

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE de TLEMCEM  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de  
l'Univers

**Département des Ressources Forestière**

**Laboratoire N°31** : *Gestion conservatoire de l'eau, du sol et des forêts*

*Et développement durable des zones montagneuses de la région de Tlemcen*

**MEMOIRE**

Présenté par

**MEBAREK OUSSAMA**

*En vue de l'obtention du*

**Diplôme de MASTER**

*En FORESTERIE*

**Thème**

**Contribution à l'élaboration d'une carte de risque de feux de  
forêts dans la wilaya de Tissemsilt**

Soutenu le 30/09/2020, devant le jury composé de :

Président	Mr DEHANE BELKHEIR	Professeur	Université de TLEMCEM
Encadreur	Mr BENABDALLAH MOHAMED ALI	M.C. A	Université de TLEMCEM
Examineur	Mme CHOUIKHI SMAHI HADJER	M.A. B	Université de TLEMCEM

**Année universitaire 2019/2020**

## المساهمة في وضع خارطة مخاطر حرائق الغابات بولاية تيسمسيلت:

: كجزء من المكافحة الوقائية لحرائق تم وضع خارطة مخاطر الحرائق على مستوى ولاية تيسمسيلت، حماية المناطق الحرجية الموجودة في هذه المنطقة. سمح لنا استخدام نظام المعلومات الجغرافية وأداة الاستشعار عن بعد بعمل خريطة لمخاطر الحرائق. تم إنشاء هذه الخريطة من أجل حماية منطقة الغابات هذه التي تحتوي على تنوع مهم للغاية. نية رسم الخرائط هذه على مزيج من المؤشرين الأوسطين ( NDVI ) ( 49.12 20.63 30.25 ) مما سمح لنا بتحديد مؤشر مخاطر الحريق ( IRD ) وهكذا تم تحديد ثلاث فئات للمخاطر وهي: ( 30.25 20.63 49.12 ) وأخيراً، ستكون خطة الإدارة القائمة على بيانات هذا العمل ضرورية للمكافحة الوقائية. ضد حرائق الغابات ولحماية هذه المنطقة الحرجية. الكلمات المفتاحية: خريطة مخاطر الحريق، نظام المعلومات الجغرافية والاستشعار عن DFCI ولاية تيسمسيلت.

### Résumé : Contribution à l'élaboration d'une carte de risque de feux de forêts dans la wilaya de Tissemsilt

Dans le cadre de la lutte préventive contre les feux de forêt, une carte de risque d'incendie a été élaborée au niveau de la Wilaya Tissemsilt, afin de protéger les zones boisées situées dans cette zone. L'Utilisation de l'outil SIG et télédétection nous a permis de faire une carte de risque d'incendie. Cette carte a été établie en vue de protéger cette zone forestière ayant une diversité très importante. En outre, cette technique de cartographie est basée sur une combinaison des deux indicateurs du milieu (l'N.D.V. I, la pente de terrain et même l'exposition), qui nous a permet de déterminer l'indice de risque d'incendie (I.R.D). Ainsi, trois 03 classes de risques ont été identifiées à savoir : (Faible 49.12 % ; moyen 20.63 % ; fort 30.25 %). Enfin, un plan de gestion basé sur les données de ce travail, sera nécessaire pour la lutte préventive contre les feux de forêts et afin de protéger cette zone forestière.

**Mots clés :** Carte de risque d'incendie, SIG et Télédétection, Lutte préventive, DFCI, Wilaya de Tissemsilt.

### Summary: Contribution to the development of a map of forest fire hazards in the state of Tissemsilt

As part of the preventive fight against forest fires, a fire risk map has been drawn up at the level of the Wilaya Tissemsilt, in order to protect the wooded areas located in this area. The use of the GIS and remote sensing tool allowed us to make a fire risk map. This map was drawn up with a view to protecting this forest area which has a very important diversity. Furthermore, this mapping technique is based on a combination of the two middle indicators (the NDVI, the slope of the land and even the exposure), which allowed us to determine the fire risk index (I.R.D). Thus, three 03 risk classes have been identified namely: (Low 49.12%; medium 20.63%; high 30.25%). Finally, a management plan based on the data of this work, will be necessary for the preventive fight against forest fires and to protect this forest area.

**Keywords:** Fire risk map, GIS and Remote sensing, Preventive control, DFCI, Wilaya of Tissemsilt.

# Remerciements

*Au terme de ce travail, je tiens en premier lieu de remercier « DIEU » tout puissant, de m'avoir aidé et donné le courage pour le finir Et ainsi ma famille qui ma soutenue avec tous les moyens pour ma réussite.*

*Mes remerciements vont tout particulièrement*  
**À Mr. BENABDELLAH Mohammed Ali**, Maître de conférences à l'université de Tlemcen qui a bien voulu assurer mon encadrement. Je le remercie également pour sa patience avec moi et les conditions qui m'a offert pour mener à bien ce travail, ses conseils et orientations.

*Je remercie également les membres du jury qui ont accepté d'examiner mon travail et m'ont apporté leur jugement d'experts :*

**Mr. DEHANE Belkhir Professeur** à l'université de Tlemcen autant que président de jury.

**Mme CHOUIKHI SMAHI HADJER** à l'université de Tlemcen, qui a accepté d'examiner ce travail.

*J'exprime ma profonde gratitude à tous mes enseignants qui ont participé à ma formation pendant toutes les années d'étude.*

*Enfin, je remercie toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail, en particulier Mr ZAOUI Mostafa d pour l'aide apporter dans la partie SIG et Télédétection.*

# SOMMAIRE

---

## SOMMAIRE

Introduction générale.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Chapitre I : GENERALITE SUR LES INCENDIES .....	3
1 Phycologie forestière.....	3
2 Mécanisme de feu .....	3
3 Mode de propagation.....	4
3.1 La propagation par transmission de chaleur.....	4
3.2 La propagation par transmission de chaleur.....	5
3.2.1 Transmission par conduction .....	5
3.2.2 Transmission par rayonnement thermique.....	5
3.2.3 Transmission par convection.....	5
3.3 La propagation par déplacement des substances en combustion.....	6
3.3.1 Par les gaz,.....	6
4 Les différents types de feu .....	6
4.1 Les feux de sol, de surface et de cimes .....	7
5 Les parties d'un feu .....	7
6 Les sautes de feu .....	7
7 Les cause des feux .....	8
7.1 Causes naturelles.....	9
7.2 Causes humaines :.....	10
7.3 Causes involontaires :.....	10
7.4 Les imprudences :.....	10
8 Facteurs influençant la propagation des incendies de forêts .....	10
8.1 Type de végétation.....	11
8.2 L'âge des arbres.....	11
8.3 La densité de la forêt.....	11
8.4 La superficie et homogénéité de la forêt .....	12
8.5 Quantité, propriété et continuité du combustible.....	12
8.6 Les conditions météorologiques .....	12
8.7 Les conditions orographiques .....	12
9 Les incendies en Algérie : .....	12
9.1 Les feux en Algérie pendant la période coloniale (1876-1962).....	13

# SOMMAIRE

---

9.2	Période de l'Algérie indépendante.....	14
10	Les effets du feu de forêt .....	16
11	Les principes mesures de la lutte .....	17
	.....	18
	CHAPITRE 2 : Présentation du zone d'étude .....	18
1	Présentation de la Wilaya de Tissemsilt.....	18
2	Description du milieu physique .....	19
2.1	1. Reliefs et topographie .....	19
2.2	Géologie.....	20
2.3	Le sol.....	21
2.3.1	- Les sols peu évolués .....	21
2.3.2	- Les sols minéraux bruts d'érosion.....	21
2.3.3	- Les sols brunifiés lessivés .....	21
2.4	Hydrologie .....	21
3	La faune .....	22
4	Le couvert végétal .....	22
5	Étude bio-climatologique .....	22
5.1	Précipitations.....	23
5.2	Température.....	25
5.3	Le vent .....	26
5.4	Diagramme Ombrothermique.....	27
5.5	Climagramme pluviométrique.....	28
	CHAPITRE III : Matériel et méthode .....	29
1	Méthode d'élaboration de la carte de prévention contre le risque d'incendie.....	29
2	Données et matériels utilisés .....	29
2.1	Logiciels informatiques.....	29
2.2	Le logiciel map info 8.0-Vertical Mapper (VM 3.0) .....	29
2.3	E.N.V.I 4.7 .....	30
2.4	Traitement de l'image satellite par l'E.N. V.I.....	31
2.5	Acquisition de l'image satellitaire .....	32
2.5.1	Composition colorée .....	33
2.5.2	Extraction de l'image.....	33
2.5.3	Détermination de l'indice « N.D.V.I ».....	33

# SOMMAIRE

---

2.5.4	Classification de l’N.D.V.I.....	34
	Chapitre VI résultats et interprétations .....	35
1	. Élaboration de la carte de risque d’incendie.....	35
1.1.	Carte de l’indice de végétation « N.D.V.I » .....	35
2.1	Conditions topographiques .....	37
2.1.1	Pentes .....	37
2.1.2	Expositions.....	39
2.2	Détermination de l’indice de risque d’incendie (I.R.D) .....	41
2.2.1	Carte de risque d’incendie.....	41
	Conclusion générale .....	46

**LISTE DES FIGURES ET  
TABLEAUX**

## Liste des figures

<b>Fig1: Triangle du feu.....</b>	<b>4</b>
<b>Fig2: Mode de transfert de la chaleur .....</b>	<b>6</b>
<b>Fig3: Les parties d'un feu .....</b>	<b>7</b>
<b>Fig4: Les différents types des feux de forêts .....</b>	<b>8</b>
<b>Fig5: Répartition des causes par pays .....</b>	<b>9</b>
<b>Fig6: Conditions de déclenchement des feux de forêts .....</b>	<b>11</b>
<b>Fig7: Evolution annuelle des superficies parcourues par le feu en Algérie période : 1876-1962 ).</b>	<b>13</b>
<b>Fig8: Superficies forestières brûlées en Algérie :1000 Ha. ....</b>	<b>14</b>
<b>Fig9: Superficie brûlée annuellement par incendie .....</b>	<b>16</b>
<b>Fig10: : Délimitation administratives de la Wilaya de Tissemsilt .....</b>	<b>18</b>
<b>Fig11: : Découpage administrative de la conservation des forêts de Tissemsilt .....</b>	<b>19</b>
<b>Fig12: Représentation du relief dans la Wilaya de Tissemsilt à partir du M.N.T.....</b>	<b>20</b>
<b>Fig13: : Carte pluviométrique de la Wilaya de Tissemsilt .....</b>	<b>24</b>
<b>Fig14: Variation de la précipitation mensuelle dans la zone d'étude. ....</b>	<b>25</b>
<b>Fig15: Variation des températures dans la zone d'étude.....</b>	<b>26</b>
<b>Fig16: Diagramme Ombrothermique de la zone d'étude. ....</b>	<b>27</b>
<b>Fig17: Climagramme pluviométrique d'Emberger de la Wilaya de Tissemsilt. ....</b>	<b>29</b>
<b>Fig18: Le logiciel Map-info 8.0-Vertical-Mapper(TM), utilisé dans l'étude cartographique. ....</b>	<b>30</b>
<b>Fig19: Le logiciel ENVI, utilisé dans le traitement de l'image satellitaire LANDSAT. ....</b>	<b>31</b>
<b>Fig20: Image Landsat 8 O.L.I de la zone d'étude « Tissemsilt » .....</b>	<b>32</b>
<b>Fig21: Carte de l'indice de végétation « N.D.V.I » de la Wilaya de Tissemsilt.....</b>	<b>35</b>
<b>Fig22: Représentation graphique des superficies relatives aux trois 03 classes d'N.D.V.I.....</b>	<b>37</b>
<b>Fig23: Représentation graphique des classes de pentes dans les monts de Tissemsilt. ....</b>	<b>38</b>
<b>Fig24: Carte des pentes de la Wilaya de Tissemsilt, réalisée à partir du M.N.T.....</b>	<b>39</b>
<b>Fig25: Carte de l'exposition de la Wilaya de Tissemsilt, réalisée à partir du M.N.T. ....</b>	<b>40</b>
<b>Fig26: : Représentation graphique des classes d'expositions dans les monts de Tissemsilt. ....</b>	<b>41</b>
<b>Fig27: : Carte de risque d'incendie de la Wilaya de Tissemsilt . ....</b>	<b>42</b>
<b>Fig28: Représentation graphique des superficies (en Km<sup>2</sup> ) des classes de risque .....</b>	<b>43</b>
<b>Fig29: Pourcentage (superficie en %) des classes de risque d'incendie dans la .....</b>	<b>44</b>



**Liste des tableaux**

<b>Tab 1: ; Les superficies parcourues par les feux en Algérie pendant la période coloniale (1876-1962).....</b>	<b>13</b>
<b>Tab. 2: Les caractéristiques de la station de référence. ....</b>	<b>23</b>
<b>Tab 3: La précipitation moyenne annuelle durant la période (2000-2015).....</b>	<b>24</b>
<b>Tab 4: La température moyenne annuelle entre l'année « 2000-2015 ».....</b>	<b>25</b>
<b>Tab 5: Répartition mensuelle des vitesses du vent. ....</b>	<b>26</b>
<b>Tab 6: Longueurs d'ondes et couleurs affectées pour chaque bande spectrale.....</b>	<b>33</b>
<b>Tab 7: Superficies des classes de l'indice de végétation « N.D.V.I » de la Wilaya de Tissemsilt..</b>	<b>36</b>
<b>Tab 8: Superficies des classes de pente dans les monts de Tissemsilt.....</b>	<b>38</b>
<b>Tab 9: Superficies des classes d'expositions dans la Wilaya de Tissemsilt .....</b>	<b>40</b>
<b>Tab 10: Superficies et pourcentages des classes de risque d'incendie (I.R.D) , dans la Wilaya de Tissemsilt.....</b>	<b>42</b>

**INTRODUCTION  
GENERALE**

## Introduction générale

Le feu est un élément fondamental et naturel du fonctionnement de nombreux écosystèmes forestiers (FAO, 2001). En effet, les incendies modifient le volume de la biomasse, altèrent le cycle hydrologique et influencent le cycle de vie des végétaux et des animaux, ils détruisent ainsi les paysages et les milieux forestiers (DAVIES et UNAM, 1999).

