition des superficies des classes de risque IR.

IR	Signification	Superficie	Pourcentage
IR > 12	Risque très fort	5614,83	09
9 < IR < 12	Risque fort	8734,18	14
6 < IR < 9	Risque moyen	8110,31	13
IR < 6	Risque faible	39927,68	64

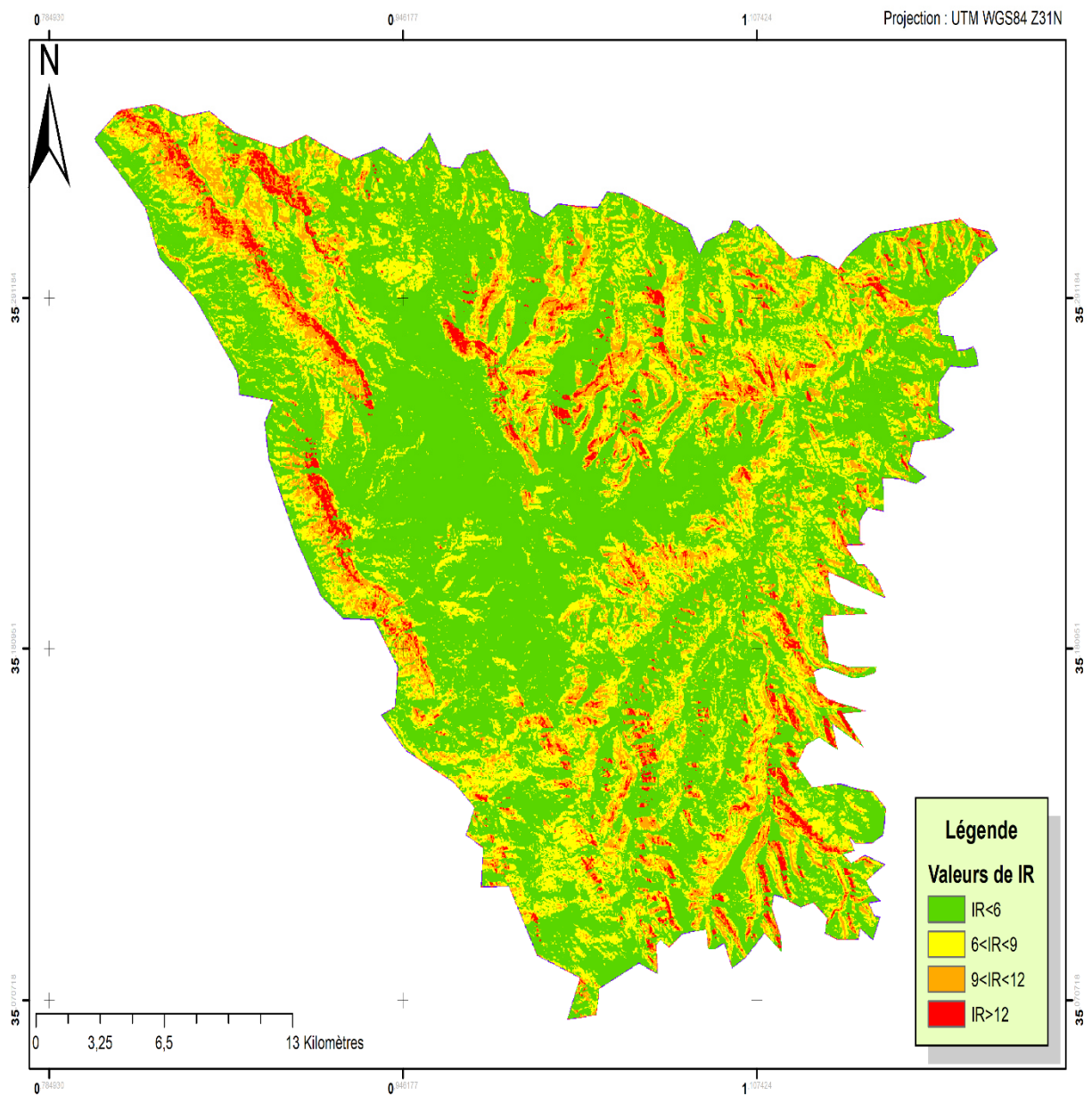


Figure n°21 : carte de sensibilité au feu de forêt du massif des SDAMAS CHERGUI.