La forêt subit à nos jours des agressions diverses, et si insectes et champignons se caractérisent par des attaques localisées ou défauts et vices qui dévalorisent l'arbre ou encore le bétail qui peut entraver une bonne régénération et tassement du sol, l'incendie ravage annuellement des étendues importantes, de 2 millionsha dans uniquement les pays méditerranéens(FAO, 2019).L'incendie non seulement peut entrainer la destruction totale du sol, mais il dégrade aussi le sol, enlaidit le paysage et compromet la reconstitution de la forêt.

Sur l'ensemble des facteurs d'agressions de la forêt en méditerranée et plus particulièrement En Algérie, les feux de forêt sont le facteur de dégradation le plus dévastateur par ses pertes dues à son intensité et à sa brutalité qui touchent des grandes superficies forestières et pré forestières dans des courtes périodes. Ses conséquences s'observent sur le niveau environnemental ou écologique, social et économique (LE HOUEROU, 1990 ; ROGNON, 1995).

Les formations forestières de la Wilaya de Tissemsiltprésentent une richesse en matière de biodiversité, cependant cette végétation, dans le temps actuel, est soumis à plusieurs facteurs de dégradation, notamment les incendies de forêts.

Cette étude a pour objectif principale l'évaluation de l'état de risque d'incendie de la région forestière de la wilaya de Tissemsilt, afin d'établir une carte de prévention contre le risque d'incendie. Comme objectif spécifique, cette étude met en évidence, à travers une analyse spatiale grâce à l'utilisation de l'outil télédétection et l'intégration des données aérospatiales et cartographiques dans un système d'information géographique (S.I.G).

L'adoption de zonage des différents niveaux de risques a pour objectif d'arrêter le plan d'équipement propre à chaque zone et la stratégie de lutte propre à chaque incendie où les priorités sont définies à l'avance par les gestionnaires forestiers.

Notre travail est structuré en quatre (04) chapitres :

Chapitre I contient des recherches bibliographiques sur les incendies de forêts en général (Il contient des informations sur les incendies de forêt telles que : définition, les causes, la propagation ...etc.).

Chapitre II contient la présentation de la Wilaya de Tissemsilt. (Situation géographique, reliefs, couverts végétales... etc.).

Chapitre III contient la méthodologie d'élaboration d'une carte de risques d'incendie pour la wilaya de Tissemsilt et le matériel utilisé pour déterminer cette carte.

Chapitre IV contient les Résultats obtenus et l'interprétation de la cartographie des risques d'incendie.

# chapitre I

- **GENIRALITE SUR LES  
INCENDIES**

## Chapitre I : GENERALITE SUR LES INCENDIES

---

### I.1 Pyrologie forestière

La pyrologie forestière constitue une science dont l'objet principal est l'étude des feux de forêts et de leurs propriétés. Elle explique le phénomène de la combustion, décrit les caractéristiques propres aux incendies de forêt et étudie les facteurs qui influencent leur origine et leur développement (**TRABAUD, 1979**). Par forêt, il faut entendre en plus des forêts au sens strict, l'ensemble des formations végétales dégradées de substitutions : landes, garrigues, maquis...etc. (**JAPPIOT et al., 2002**).

L'incendie est une réaction de combustion non maîtrisée dans le temps et dans l'espace (**KHALID, 2008 ; CEMAGREF, 1994 ; JAPPIOT et al., 2002**). Les feux de forêt ou incendies se déclarent dans une formation végétale, généralement de type forestière (forêts de feuillus ou/et de conifères) ou su forestière (garrigues, maquis...). Ce terme désigne globalement les feux de forêt, de maquis ou de garrigues ayant brûlé au moins 1 ha de massif (**BERRICHI,2013**).

#### 1 Mécanismedefeu

Pour qu'un feu de forêt se déclenche, il faut que trois paramètres fondamentaux soient en présence : le combustible, le comburant et la chaleur (**CARBONNELL et al., 2004**). La réaction chimique de combustion ne peut se faire qu'à la présence de ces trois éléments. On représente de façon symbolique cette association par le triangle du feu suivant (Fig.1).



Figure1: Triangle du feu, (selon MEDDOUR., 2014).

Dans le triangle du feu, la végétation forestière, constitue le combustible. Par sa composition et sa structure et par sa teneur en eau ; elle exigera une température plus ou moins élevée pour s'enflammer, par sa densité et sa répartition sur le terrain (**CHAUTRAND, 1972**). Selon le même auteur, un comburant, est le corps, qui provoque et entretient la combustion du combustible. Le plus souvent, le comburant est constitué par l'oxygène présent dans l'air ambiant. La réaction de combustion est alors une oxydation.

L'inflammation est parfois, le fait d'un phénomène naturel, foudre, inflammation spontanée. Elle est plus généralement, le fait de l'homme en raison de la dispersion de l'habitat, de la pression touristique, des pratiques agricoles désastreuses « brûlages », d'équipement défectueux « lignes électriques à haute tension, dépôts d'ordures ménagères », d'imprudences « fumeurs » et de malveillance « bergers » (**CHAUTRAND, 1972**).

## 2 Mode de propagation

À l'exception des feux de sol, un incendie de végétation se propage principalement par convection et par rayonnement. Les sautes de feu peuvent accélérer la propagation du feu. On distingue différents types de feu et ce en fonction des strates où ils se propagent (**COLIN et al.,2001**).

### 2.1 La propagation par transmission de chaleur

L'incendie de forêt peut être décomposé en trois phases : évaporation de l'eau contenue dans le combustible, émission des gaz inflammables par pyrolyse, et l'inflammation (**COLIN et al., 2001**).

## **2.2 La propagation par transmission de chaleur**

La chaleur se propage par trois processus distincts : la conduction, la convection et le rayonnement (COLIN et al., 2001).

### **2.2.1 Transmission par conduction**

La conduction est issue de l'agitation moléculaire, qui est liée à la constitution, et à la température du milieu qui se produisant seulement dans un support matériel, qu'il soit solide, liquide, ou gazeux. La chaleur se diffuse du corps chaud, vers le corps froid. En pratique, la conduction est négligeable au cours de la propagation des incendies de végétation, puisqu'elle ne représente environ que (5 %) des transferts de chaleur ; à l'exception des feux de sol ou de tourbières, pour lesquels elle est le processus de chaleur prépondérant (COLIN et al., 2001).

### **2.2.2 Transmission par rayonnement thermique**

Le rayonnement est un mode de transfert de l'énergie sous forme d'ondes électromagnétiques, se propageant avec ou sans support matériel. Tout corps dont la température absolue est supérieure à 0°K émet, un rayonnement électromagnétique, dont la fréquence est fonction de cette température. La quantité d'énergie transférée d'un corps à un autre par rayonnement, augmente avec l'accroissement de la différence de température entre ces deux corps (COLIN et al., 2001).

### **2.2.3 Transmission par convection**

La convection est un transfert de chaleur par mouvements macroscopiques d'un fluide (Le gaz dans le cas d'un feu) dont la masse transporte la chaleur qu'elle contient. Dans les feux de végétation, la combustion produit des gaz chauds qui se mélangent à l'air ambiant chauffé également. Ces gaz chauds, sont plus légers et montent rapidement. Ils apportent une grande quantité de chaleur aux combustibles situés au-dessus « houppier », les dessèchent et élèvent leur température jusqu'au point d'inflammation. La convection est le processus de transfert de chaleur prépondérant dans la propagation des incendies de forêt. Liée aux mouvements d'air chaud dont l'importance augmente avec le vent et la pente, ces mouvements peuvent en outre, contribuer au transport de particules incandescentes, en avant du front de flammes. Ce processus, est à l'origine de déclenchement de foyers secondaires (KHALID., 2008 ; AMMARI., 2011).



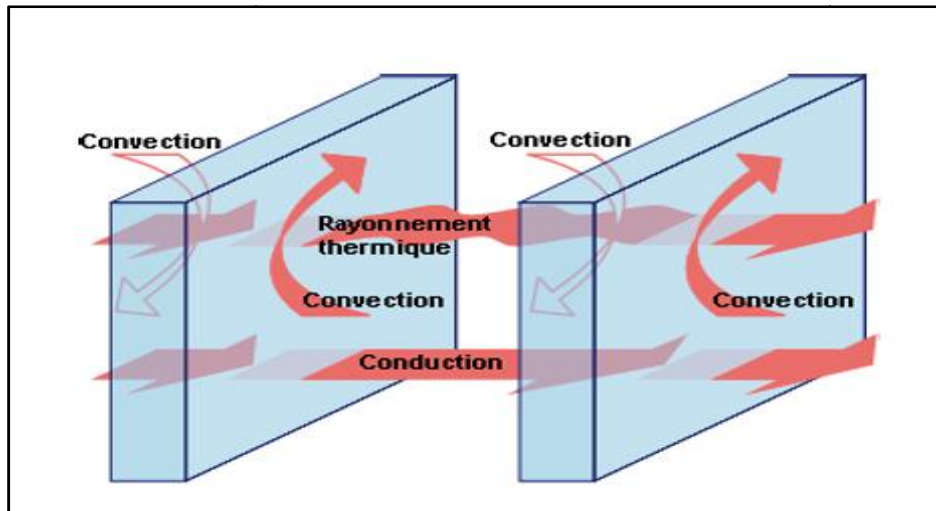


Figure2: Mode de transfert de la chaleur (LAURENT et al., 2010)

### 2.3 La propagation par déplacement des substances en combustion

Le déplacement des matériaux en combustion, peut s'effectuer de différentes manières selon la nature du matériel ou de la substance (ARFA, 2003).

#### 2.3.1 Par les gaz,

Liquides et solides dans un feu, où la combustion est souvent incomplète dont il subsiste des nappes de gaz non brûlés. La combustion de ces nappes, peut se poursuivre sur une distance notable avec parfois une rupture de flammes ; puis ré-inflammation à une distance variable par un nouvel appel d'air tandis que le transfert par liquide est le transfert le plus direct est de plus en plus limité, les cuvettes de rétention, permettent d'éviter ce problème. En ce qui concerne le transfert par solide, la propagation du feu se fait par brandons « fragments de solides en ignition pouvant franchir des distances importantes », et par escarbilles « petites particules incandescentes qui se déplacent sur quelques mètres » (ARFA, 2003).

### 3 Les différents types de feu

Selon MARGERIT., (1998), une fois éclo, 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 trois types.

### 3.1 Les feux de sol, de surface et de cimes

Consument la matière organique de la litière et de l'humus situé sous celle-ci et ne produisent pas de flamme apparente (Fig.2). Ils peuvent pénétrer dans des dépôts organiques très profonds et cheminer à plusieurs dizaines de centimètres sous la surface. Ils sont relativement rares en région méditerranéenne. Les feux de surface brûlent les strates basses et contiguës au sol (litière, tapis herbacé, broussailles). Ce sont les plus communs.

Ils se propagent rapidement, en dégageant beaucoup de flammes, et de chaleur. Les feux de cimes embrasent les houppiers et se propagent rapidement.

Ils sont de deux types :

- Indépendants : Ils se propagent dans les cimes sans dépendre du feu de surface ;
- Dépendants : Ils ne se maintiennent dans les cimes qu'en raison de la chaleur dégagée par le feu de surface. Ils sont passifs, ils contribuent moins à la propagation que le feu de surface qui les accompagne.

## 4 Les parties d'un feu

La forme d'un feu, se réfère à la configuration qu'il adopte en se développant détermine des parties bien distinctes (Fig.03).

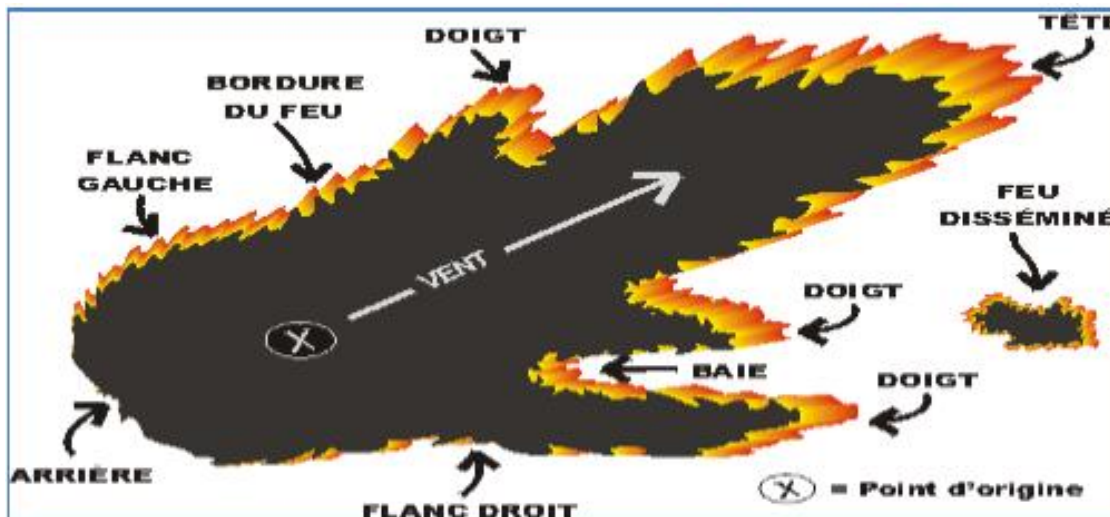


Figure 3: Les parties d'un feu, (www.membre. multimania.fr)

## 5 Les sautes de feu

Ce sont des projections de particules enflammées ou incandescentes « brandons », en avant du front de flamme. Ces particules, entraînées dans la colonne de convection et transportées par

le vent, peuvent être à l'origine de foyers secondaires à l'avant de l'incendie. Les gros brandons, peuvent brûler longtemps et être transportés très loin « jusqu'à 10 ou 20 km dans les cas exceptionnels ». Des sautes de feu très nombreuses (COLIN et al., 2001).

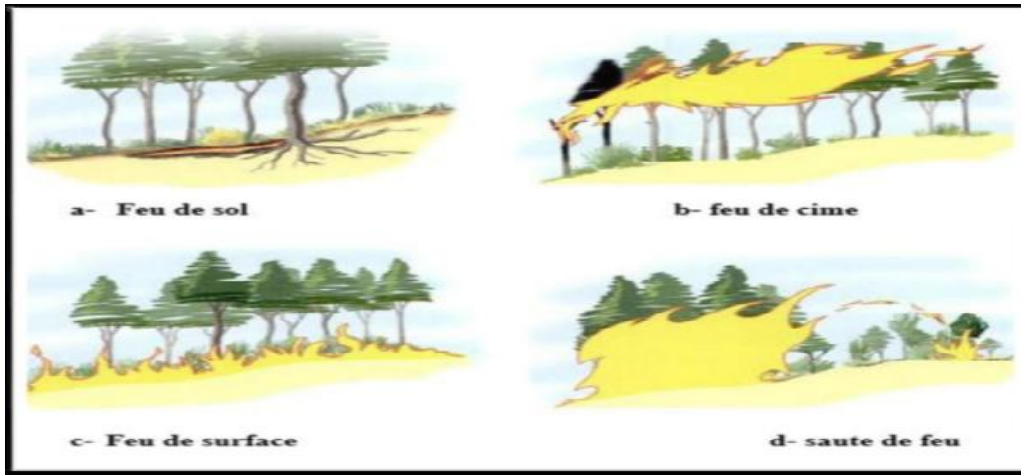


Figure 4: Les différents types des feux de forêts (COLIN et al., 2001)

## 6 Les causes des feux

Les causes d'incendie de forêt sont diverses et leur répartition varie selon les zones géographiques mais aussi en fonction du temps (Long et al., 2008). Contrairement aux autres parties du monde, où un pourcentage élevé de feux est d'origine naturelle (essentiellement la foudre). Le bassin méditerranéen se caractérise par la prévalence de feux provoqués par l'homme. Les causes naturelles ne représentent qu'un faible pourcentage « de 1 à 5 % en fonction des pays », probablement à cause de l'absence de phénomènes climatiques comme les tempêtes sèches (ALEXANDRIAN et al., 1998) (Fig.05).

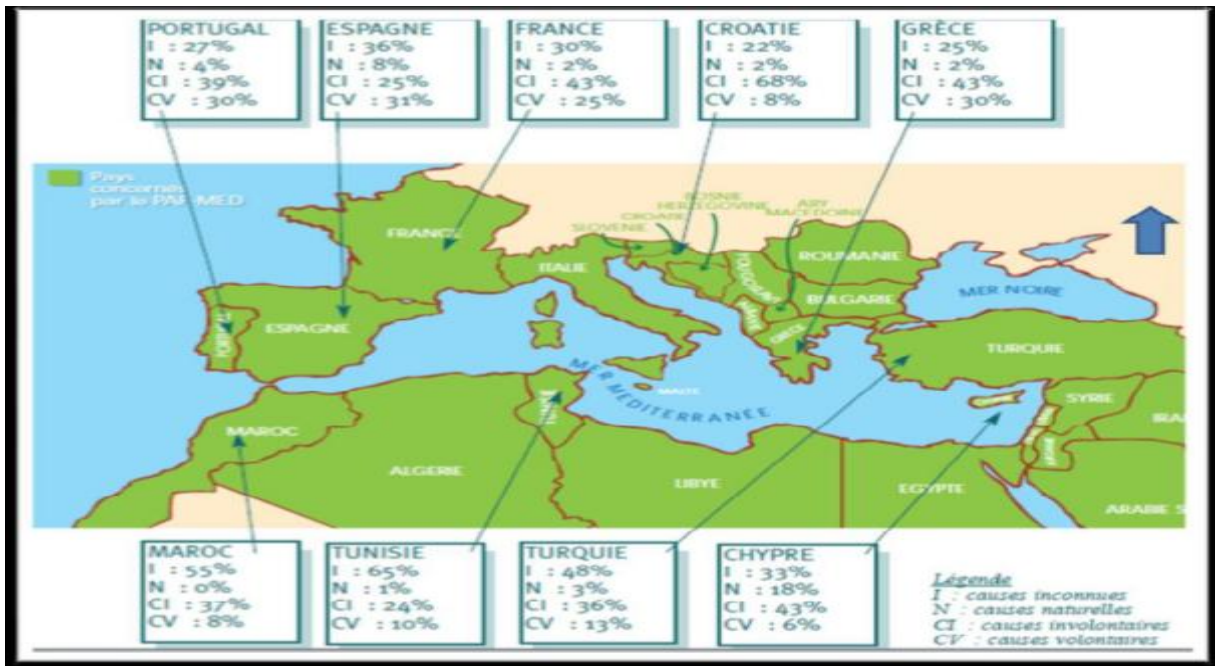


Figure 5: Répartition des causes par pays (COLIN et al., 2001).

Dans le Bassin Méditerranéen, les incendies sont en grande majorité d'origine humaine, que ce soit par accident, par négligence, ou intentionnellement. Cependant, la part des feux dont l'origine reste inconnue est encore importante (COLIN et al., 2001). Parmi les origines connues, ce sont les causes involontaires « négligence ou accident » qui sont les plus fréquentes dans l'ensemble des pays, hormis la Turquie, où les incendies criminels semblent être la majorité (CANAKCIOGLU, 1986).

Les causes accidentelles varient d'un pays à l'autre. Certaines sont liées aux installations fixes (lignes électriques, décharges) et d'autres sont directement associées aux activités humaines « fours à charbon mal réglés, feux non maîtrisés, fumeurs, feux de camp, feux allumés par les bergers ». Il semble toutefois, que ces incendies involontaires soient directement liés aux activités agricoles et forestières :

Les parties en cause sont principalement les résidents permanents, « et rarement les touristes de passage » (ALEXANDRIAN et al., 1998).

### 6.1 Causes naturelles

La végétation ne s'enflammant pas seule, même par forte sécheresse ; l'unique cause naturelle connue dans le Bassin Méditerranéen est la foudre. Ce phénomène, très répandu en forêt boréale, (orages secs), est relativement rare en région méditerranéenne où il ne concerne que 1 à 5 % des cas d'incendies. Des exceptions peuvent toutefois être observées, notamment

en Espagne, où, dans certaines régions, la foudre représente 30,00 % des départs de feu (Aragon : 38,00 % et Castille-la Manche : 29,00 %). Les éruptions volcaniques peuvent également être à l'origine d'incendies de forêt. Ce phénomène est cependant exceptionnel dans le Bassin Méditerranéen (COLIN et al., 2001).

### **6.2 Causes humaines :**

Elles représentent, l'essentiel des origines des incendies de forêts. Globalement, pour l'ensemble des pays du Bassin Méditerranéen, on retrouve des causes involontaires et des causes volontaires. Leur répartition dépend étroitement du contexte social, économique, politique et législatif de chaque pays (COLIN et al., 2001).

### **6.3 Causes involontaires :**

Elles constituent les causes principales, pour la majorité des pays du Bassin Méditerranéen (COLIN et al., 2001).

### **6.4 Les imprudences :**

Elles résultent de négligence par rapport aux risques d'incendie, et sont corrélées à l'importance de la fréquentation des forêts ou de leurs abords immédiats. La nature des imprudences dépend des activités en forêt et aux abords immédiats. La répartition des causes pour chaque pays est très variable : - Pour les pays où l'économie est basée sur l'agriculture et où la pression de la population rurale est forte, les travaux agricoles et forestiers représentent une des causes les plus importantes. Les départs de feux se situent alors très souvent en bordure de forêt (COLIN et al., 2001).

## **7 Facteurs influençant la propagation des incendies de forêts**

Le comportement ou la propagation d'un incendie est régi par un certain nombre de facteurs dont les influences s'opposent ou s'additionnent. Parmi ces facteurs on note : les combustibles, les éléments atmosphériques et la topographie (TIR, 2015). Le départ de feu nécessite plusieurs facteurs à savoir le climat, la végétation, la topographie et la gestion sociale et économique de l'espace (QUEZEL et MEDAIL, 2003)(Fig.6).

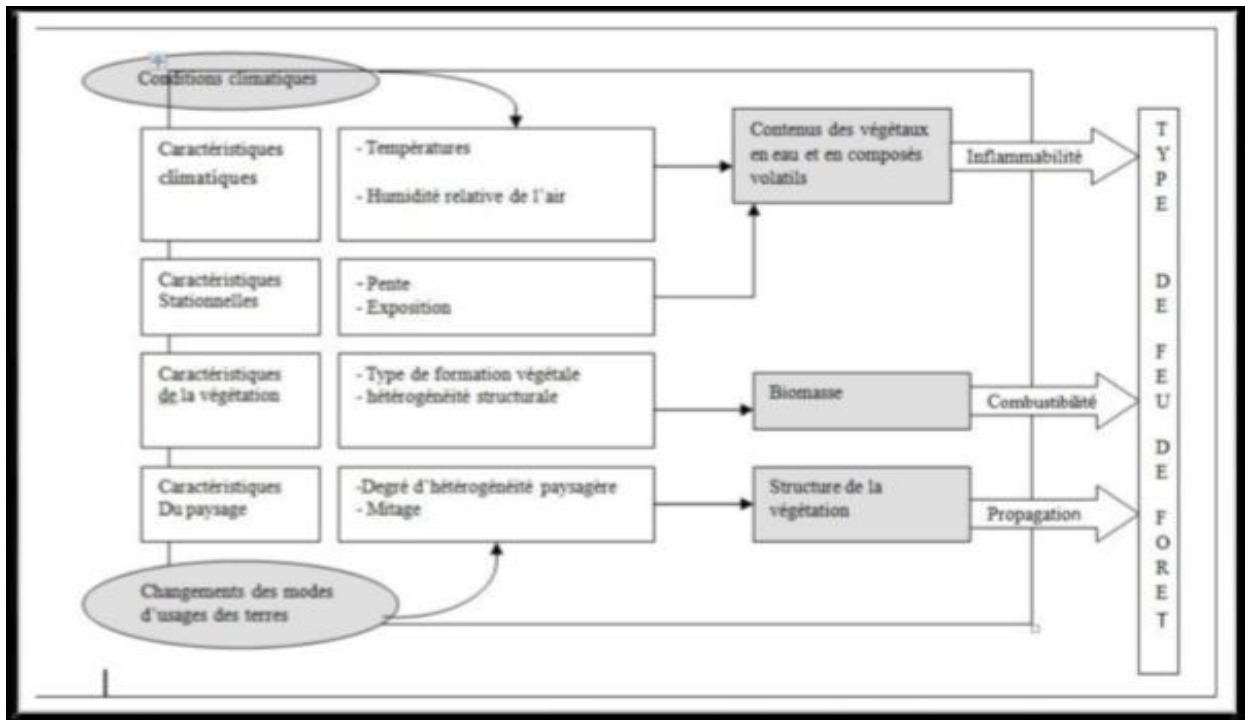


Figure 6: Conditions de déclenchement des feux de forêts (QUEZEL et MEDAI 2003).

### 7.1 Type de végétation

Les résineux sont considérés comme les types les plus touchés par les feux de forêt et cela est dû à plusieurs causes, leurs compositions chimiques qui contiennent des produits résineux (résine) dans leurs feuillages et bois, ce type de végétation a une capacité de renouvellement du feuillage faible « type de feuillage persistant ». Le Pin est le plus touché par les incendies de forêts, vu son inflammabilité et son développement dans les milieux semi-aride. Par contre, les caducifoliés sont moins touchés par les incendies (MERDAS, 2007).

### 7.2 L'âge des arbres

Les feux de forêts touchent les zones forestières qui contiennent des jeunes semis et des arbustes et les arbres qui contiennent des branches à ras du sol. Mais pour les arbres plus âgés, la résistance est plus importante vu la formation de couche de liège et l'élagage naturel (MERDAS, 2007).

### 7.3 La densité de la forêt

Les forêts qui ont une densité moyenne ont une bonne résistance aux feux de forêts parce que la densité importante augmente la quantité du combustible (débris et branches morts), pour la densité faible, elle stimule le développement des herbes qui sont inflammables constituant le point de départ des feux (MERDAS, 2007).

#### **7.4 La superficie et homogénéité de la forêt**

Le danger de l'incendie de forêt augmente avec la superficie exposée « quantité du combustible ». Si la forêt contient des espaces différents, oueds, des roches, des cailloux, et des lacs, la vitesse de propagation de l'incendie, va être lente et l'incendie moins dangereux et la lutte contre cet incendie sera plus facile (MERDAS, 2007).

#### **7.5 Quantité, propriété et continuité du combustible**

La composition chimique du combustible influe sur la sévérité du feu, les matériaux contenant des produits tels que la résine et certains aromes sont très inflammables. La teneur en eau et le taux d'humidité du combustible ainsi que la température et la continuité du combustible sont des facteurs qui favorisent la propagation des incendies de forêts (MERDAS, 2007).

#### **7.6 Les conditions météorologiques**

Les périodes de sécheresse et les épisodes de vents forts, sont favorables au dessèchement du combustible, et par conséquent à l'éclosion des incendies. Ainsi, le vent accélère le dessèchement des sols et des végétaux et augmente les risques de mises à feu par la dispersion d'éléments incandescents. La direction du vent est une autre variable importante du climat, puisqu'elle détermine largement l'orientation de la propagation du feu, et donc influence la mosaïque de la forêt (PARISIEN et al., 2004). La chaleur dessèche les végétaux par évaporation et provoque, lors des périodes les plus chaudes, la libération d'essences volatiles, à l'origine de la propagation des flammes. De même, la foudre est à l'origine des départs de feux, notamment en plein cœur des massifs et lors des mois les plus chauds de l'année.