Les résultats obtenus démontrent que la tendance de l'indice IR pour la forêt des SDAMAS CHERGUI est risque faible, avec une superficie totale de 39927,68 Has

Soit 64 % aussi il apparait que plusieurs régions au niveau de la forêt présentent un risque moyen au feu de forêt, avec un totale de 8734,18 Has Soit 14% de la superficie globale.

La carte de l'indice de risque obtenue permet aussi d'identifier les régions où le risque au feu de forêt est très élevé, notamment sur les lignes de crêtes dans la partie Ouest et Nord-Ouest de la forêt, bien qu'elle soit minimale, avec une superficie de 5614,83 Has, ces régions à accessibilité difficile sont indicatrices de la difficulté à cerner la problématique dans le contexte de la forêt des SDAMAS CHERGUI, en effet les paramètres tels que la variabilité spatiale des données de topographie, de la couverture végétale mais aussi de la grande superficie de la forêt font que le risque feu de forêt soit aléatoire et très variable.

Le modèle utilisé lors de cette étude a permis de réaliser et de comprendre les risques et la sensibilité au feu de forêt pour le massif des SDAMAS CHERGUI. L'intérêt du modèle réside notamment dans sa capacité à traiter les composantes physiques d'un massif forestier de manière indépendante, mais aussi combinée, la particularité de ce modèle est appréciable dans la mesure où il s'agit d'intégrer aussi l'action anthropique comme étant un des facteurs prépondérants et important dans tout départ de feu.

Le modèle de dagorne a fait objet de différentes utilisations pour des problématiques similaires, notamment en Algérie, nous citerons les travaux de (**Mederbal & al, 2009 ; Khader et al., 2009 ; Hadjit et al, 2009**) qui mettent l'accent sur l'intérêt de ce modèle pour la connaissance du risque feu de forêt.

Les résultats obtenus pour la forêt des SDAMAS CHERGUI indiquent un risque faible à moyen, et par conséquent nous mène à nous poser la question sur quelle explication donner sachant que les forêts méditerranéennes, particulièrement de la rive Sud sont connues pour leurs grandes vulnérabilités au feu de forêt ?

Dans ce sens, une lecture approfondie des différentes variables utilisées dans le modèle adopté permet une explication à ce constat.

Différents travaux ont été menés en Algérie traitant les problématiques liées aux risques et à la sensibilité au feu de forêt, et ce à travers l'utilisation de différents modèles notamment celui de DAGORNE.

Les résultats obtenus à travers différentes études menées, concluent que le facteur de risque est lié de manière directe à la nature du combustible, en effet dans une étude réalisée sur la forêt des SDAMAS CHERGUI, (**Semmar, 2015**), le risque de feu est pour la plus part du massif classé comme étant élevée à très élevée. Cette différence du risque est expliquée par le changement de l'état de la couverture végétale en place, avec présence d'une végétation herbacée plus consistante ce qui est pour accentuer les valeurs du biovolume dans l'équation du modèle.

(**Arfa, 2009**) ainsi que (**Bounouara, 2020**), dans des travaux sur la cartographie du risque mettent l'accent sur la variabilité spatiale du risque, qui est due essentiellement à la densité du couvert végétale en place, à la nature des peuplement le constituant mais aussi à sa structure.

Le couvert végétal est en effet une variable spatiale et temporelle qui peut conditionner de manière directe, la nature du risque. À l'opposé de la topo morphologie qui n'est pas une variable dynamique et dont la contribution à l'aléas feu de forêt peut être constante dans le temps.