#### **7.7 Les conditions orographiques**

Dans une zone sans relief, un départ de feu est facilement soumis à l'accélération du vent. En zone à relief irrégulier, la progression du feu est accélérée dans les montées et ralentie dans les descentes, la pente conditionne l'inclinaison des flammes par rapport au sol et ainsi leur vitesse de propagation. L'exposition a également un rôle indirect sur la progression du feu, car elle conditionne le type de végétation, influence le vent et l'ensoleillement. Généralement, les versants Sud et Sud-ouest, présentent les conditions les plus favorables pour une inflammation rapide et pour la propagation des flammes (MERDAS, 2007).

## **8 Les incendies en Algérie**

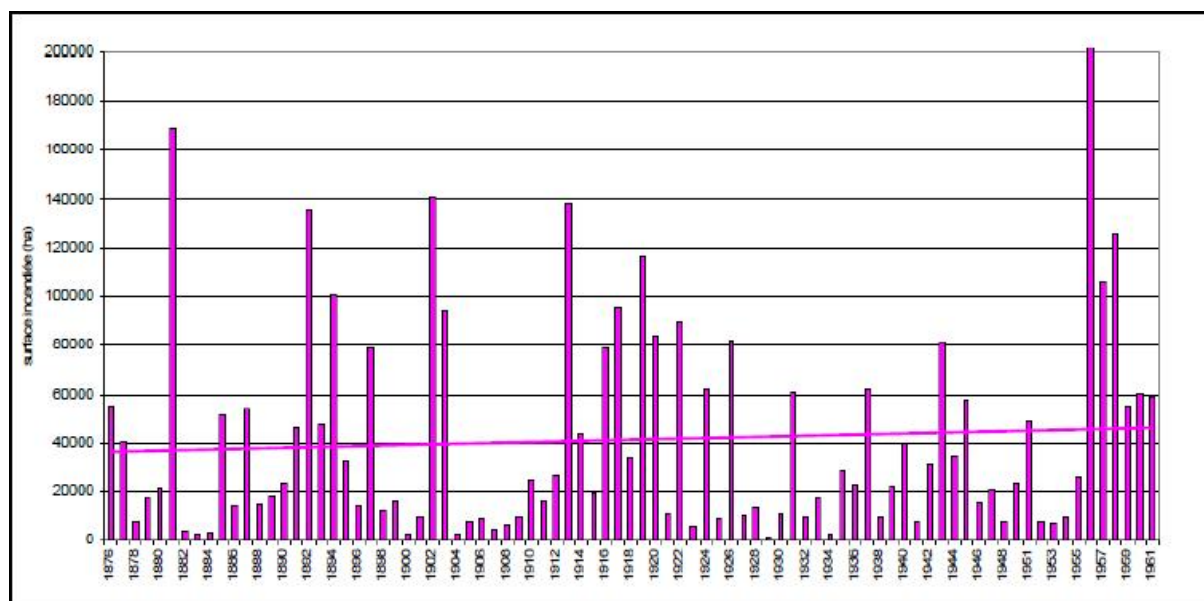
Par une approche descriptive des données sur les feux de forêts, l'incendie représente le premier facteur de dégradation, le plus ravageur de la forêt en Algérie (MEDDOUR et al., 2013 ; BERRICHI et al., 2013 et ABBAS, 2013)

### 8.1 Les feux en Algérie pendant la période coloniale (1876-1962)

**Tableau 1 : Les superficies parcourues par les feux en Algérie pendant la période coloniale (1876-1962).**

Périodes	Superficie totale incendiée / décennie (ha)	Moyenne/an (ha)
(1876-1885)	372749,00	37275,00
(1886-1895)	486569,00	48657,00
(1896-1905)	380375,00	38037,00
(1906-1915)	297828,00	29783,00
(1916-1925)	587087,00	58709,00
(1926-1935)	237627,00	23763,00
(1936-1945)	368537,00	36854,00
(1946-1955)	166138,00	18460,00
(1956-1962)	673965,00	67 396,00
<b>Total</b>	<b>3 570 875</b>	<b>396 764</b>

Sources : (MEDDOUR *et al.*, 2007)



**Figure 7: Evolution annuelle des superficies parcourues par le feu en Algérie période : 1876-1962 (MEDDOUR et al., 2008).**



On remarque que, la période coloniale a été fatale pour le patrimoine forestier national. En effet, une surface cumulée de 3506942,00 ha, a été parcourue par le feu sur une période de 87 ans. Les grands incendies dramatiques, ont coïncidé, en général, avec des époques troubles « insurrections, période de guerre ». Plus particulièrement, durant la guerre de libération nationale (1954-1961), la forêt algérienne s'embrasa fréquemment sous l'effet des bombardements aériens au napalm et des mises à feu au sol (MEDDOUR *et al.*, 2008).

## 8.2 Période de l'Algérie indépendante

En Algérie, les gestionnaires forestiers sont confrontés à une tendance générale d'augmentation des superficies brûlées, et de la gravité des incendies. Les statistiques montrent, qu'entre 1962 et 2012 : 1,693,44 ha (de forêts, maquis et broussailles) ont été incendiés, soit une moyenne annuelle de 30000,00 ha (Fig.7,08 et 09). (D.G.F., 2012).

En Algérie du Nord le taux de boisement de 12,00%, est loin de la norme mondiale de la stabilité écologique de 25%.

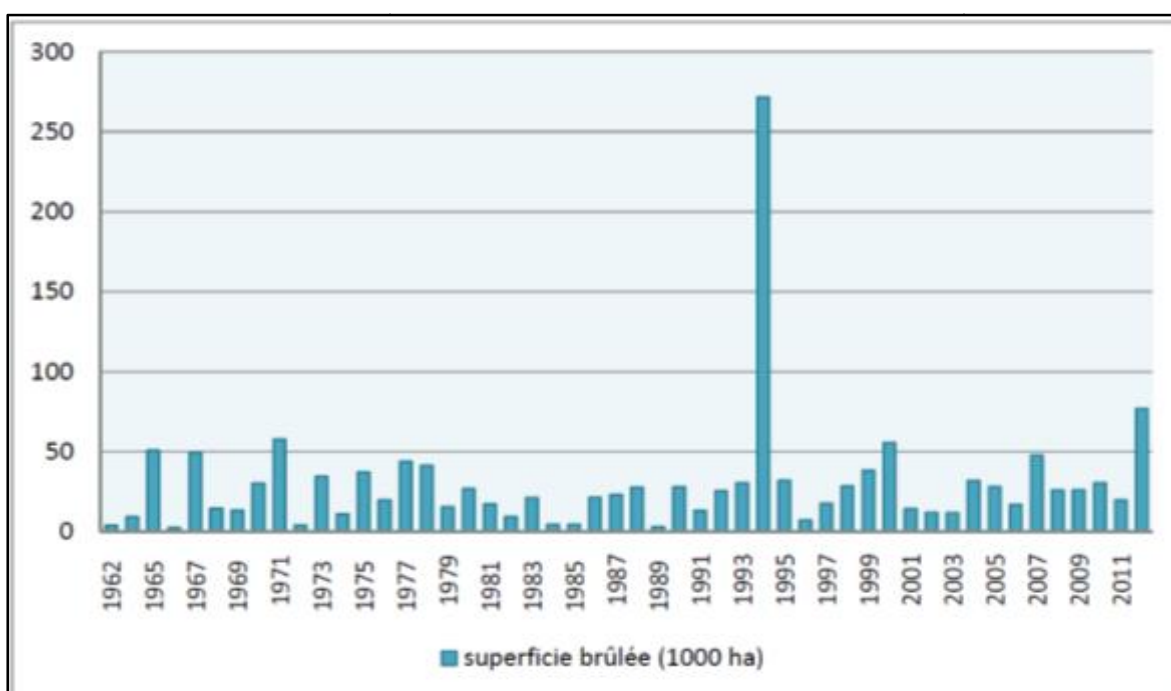
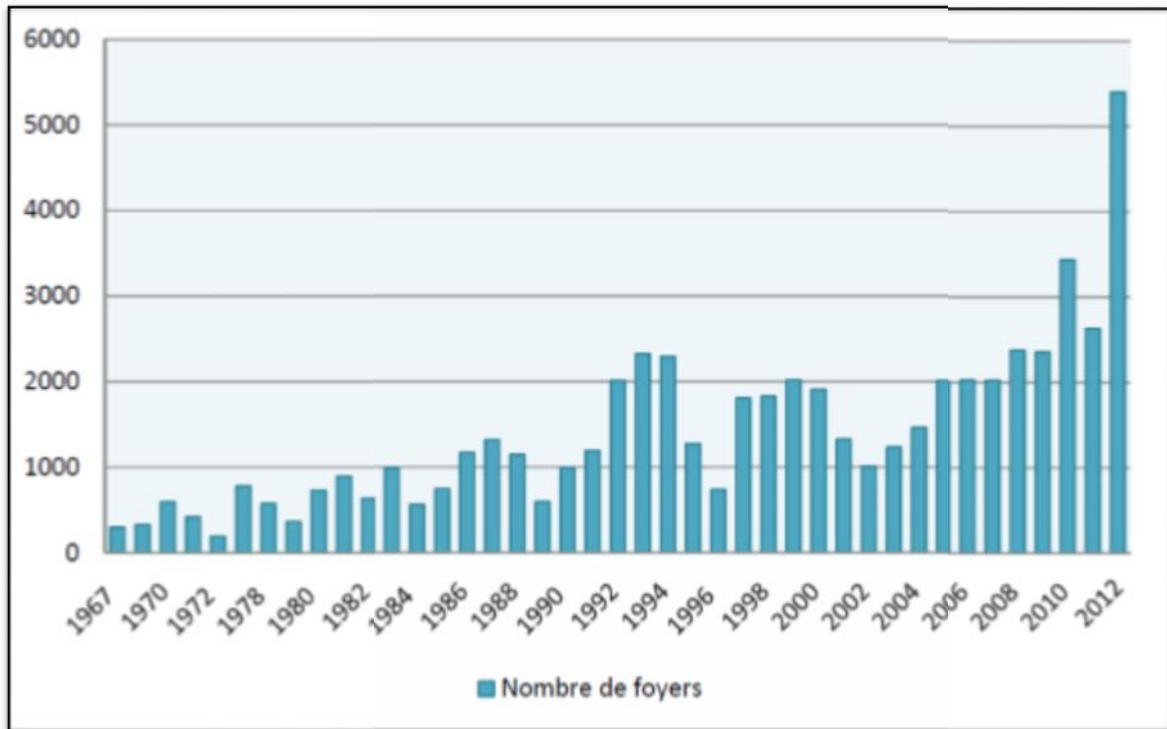


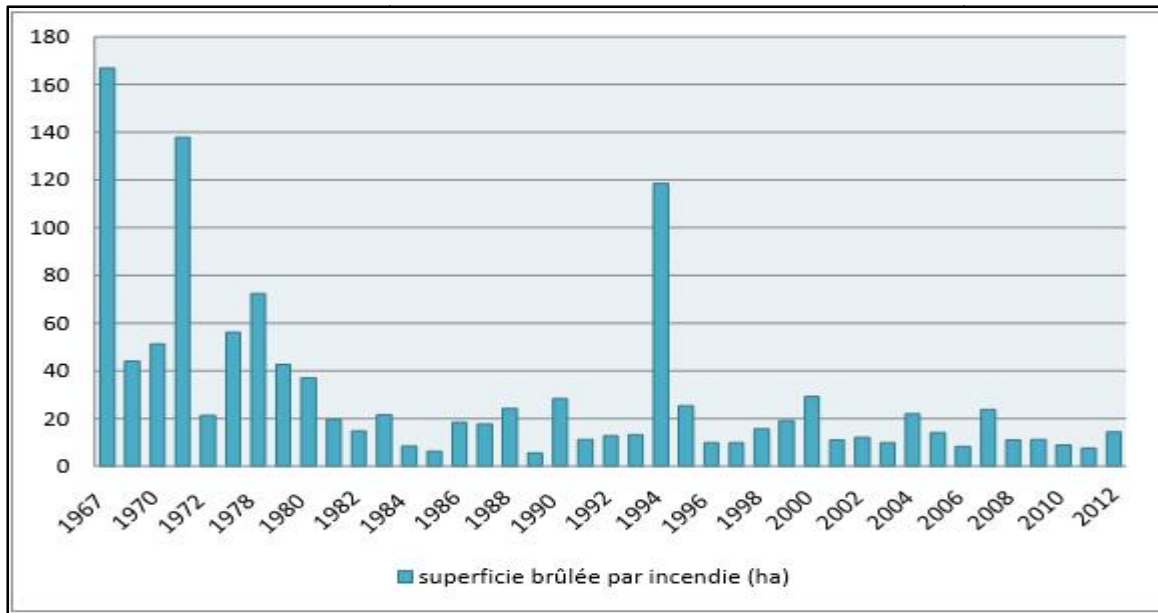
Figure 8: Superficies forestières brûlées en Algérie x 1000 ha. (D.G.F 2012)

La tendance du nombre des feux par année en Algérie, est en nette progression, il faut dire qu'à l'instar des autres pays. La forêt constitue aussi, un espace d'expression ouvert et offert aux différentes couches de la société.



**Figure 08 : nombre des foyers de feux par année en Algérie (D.G.F 2012)**

L'augmentation de la pression démographique, et l'abandon de différentes pratiques agricoles et pastorales ont conduit au développement de la biomasse combustible et à la multiplication des zones urbanisées en contact avec des zones naturelles forestières. Ces espaces imbriqués sont d'autant plus vulnérables à l'incendie, que l'homme est responsable en grande partie des départs de feux.



**Figure 9: Superficie brûlée annuellement par incendie (D.G.F 2012).**

L'analyse de la superficie brûlée annuellement par incendie, montre l'efficacité des actions entreprises, en matière de détection, d'alerte et surtout de la rapidité d'intervention. En effet, la superficie moyenne brûlée par incendie, pendant les cinq dernières années (2008- 2012) n'est que de 10,55 ha. Elle était de 42.50 ha par incendie entre 1967-1989 et de 26.60 ha par incendie entre 1990 et 2000. Cette performance, liée à une stratégie de normalisation des actions d'entretiens et d'aménagements, ne peut contenir le problème des incendies dans des écosystèmes forestiers méditerranéens fragilisés.

Selon **MEDDOUR *et al.*, (2007) & la (DGF, 2012)**, les feux de forêt en Algérie ont connu une légère accalmie, puisque les superficies brûlées ont diminué par rapport à la période coloniale, où la moyenne annuelle était, rappelons-le, de plus de 41 258 ha. Mais, pendant certaines années néfastes, en particulier 1965, 1967, 1971, 1977, 1978, 1993, 2000, 2007 et 2012 la forêt algérienne a été soumise à de grands feux, dépassant largement la moyenne de la période considérée, soit entre 40000,00 et 60000,00 ha (Fig. 09). Toutefois, on reste indéniablement loin des incendies catastrophiques de 100000,00 à 150000,00 ha de la période coloniale.

## 9 Les effets du feu de forêt

Les effets du feu, provoquent la mort des arbres, la destruction de la matière ligneuse ou la détérioration technologique des produits, et en outre peuvent initier des processus biologiques complexes, qui accentuent encore les premiers dommages pour menacer, à terme, la santé de l'ensemble du peuplement. De manière indirecte, ces processus biologiques, peuvent être

selon les cas à l'origine d'une réduction d'accroissement des sujets rétablis, d'une perturbation de structure des peuplements, d'un retard dans la régénération naturelle comme l'impossibilité de replantation immédiate de l'essence disparue, et dans la plupart des cas, d'une profonde dégradation de l'écosystème forestier. Ces divers effets, sont d'ailleurs de nature et de portée différente, selon que l'on considère l'arbre ou le peuplement. D'une manière générale les incendies ont un effet sur la perte de la biodiversité faunistique et floristique.

## **10 Les principes mesures de la lutte**

Les forêts ne sont pas également exposées, celles qui sont entretenues, équipées ou exploitées résistent mieux. La lutte contre les feux, repose sur un volet préventif et un autre intitulé la lutte active ou l'extinction. Les principales mesures du plan de protection des forêts et des espaces naturels contre les incendies, recommandés en France sont les suivantes (**COLIN et al., 2001**) :

- La réduction du nombre d'incendies ;
- La réduction des surfaces parcourues par les incendies ;
- La limitation des effets des incendies sur les espaces forestiers remarquables ;
- La protection des zones urbanisées ;
- La protection des personnes en milieu naturel ;
- La pérennisation des équipements et leur recensement ;
- La contribution de l'agriculture et de l'aménagement de l'espace à la prévention et à la prévision des incendies ;
- L'amélioration de la connaissance du phénomène incendie ;
- L'aménagement après incendie.

## chapitre II

- Présentation de la zone d'étude

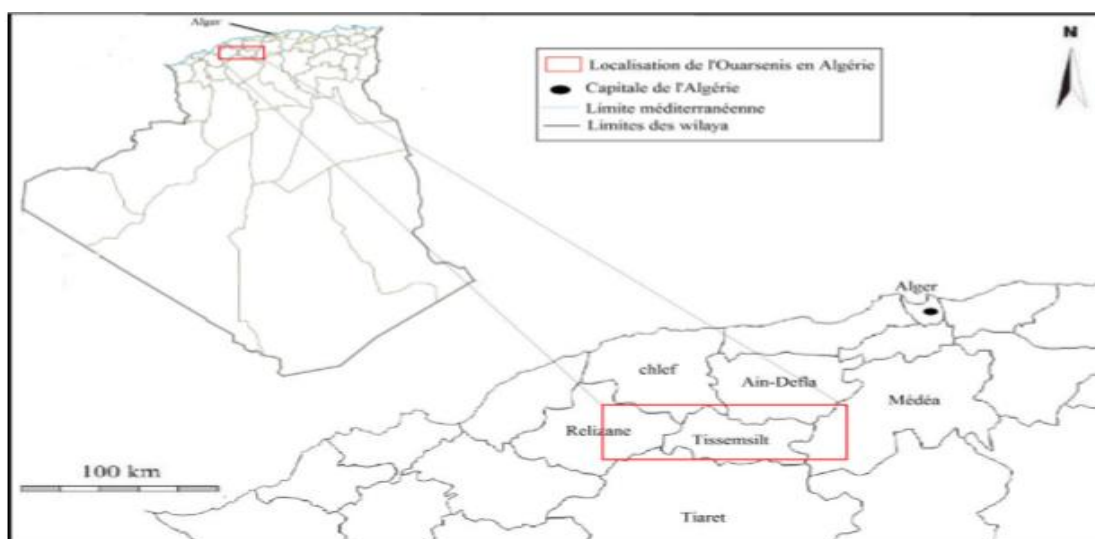
## CHAPITRE II : Présentation du zone d'étude

### II.1 Présentation de la Wilaya de Tissemsilt

La wilaya de Tissemsilt est située au Sud-Ouest de l'Algérie, de laquelle elle est distante de 170 Km, elle fait partie de la bordure sud du Tell, et est comprise entre 1°18'E et 2°18'E de Longitude et 35°32'N et 36°00'N de latitude Nord. Environ 80 kilomètres de monts et vallées la séparent de la mer méditerranéenne (D.R.E., 2008).

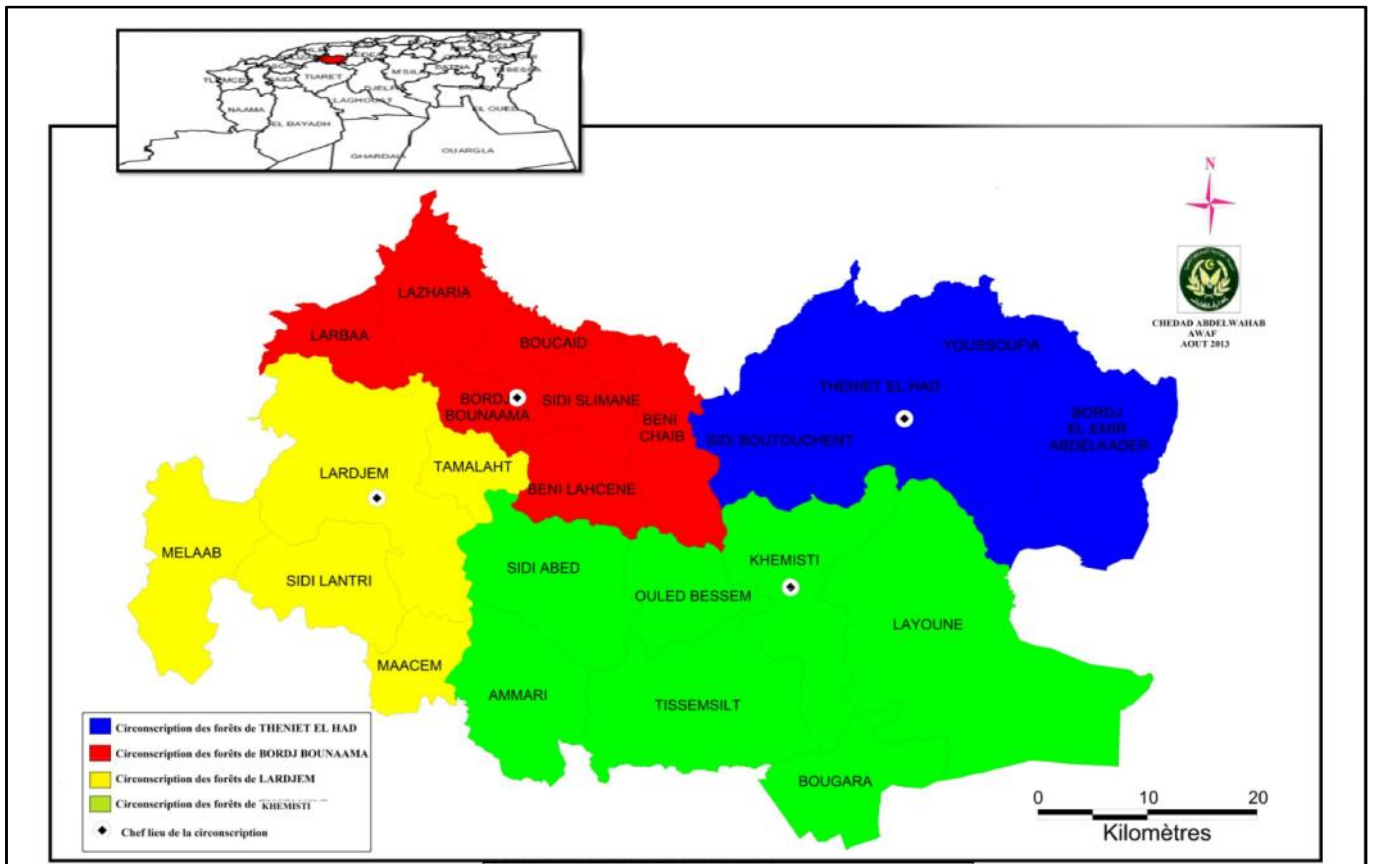
Elle se situe à l'ouest du pays dans la région des hauts plateaux, à 220 km d'Alger et à 275 km d'Oran. Elle est délimitée :

- Au nord, par les wilayas de Wilaya de AinDefla ;
- A l'ouest, par la wilaya de Relizane et Wilaya de Chlef;
- A l'est, par la wilaya de Médéa ;
- Au sud, par la wilaya de Tiaret.et Wilaya de Djelfa.



**Figure 10: : Délimitation administratives de la Wilaya de Tissemsilt (C.F.Tissemsilt)**

Selon la conservation des forêts (C.F. Tissemsilt), les forêts de la Wilaya de Tissemsilt, sont gérées par quatre (04) circonscriptions des forêts est qui sont représentées dans la carte suivante (Fig. 11) :

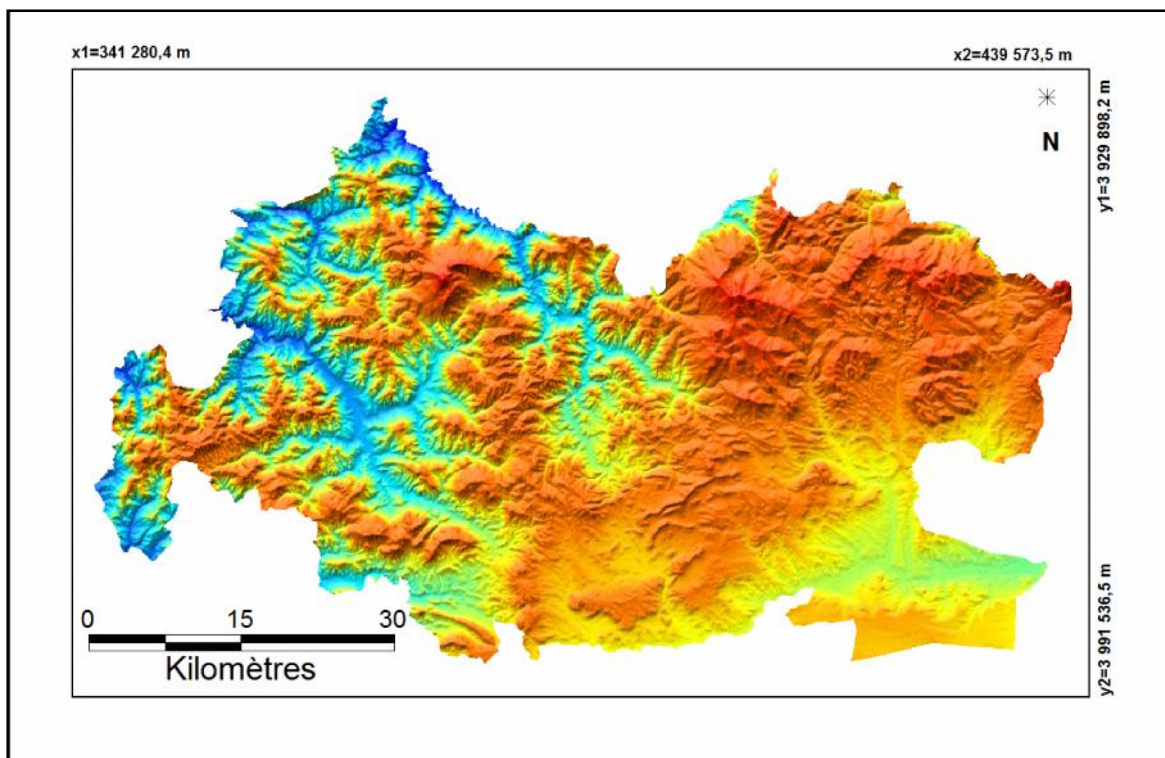


**Figure 11: : Découpage administrative de la conservation des forêts de Tissemsilt (C.F. Tissemsilt).**

## II. 2 Description du milieu physique

### 2.1. Reliefs et topographie

Le territoire de la wilaya de Tissemsilet est constitué des zones montagneuses qui représentent 65 % de sa surface globale, le reste est occupé par les hauts plateaux et dans une moindre mesure les steppes. La wilaya abrite le Parc national de ThenietEl-Haâd, connu par sa forêt de cèdres, le domaine forestier couvre 20 % du territoire de la wilaya (**HADJI, 1998**).