L'action anthropique est le plus souvent évoquée dans différents, travaux ; bien que difficilement quantifiable et appréciable, il n'en demeure pas moindre que la caractérisation du risque lié à l'action anthropique doit être une évidence à ne pas négliger. Différents travaux réalisés attribuent l'accroissement du risque à l'action anthropique, (**Safa, 2013**) qualifie la proximité et la présence d'agglomération rurale, péri urbaine et urbaine par rapport à un massif forestier peut-être un bon indicateur quant à la nature des risques susceptibles d'intervenir en matière d'incendie. De plus la législation Algérienne en matière de gestion du patrimoine forestier, notamment la loi forestière 84-12 semble accorder une importance particulière à la relation entre l'homme et l'écosystème forestier, notamment à travers l'identification de règles strictes en matière d'habitation et d'utilisation des ressources naturelles en milieu forestier. Par ailleurs les différents bilans d'incendies présentés par la direction générale des forêts (2011, 2015) attribuent la fréquence des incendies à l'action anthropique.

Conclusion

VII. Conclusion

Les dangers que court la forêt sont multiples. Les ennemis des arbres ont d'ailleurs à leur disposition un facteur ne que connaissent pas les autres cultures : le temps.

L'incendie est l'ennemi le plus dangereux et le plus spectaculaire de la forêt. L'homme est responsable de certain nombre de risques et il lui est donc possible de prendre des mesures préventives ou curatives pour en réduire l'importance ou les conséquences **(Bary-Lenger et al, 1979)**,

L'importance de la gestion des incendies augmente à mesure que les forêts, les terres boisées et les herbages subissent des pressions croissantes pour les produits et les loisirs qu'ils offrent. Cette richesse naturelle dont l'équilibre fragile qui, une fois rompu, demande d'énormes moyens pour son rétablissement. La forêt algérienne, actuellement fragile, a besoin d'être protégée car la déforestation ne cesse de s'accroître en raison des incendies de forêts répétés.

En égard à cette situation, l'Algérie figure au premier rang des pays de la biosphère qui devraient bénéficier impérativement de strictes mesures de protection puisqu'elle présente de nombreux atouts en rapport avec sa grande diversité biologique et son impact sur l'équilibre socioéconomique du pays **(Arfa, 2008)**.

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 **(Khader et al, 2009)**.

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 des Sdamas Chergui à l'aide de l'application de la télédétection et des systèmes d'informations géographiques (S.I.G), et les résultats obtenus montrent que les classes de signification très forte se trouvent au centre , au Sud Ouest , et dans la partie Nord-Est du massif forestiers des Sdamas Chergui.

La carte de risque de feu de forêt, en superposant plusieurs couches d'informations tirées des cartes, nous a permis de connaître l'emplacement des zones les plus vulnérables aux feux de forêts, et par la suite pouvoir établir un plan de gestion approprié, afin de pouvoir réduire les dangers des incendies de forêts dans cette zone.