**Figure 12: Représentation du relief dans la Wilaya de Tissemsilt à partir du M.N.T (MBAREK O., 2020).**

Le relief dans la zone d'étude, est accidenté avec des versants raides et entaillés par des ravins, les pentes sont généralement supérieures à 10 % (BNEDEK., 2009).

Cette zone est constituée par un alignement de collines d'altitude moyenne de 850 m, ainsi les sommets assez plats et érodés prennent la direction Ouest-Est. Elle se caractérise par des escarpements, lesquelles organisent le paysage en escaliers, chose qui pose le problème d'érosion hydrique, qui est considérable en hiver.

## 2.2Géologie

La Wilaya de Tissemsilt, se caractérise par des formations géologiques variées correspondant des faciès géologiques différents appartenant aux secondaires jurassique et crétacée en général, les terrains sont de formation carbonatée dans l'ensemble reposant souvent en discordance sur les argiles.

Selon BOUDY (1950) ; SARI (1977) ; LESKOMPLEKT (1984) et BELKAID (1988), la base de la structure géologique de cette zone, relevant du crétacée, est constituée de sédiments oligocènes développés en faciès « Numidien ».



### **2.3 Le sol**

Au niveau du territoire de la Wilaya on trouve plusieurs types de sols, cependant les trois types de sol suivants sont les plus dominants :

#### **2.3.1- Les sols peu évolués**

Ils sont pauvres en matière organique, à texture grossière, se trouve dans la zone du parc national e ThnietEl-had (**ZEDEK, 1993**). Ils sont formés à la suite de dépôts d'éléments provenant des sols à fortes pentes (Hadji, 1998). On y rencontre de la végétation ligneuse et broussailleuse (**YESSAD, 1988, KADIK, 1987**).

#### **2.3.2- Les sols minéraux bruts d'érosion**

Ils sont peu profonds, de texture à particules grossière, avec un pH neutre ces sols se succèdent presque sans interruption avec des affleurements de la roche mère (**Zedek, 1993**).

#### **2.3.3- Les sols brunifiés lessivés**

Ces sols se caractérisent par un profile pédologique complet de type ABC, riches en potassium, azote, et en matière organique (**BATEL, 1990, in. ZEDEK, 1993**).

### **2.4 Hydrologie**

De par la Wilaya de Tisemssilt dominée par les monts de l'Ouarsenis, la majeure partie est caractérisée par des terrains accidentés (**BNEDER., 2009**).

L'érosion est accentuée sur le versant nord (ou la pente excède les 20 %). Pendant la saison estivale et suite à la contrainte climatique de la région (forte évaporation et faible précipitation) le débit des cours d'eau deviennent insignifiant mais les crues d'hivers donnent un débit acceptable pris en considération.

D'un point de vue ressources hydriques, la wilaya comprend les barrages suivants:

- Barrage de KoudietErrosfa.
- Barrage de Bougara.
- Barrage de Mghila.
- Barrage de Tamellaht.
- Barrage de Oued Aïssa.

Ces barrages font partie des 65 barrages opérationnels en Algérie , alors que 30 autres sont en cours de réalisation.

### 3. La faune

D'après les investigations effectuées par l'Agence National de la nature (ANN), la faune présente est la suivante (Conservation des forêts de Tissemsilt) :

-L'Avifaune : Plusieurs espèces d'oiseaux (plus de 60 espèces) ont été identifiés dans la région, elles sont toutes d'origine méditerranéenne, les plus dominantes sont : Aigle royal, Pic vert, Epervier, merle noir, Biset, Grive, Corbeau, Passereau, Geai, Perdrix rouge et Tourterelle.

-Les Mammifère : Les mammifères sédentaires dominants sont : Sanglier, Renard, Chacal doré, Lièvre, Hérisson, Gerboise, Chat sauvage, et Porc épic.

-Les reptiles : Dans cette catégorie on distingue la vipère, l'Aspide, le Scorpion et le Lézard.

### 4. Le couvert végétal

Le milieu floristique de la zone d'étude est constitué par des formations forestières variés, on trouve le pin d'Alep cedre d'Atlas qui e présente dans le parc national de ThnietEl-had (Wilaya de Tissemsilt), Le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) qui est l'espèce la plus utilisée dans les travaux de reboisement. Sur les versants, il yale chêne vert (*Quercus ilex*), le thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata*) avec l'olivier sauvage (*Olea europea*),. D'autres espèces arbustives s'y trouvent aussi comme l'Arbousier commun (*Arbustus unedo*), Genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), Lentisque (*Pistacia lentiscus*) (C.F. Tissemsilt).

On trouve aussi les maquis qui sont composés d'une strate buissonnante et herbacée constituée de formations mixtes ou individualisées : le calycotome (*Calycotum spinosa*), le romarin (*Rosmarinus officinalis*), l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*), et le Diss (*Ampelodesmamauritanica*).

### 6. Étude bio-climatologique

Le climat, par ses différents facteurs « température, pluviométrie, vent ... », joue un rôle déterminant et intervient d'une façon décisive dans la régénération, le développement et la répartition géographique des végétaux (OZENDA, 1982).

Dans le cadre de cette étude, il est nécessaire d'étudier et de terminer les principales caractéristiques climatiques de la zone d'étude « Wilaya de Tissemsilt », les données pluvio-

thermiques disponibles ont été sélectionnées à partir du réseau d'observation de la station météorologique de Tiaret (O.N.M)(2000-2015).

**Tableau 2: Les caractéristiques de la station de référence.**

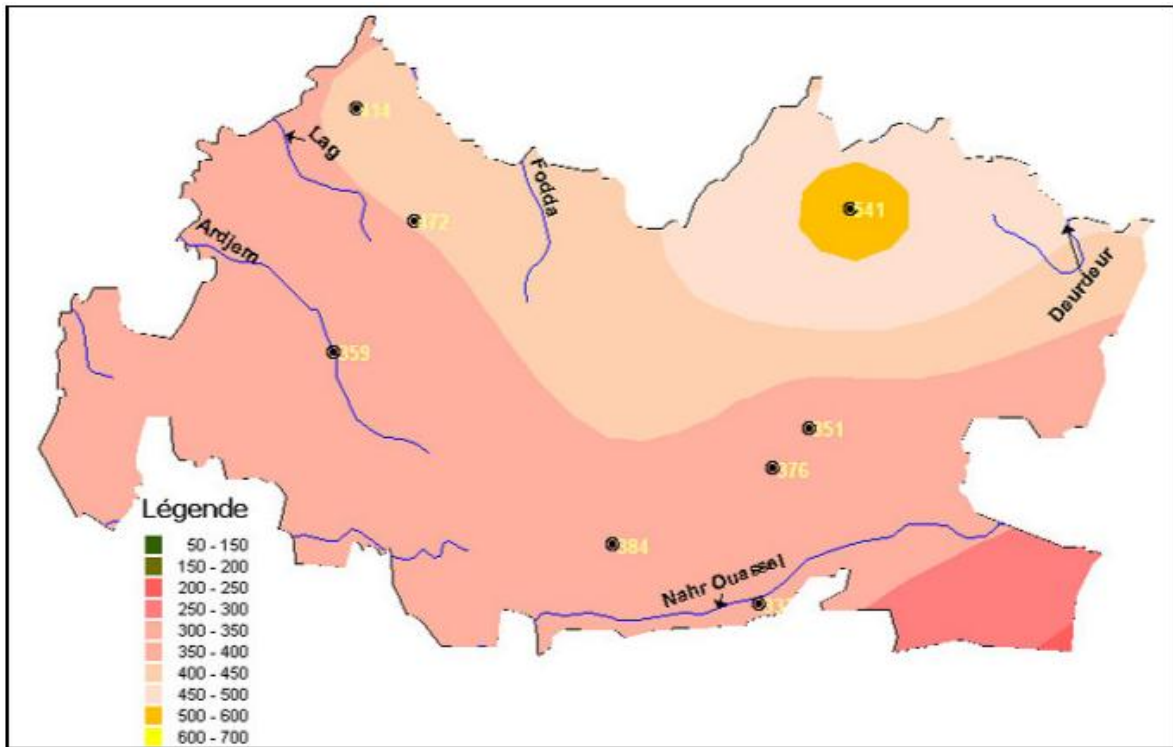
Caractéristiques de Station	Altitude	Latitude	Longitude
TIARET	977 m	35°21N	01°28E
TISSEMSILT	858 m	419900	256800

## 7. Précipitations

L'analyse des précipitations et leur répartition dans le temps et dans l'espace sont utiles. Ces précipitations constituent un facteur abiotique d'importance significative sur la régénération des plantes (**OZENDA, 1982**).

L'analyse portera sur la répartition des précipitations (annuelles et mensuelles), qui sont des données importantes pour la production des cultures, leur intensité et un facteur déterminent dans l'érosion hydrique.

Ainsi, pour la Wilaya de Tissemsilt, une carte pluviométrique a été établie (Fig.13) ; afin de connaître la position de cette zone d'un point de vue climatique (**D.R.E., 2008**).



**Figure13: : Carte pluviométrique de la Wilaya de Tissemsilt (D.R.E., 2008).**

Au niveau de la station d'observation de Bordj Bounaama, qui est située seulement à 4 kilomètre de la zone d'étude (Wilaya de Tissemsilt), enregistre une pluviométrie moyenne interannuelle de 393 mm, pour la période (2000-2015). La représentation intra-annuelle des précipitations, est représentée dans le tableau suivant :

**Tab3: La précipitation moyenne annuelle durant la période (2000-2015).**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuelle
Précipitations	38	37	36,5	35,6	30,9	17	15	20,13	25,82	44,54	47	45,6	393 mm

Source O. N. M (2000-2015)

On remarque suivant cette répartition, durant cette période (2000-2015), une irrégularité saisonnière et par conséquent, une inégale distribution annuelle de précipitations. La hauteur maximale des précipitations mensuelles, est enregistrée au mois de novembre (47,00 mm) ; tandis que, le minimum est atteint au mois de juillet (15,00 mm).

Partout dans le secteur d'étude, « de juin à Août », le total des précipitations est extrêmement faible. En revanche, « d'Octobre à Décembre », période la plus pluvieuse, durant les quatre

mois de l'année, plus de la moitié des précipitations annuelles, sont relevées « période pluvieuse réelle ne dépasse-t-on réalité guère en moyenne une quarantaine de jours ».

Il faut noter que, l'irrégularité des précipitations mensuelles exerce une influence particulière, à la fois sur la vie rurale et sur les principales ressources naturelles (écoulements des eaux, érosion des sols).

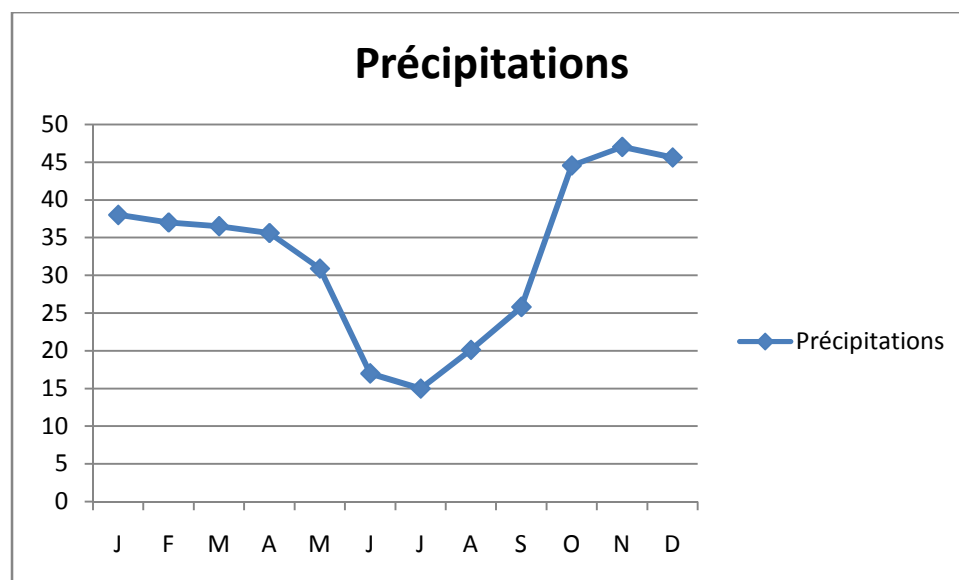


Figure 14: Variation de la précipitation mensuelle dans la zone d'étude.

## 8. Température

Le climat de cette région se caractérise par : « un été sec et chaud et un hiver humide et froid ». Le mois le plus chaud, est le mois de « AOÛT » avec une moyenne de 26,46°C ; par contre le mois le plus froid est le mois de « Février », avec une moyenne de 3,3°C.

Tableau 4: La température moyenne annuelle entre l'année « 2000-2015 ».

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	M.A
m°C	1,7	1,6	3,48	4,88	8,8	14,70	17,9	17,33	12,95	10,93	4,9	2,53	8,48
M°C	11,3	5	12,6	16,7	18,9	24,55	32,1	35,6	34	28,7	24,3	15,5	21,6
T°C moy	6,5	3,3	8,04	10,79	13,85	19,62	25	26,46	23,47	19,81	14,6	9,01	15

Source O. N. M (2000-2015)

La température moyenne mensuelle est de 15°C, les températures extrêmes enregistrées sont 03,3°C et 26,46°C, localisées respectivement en Février et en Aout ; atteintes avec des fréquences faibles.

Partout, les températures moyennes mensuelles sont de « Décembre à avril », inférieur à la moyenne annuelle et sont supérieure à cette moyenne « de Mai à Novembre » ; divisant, ainsi, l'année en deux saisons, une froide et l'autre chaud.