Références
bibliographique

VIII. Référence bibliographique

- **ABDI .S.M, 2014** - Contribution à l'étude de la gestion des risques d'incendies de la forêt dans la Wilaya de Tlemcen. Thèse mastère, université Aboubekr Belkaid Tlemcen, 47p.
- **AMRAOUI .M, 2014** - Contribution à l'étude floristique post-incendie dans la subéraie de Zariffet « wilaya de Tlemcen » Thèse mastère, université Aboubekr Belkaid Tlemcen, 47p.
- **ARFA. A et Mohamed. T, 2008** - Les incendies de forêts en Algérie : Stratégies de prévention et plans de gestion Thèse magistère, université Mentouri Canstantine, 123p.
- **BAGNOULS, F. et GAUSSEN, H, 1954.** Géographie des plantes. vol. 2, p. 233P.
- **BARY-LYNGER. A ET al ,1979** - La forêt, ECOLOGIE-GESTION,ECONOMIE-CONSERVATION 2eme édition , Liège, 589p.
- **BELHADJ-AISSA, KOURGLY, A. et, AICHOUCHE.** Segmentation texturale des images urbaines par le biais de l'analyse variographique, 2003. Télédétection, vol. 3, no 2-3, p4.
- **BENSAÏD, Abdelkrim, 2006** - SIG ET TÉLÉDÉTECTION POUR L'ÉTUDE DE L'ENSABLEMENT DANS UNE ZONE ARIDE: LE CAS DE LA WILAYA DE NAÂMA (ALGÉRIE). Thèse de doctorat. Géographie. Université Joseph-Fourier - Grenoble I, 2006. Français. 319p.
- **BLANCHI R. et GODFRIN V., 2001** - De la cartographie technique à la cartographie réglementaire. Le cas des PPRIF. ENSMP-Pole Cindyniques (France).
- **BOUACHA M, I, 2013** - Etude de la dynamique de végétation des parcours steppiques du Sud de la Wilaya de TIARET à l'aide d'un SIG. Thèse magistère, université Ibn Khaldoun Tiaret, 92p.
- **BOUDY P, 1955** - Economie forestière Nord africaine T : 4. description forestière de l'Algérie et de la Tunisie Ed. Larose, 453p.
- **BOUNOUARA A., 2020.** -Cartographie du risque d'incendie des formations forestières du massif de Refaa à l'aide d'un S.I.G (Wilaya de Batna), thèse de Doctorat, université de Batna 1. 98p.

- **CFT, 2016** -Conservation des forêts de la wilaya de Tiaret.
- **CFT, 2018** -Conservation des forêts de la wilaya de Tiaret.
- **CFT, 2020** -Conservation des forêts de la wilaya de Tiaret.
- **DARGONE A. et OTTATI Y., 1990** - Des données à l'information ou l'utilité d'un SIG. Economica, paris .pp: 23-27.
- **DGF, 2005** – DIRECTION GENERALE DES FORETS, Superficies, potentialités, et bilan d'incendies des forêts algériennes.
- **EL ZEREY, W., BACHIR BOUIADJRA, S., BENSLIMANE, M., & MEDERBAL, K. 2009** - L'écosystème steppique face à la désertification: cas de la région d'El Bayadh, Algérie. [VertigO] La revue électronique en sciences de l'environnement, 9(2).
- **FAO., 1992** - Food and Agriculture Organisation, Le rôle de forestière dans la lutte contre la désertification, pp.124-126
- **FAO., 2006** -Food and Agriculture Organisation,l'Etude Prospective du Secteur Forestier en Afrique (connue sous le sigle FOSA), 21p.
- **GHAZI A. & LAHOUATI R., 1997** - Algérie 2010. Sols et ressources biologiques. Inst. Nat. Etudes de Stratégie Globale. 45p.
- **GILLIOT J-M. 2000.** Introduction aux Systèmes d'Information Géographiques (SIG) : Traitement de l'information géographique. Institut Nationale Agronomique Paris - Grignon, 139p.
- **GOURARI B, 2005** - Intégration des données multi-sources dans un écosystème d'information géographique (SIG) pour l'inventaire et l'aménagement forestier de la forêt des Sdamas Chergui (Tiaret).Thèse magistère. Eco-Biologie ,186p.
- **HACHEMI.M.A, 2014** - Apport de la géomatique dans la protection des forêts contre les incendies (cas la forêt Fenouane Ain el Hdjar, Saida) Thèse mastère, université AboubekrBelkaid Tlemcen, 82p.
- **KHADER, M., BENABDELI, K., MEDERBAL, K., FEKIR, Y., GUEDDIM, R., & MEKKOUS, B. 2009** - Etude du risque incendie à l'aide de la géomatique: cas de la forêt de Nesmoth (Algérie). Mediterránea. Serie de Estudios

Biológicos. Época II, n. 20, ISSN 1130-6203, 39p.

- **MEDDOUR.S O et Meddour. R, 2013.** les incendies de forêt et changement climatique. Atelier le 11 et 12 janvier à Hôtel "Casablanca" à Dar El Beida, Alger, 28p.
- **MISSOUMIA et TADJEROUNIK, 2003.** SIG et imagerie Alsat1 pour la cartographie du risque d'incendie de forêt Article, 14p.
- **OZENDA P., 1954** - Observations sur la végétation d'une région semi-aride : les hauts plateaux du sud –Algérois. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 45(3-4), pp.189-223.
- **POUCHIN T., 2001** - Élaboration d'un observatoire paysager. Application à l'estuaire de Seine. Thèse de doctorat nouveau régime, Université du Havre, 316p.
- **QUEZEL P. & BARBERO M., 1990** - Les forêts méditerranéennes, problème posés par leur signification historique, écologique et leur conservation. Acta botanicaMalacitana, n°15, pp 145-178.
- **QUEZEL P. & SANTA S., 1962, 1963** - Nouvelles flores de l'Algérie et des régions méridionales. CNRS. Paris, 1700p.
- **RNE, 2000** - Rapport national sur l'état et l'avenir de l'Environnement. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. Algérie. 253p.
- **SAFA O., 2013** – Elaboration d'une carte de risques des feux de forêts à l'aide d'un modèle de simulation DEVS dans la forêt de Beni Affane, commune de MechraaSfa, Tiaret. Thèse de Doctorat, Université Ibn Khaldoun de Tiaret, 112p.
- **SEIGUE A., 1985** - La forêt circum-méditerranéenne et ses problèmes. Techniques agricoles et productions méditerranéennes. G.-P. Maisonneuve et Larose. 502 p.
- **SEMMAR N., 2015** - Application du SIG et télédétection pour la cartographie de la sensibilité aux feux de forêts de la forêt domaniale des Sdamas Chergui de la Wilaya de Tiaret, mémoire de Master II. Université Ibn Khaldoun de Tiaret, 49p.
- **WEBMASTER 1** - Direction Générale des Forêts, www.dgf.gov.dz/, Site officiel de l'Institut pour la protection et la valorisation de la forêt.

Résumé :

Chaque année plus de 20 000 hectares de forêts sont détruits par les feux en Algérie. Les feux coûtent beaucoup en termes de vies humaines et en biens.

L'objectif de notre travail est d'établir une carte de risque du feu de forêt axé sur la forêt domaniale des Sdamas Chergui (Wilaya de Tiaret).

A travers un cas pratique, nous avons tenté de montrer que les S.I.G combinés aux données du satellite LANDSAT d'observation de la terre, sont des outils de gestion efficaces et en constante évolution pour caractériser les zones forestières à risque d'incendie.

MOTS CLES :

Incendies de forêts, Indice de risque des feux de forêts, SIG, Télédétection, Sensibilité aux feux de forêts

الملخص:

في كل سنة يتم إتلاف أكثر من 20,000 هكتار جراء حرائق الغابات في الجزائر، هذه الأخيرة تتسبب في خسائر في الأرواح و الممتلكات.

الهدف من عملنا هذا هو صنع خريطة توضح الأماكن التي تكون معرضة أكثر للحرائق، بغاية الدولة زدامة شرقي (ولاية تيارت).

و بهذا المثال الحي حاولنا تبيين الدور الهام الذي تلعبه نظم المعلومات الجغرافية و الإستشعار عن بعد بالأقمار الصناعية لمراقبة الأرض (لاندسات)، و المتمثل في أداة التسيير الفعالة و التطور الثابت من أجل تحديد الأماكن الأكثر عرضة لحرائق الغابات.

الكلمات المفتاحية:

حرائق الغابات، مؤشر خطر حرائق الغابات، نظم المعلومات الجغرافية، الإستشعار عن بعد، الحساسية لحرائق الغابات.