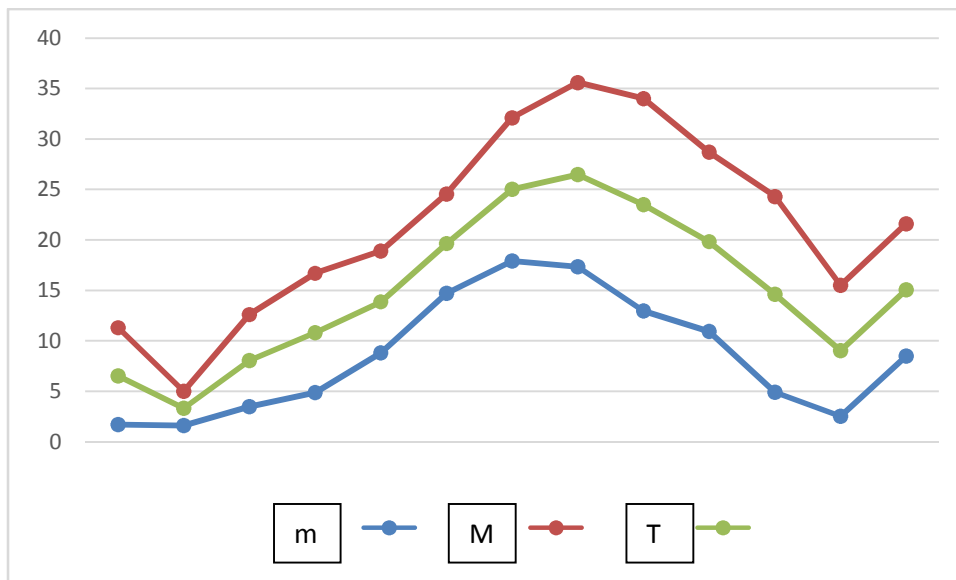


Figure 15: Variation des températures dans la zone d'étude.

### 9. Le vent

Le vent est l'un des éléments les plus caractéristiques du climat, la tension de chaleur que nous éprouvons, dépend énormément de sa force. Aussi, il influe directement sur la température, l'humidité, est active dans une large mesure d'évapotranspiration des végétaux.

Tableau 5: Répartition mensuelle des vitesses du vent.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Vent(m/s)	2,84	2,6	2,26	2,73	2,5	2,1	2	2,22	1,94	2,39	2,5	2,82

Source : O. N. M (2000-2015)

A la lecture du tableau ci-dessus, nous remarquons que la force du vent est faible à modéré durant toute l'année, tandis que le minimum concerne le mois de « Septembre ». Les vitesses moyennes mensuelles du vent varient de 1,9 m/s à 2,84 m/s. la moyenne annuelle étant de 2,4 m/s.

Les vents dominants chargés d'humidité soufflent dans la direction « Ouest- Nord-Ouest », dans la période allant du mois « d'Octobre au mois de Mai », et Est- Sud Est de « Juin à Septembre », avec une fréquence supérieure à 14%.

Il est à signaler que les vents dominants sont de « Nord-Ouest » ; ils sont chauds et secs en été et froids en hiver.

### 10. Diagramme Ombrothermique

L'établissement du diagramme Ombrothermique de BAGNOUL et GAUSSEN, nous a permis de déterminer graphiquement une classification climatique (OZENDA, 1982), en tenant compte des paramètres hydriques « pluviométrie » et thermiques « température ». Ce diagramme permet également, de définir les gradients d'humidité, en identifiant les périodes sèches et les périodes humides de l'année, qui ont des répercussions directes sur l'état et le devenir du couvert végétal.

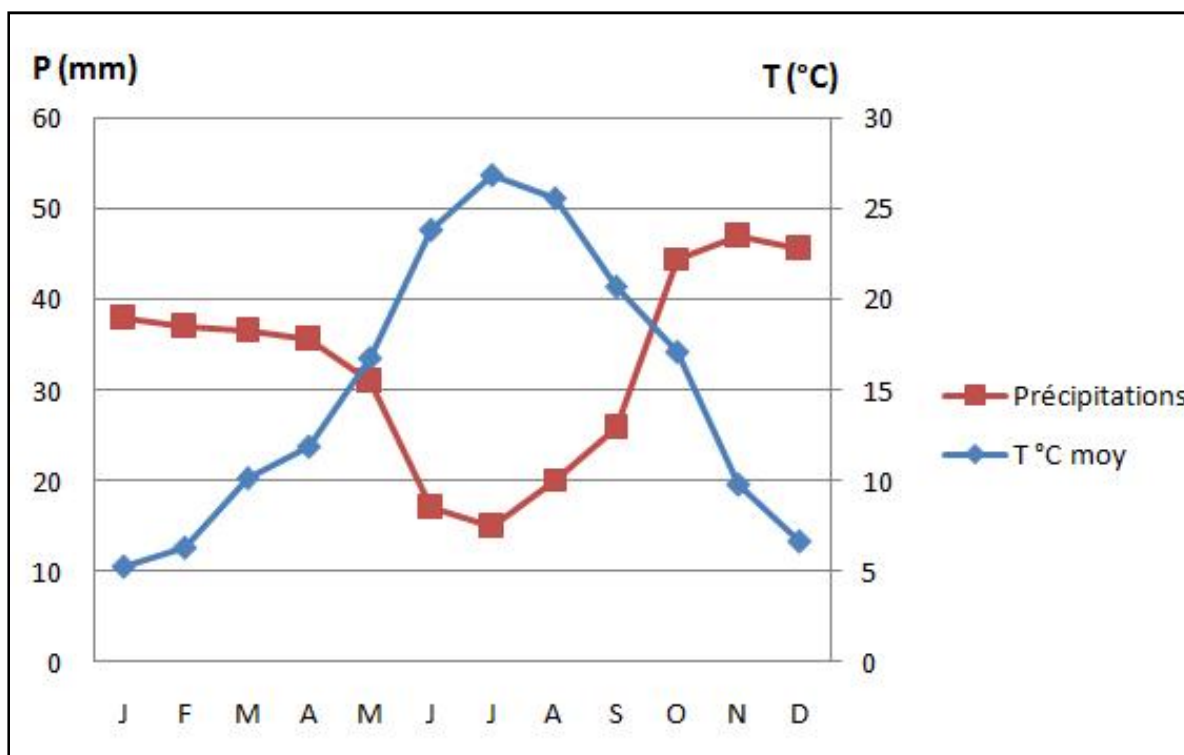


Figure 16: Diagramme Ombrothermique de la zone d'étude.

### A ; Climagramme pluviométrique

Dans son étude sur les régions méditerranéennes, **EMBERGER (1955)**, a classé les climats en 05 cinq étages bioclimatiques :

- Humide.
- Sub-humide.
- Semi-aride.
- Aride.
- Saharien.

Ces étages, sont également caractérisés par quatre (04) variations thermiques, en fonction de la valeur du « m » : à Hiver froids si le « m », est inférieur à 00°C, à hiver frais si le « m » est compris entre 00°C et 03°C, à Hiver doux ou tempéré si le « m », est compris entre 03°C et 05°C et enfin à hiver chaud si le « m » est supérieur à 07°C. Pour la détermination du climat de la zone d'étude, nous avons utilisé la formule de calcul du Quotient pluviométrique d'Emberger (Q3), modifié par Stewart (1969) :

$Q3 = 3.43 P / (M - m)$  Avec ;

« P » : Précipitations moyennes annuelles exprimées en mm. 393

« M » : Températures moyennes des maximas du mois le plus chaud. 35.6

« m » : Températures moyennes des minima du mois le plus Froid. 1.7

« Q3 » : Quotient pluviométrique d'Emberger), modifié par Stewart (1969).

En appliquant cette formule, on a obtenu une valeur du  $Q2 = 39,76$ . Le  $Q3$ , est inversement proportionnel à l'aridité du Climagramme. Il permet de localiser la wilaya de Tissemsilt dans les différents étages bioclimatiques, avec ses variantes thermiques. Ainsi, la zone d'étude appartient à l'étage bioclimatique « semi-aride » à Hiver frais.



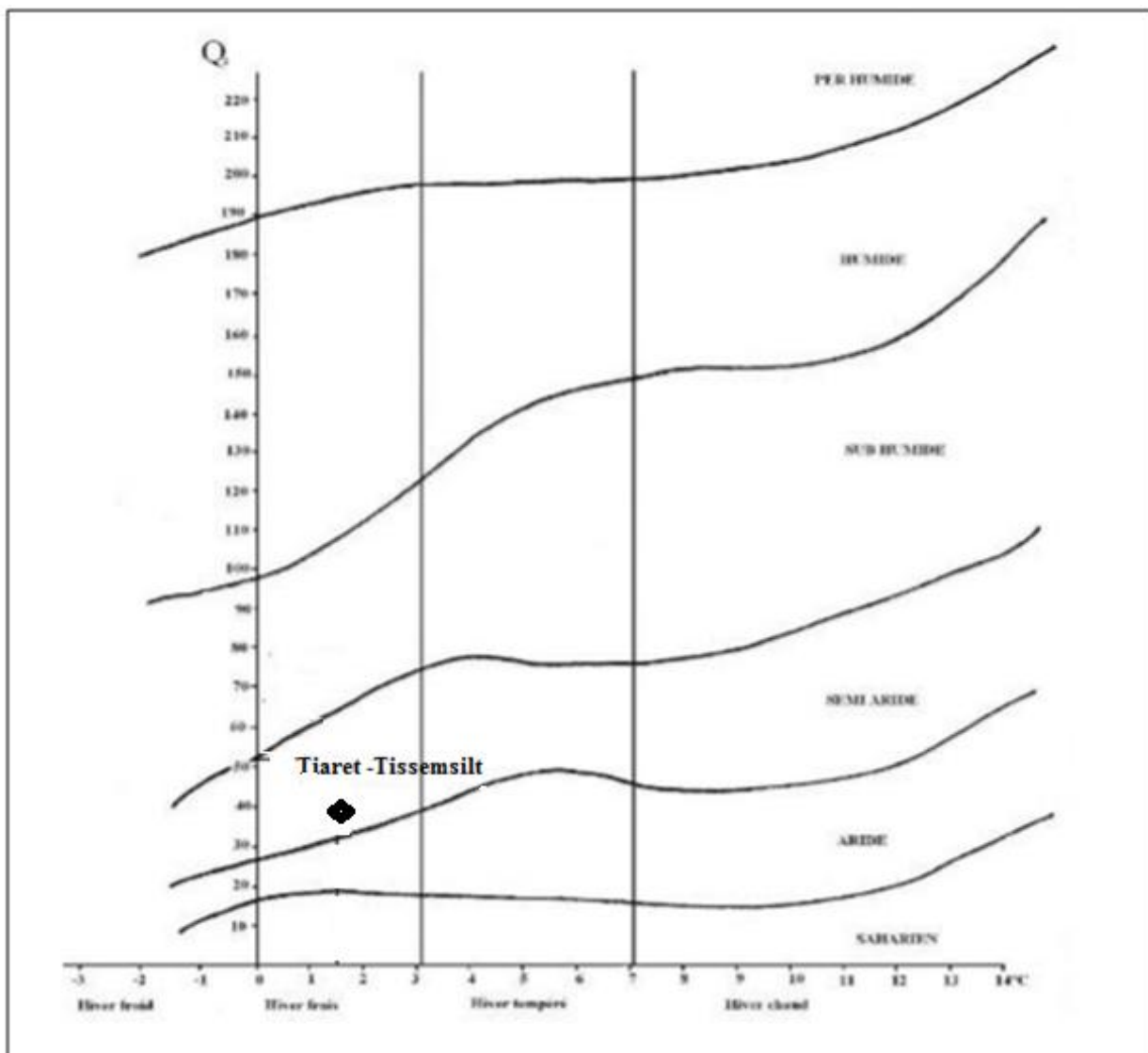


Figure 17: Climagramme pluviométrique d'Emberger de la Wilaya de Tissemsilt.

# chapitre III

- **Matériels et méthodes**

## **CHAPITRE III : Matériel et méthode**

---

### **III.1. Méthode d'élaboration de la carte de prévention contre le risque d'incendie**

Le travail de la cartographie est effectué sur ordinateur, tout en utilisant des logiciels de S.I.G et de télédétection pour le traitement de l'image satellitaire de la zone de Tissemsilet, qui permet de réaliser une carte finale, présentant les zones de risques à travers la zone d'étude. Le plan de ce travail cartographique sur l'ordinateur est comme suivant :

- Elaboration de la carte de pente à l'aide d'un modèle numérique de terrain M.N.T et un logiciel S.I.G (Map info 8.0)
- Traitement de l'image satellitaire et détermination de l'indice de végétation N.D.V.I.
- Classification de l'N.D. V.I
- Élaboration de la carte de risque d'incendie

## **2 Données et matériels utilisés**

Concernant la cartographie des zones à risque d'incendie à travers la zone d'étude, nous avons utilisé le matériel et les données suivants :

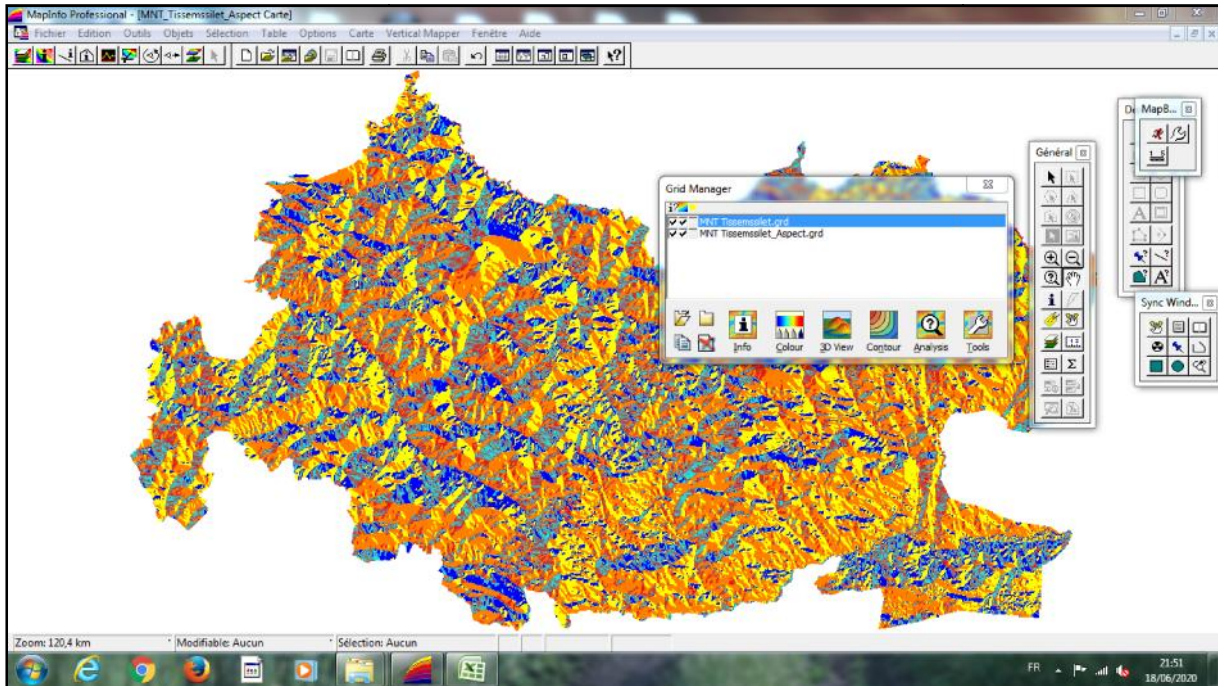
### **a. Logiciels informatiques**

Les logiciels S.I.G, sont généralement utilisés pour le géo-référencement, la digitalisation, l'analyse thématiques, la mise en page des documents cartographiques, et la réalisation des cartes à partir du M.N.T (pentes, expositions, altitudes...ect). Les logiciels de télédétection, sont nécessaires pour le traitement et la classification de l'image satellitaire type Landsat8 OLI.

### **b. Le logiciel Map info 8.0-Vertical Mapper (VM 3.0)**

Le Map info est un logiciel S.I.G de cartographie informatisée. Il permet de traiter des données contenant des informations géographiques, en liaison avec un système de représentation géographique (KAREN.K. KEMP, 2008). Le vertical

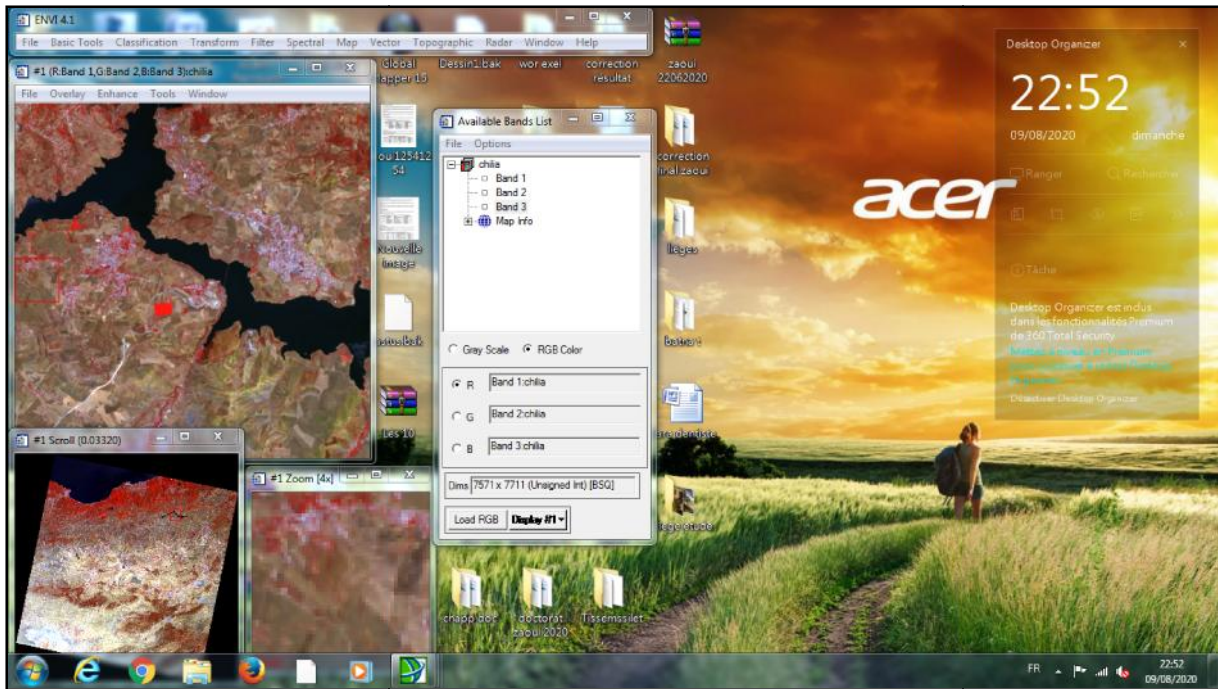
mapper (VM) est un logiciel SIG qui est considéré comme un complément du logiciel Map info (Fig. 18).



**Figure 18: Le logiciel Map-info 8.0-Vertical-Mapper(VM), utilisé dans l'étude cartographique.**

#### c. E.N.V.I 4.7

Le logiciel E.N.V.I est un logiciel de télédétection et de traitements d'images satellitaires. Selon **BARET et GUYOT, (1991)**, l'E.N.V. I serve à la transformation d'images avec combinaison des bandes, fusionnement des bandes à haute résolution, réaliser des travaux de classification « supervisée et non supervisée » et faire la détection des changements d'occupation des sols



**Figure 19: Le logiciel ENVI, utilisé dans le traitement de l'image satellitaire LANDSAT.**

#### **d. Traitement de l'image satellite par l'E.N. V.I**

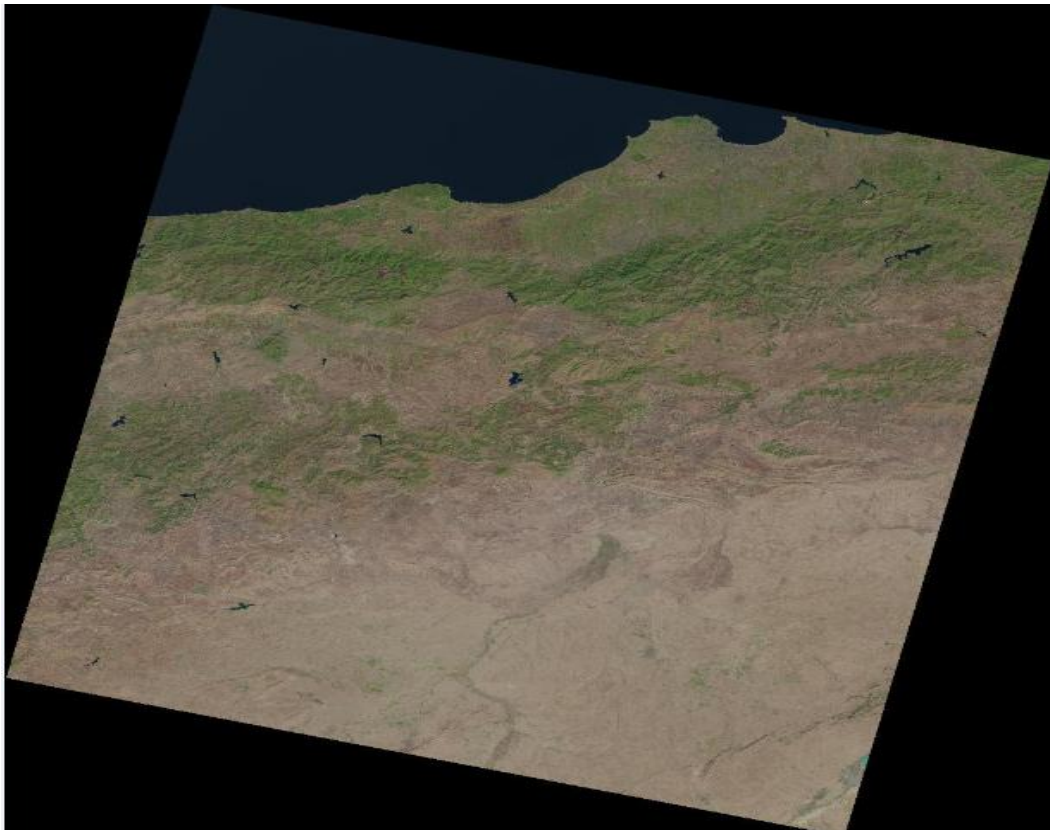
Dans l'objectif de déterminer la cartographie des zones de risque d'incendie dans la végétation de la zone d'étude, nous avons utilisé la méthode de traitement de l'image satellitaire dans le but de déterminer la valeur de l'indice de végétation « N.D.V.I ». Cet indice est très utilisé dans ce genre de travaux sur la gestion de risque d'incendie. Il nous permet de classer les zones de risques d'incendie en fonction de la densité de végétation. L'approche cartographique abordée dans ce travail est définie par les étapes de traitement d'image suivantes :

- Acquisition de l'image satellitaire Landsat 8 (OLI)
- Extraction d'image avec l'E.N.V. I 4.7
- Composition colorée et calcul de l'N.D.V. I avec l'E.N.V. I 4.7
- Classification de l'N.D.V. I en mode supervisée avec l'E.N.V. I 4.7

- Mise en page de la classification par l'E.N.V. I.
- Sortie de résultat qui est la carte de risque d'incendie.
- Interprétation et définition de la nomenclature.

#### **e. Acquisition de l'image satellitaire**

L'image satellitaire Landsat 8 (OLI) a été téléchargée gratuitement à partir du site web de l'USGS (<http://earthexplorer.usgs.gov/>), dont il faut posséder d'un compte d'utilisateur pour accéder aux images disponibles (Fig. 20). Cet ensemble de données est disponible gratuitement pour usage non commercial : recherche universitaire et autres.



**Figure 20: Image Landsat 8 O.L.I de la zone d'étude « Tissemsilt »**

**(Path 195, Row035) (date : 21/04/2020).**

### i. Composition colorée

Pour faire cette étape, on a attribué à chaque image des différents canaux une couleur de base additive (R.V.B) et on les a superposées, afin d'obtenir une image trichrome, qui se rapproche le plus possible de la réalité avec le maximum d'informations (**Tab. 06**).

**Tableau 6: Longueurs d'ondes et couleurs affectées pour chaque bande spectrale.**

Longueur d'onde	Couleur affectée
bande 5(OLI5)	Rouge (Red)
bande 4 (OLI4)	Vert (Green)
bande 3 (OLI2)	Bleu (Blue)

### G. Extraction de l'image

L'extraction de l'image est réalisée suivant les limites de la zone d'étude. Cette tâche est nécessaire pour diminuer le temps d'exécution des différentes opérations sur la carte et d'augmenter la vitesse de calcul.

### K. Détermination de l'indice « N.D.V.I »

Selon **BARET** et **GUYOT, (1991)**, L'N.D.V. I (NormaliseDifférenceVégétation Index Standardise ou indice différentiel normalisé de végétation) est utilisé pour étudier la végétation et ce, depuis 1973.

Dans le cas de notre étude, nous avons utilisé la méthode de l'N.D.V. I pour élaborer une carte du risque d'incendie à travers la zone d'étude. La démarche part du principe que l'N.D.V. I est un bon indicateur de la couverture végétale, dans la mesure où une dégradation de la végétation d'un écosystème, ou une diminution de l'intensité de vert se traduirait par une diminution de la valeur du N.D.V.I. En outre, il est clair que le risque d'incendie augmente quand le couvert végétal est dense.

L'indice de végétation normalisé est calculé selon la formule proposée par **ROUSE et al. (1974)** :

$$\text{NDVI} = \frac{\text{PIR} - \text{R}}{\text{PIR} + \text{R}}$$

**R** : bandes spectrales rouges

**PIR** : proches infra rouge

Les valeurs de l'N.D.V. I sont comprises entre -1 et +1, et n'a pas d'unité. Les valeurs négatives correspondant aux surfaces autres que les couverts végétaux, comme l'eau, le bâti et les nuages pour lesquels la réflectance dans le rouge est supérieure à celle du proche infrarouge. Pour les sols nus, les réflectances étant à peu près du même ordre de grandeur dans le rouge et le proche infrarouge, le N.D.V.I présente des valeurs proches de 0 (**HADDOUCHE, 2009**).

#### **L.Classification de l'N.D. V.I**

Dans cette étude, nous avons utilisé le mode de classification supervisée pour le N.D.V.I, qui repose sur une bonne connaissance de terrain. Les données sont classées vis-à-vis d'objets de référence, choisis par l'interprète (**GIRARD et GIRARD, 1999**).

Sur le terrain, plusieurs tournées de reconnaissance ont été effectuées pour la vérification de l'état de la végétation dans les zones classifiées par l'image satellitaire et l'utilisation de l'indice de végétation N.D.V.I.



# chapitre IV

- **Résultats et interprétations**

## INTRODUCTION GENERALE

### IV.1 Élaboration de la carte de risque d'incendie

Dans ce travail, nous avons réalisé une étude cartographique pour la détermination de la carte de risque d'incendie à travers le territoire de la Wilaya de Tissemsilt. À l'aide de l'image satellitaire Landsat 8 O.L. I, et le M.N.T (modèle numérique de terrain) relatif à la zone d'étude, nous avons pu établir les différentes cartes notamment, la carte des pentes, de l'exposition et de la carte de l'indice de végétation « N.D.V.I », qui sont toutes utilisées pour l'établissement de la carte de prévention contre le risque d'incendie.

#### 1.1. Carte de l'indice de végétation « N.D.V.I »

Le traitement de l'image satellitaire Landsat 8 O.L. I par le logiciel E.N.V.I et le S.I.G Mapinfo, nous a permis d'obtenir la carte de l'indice de végétation (N.D.V.I) de la zone d'étude « Wilaya de Tissemsilt », qui couvre une superficie totale de :3201 km<sup>2</sup> (Voir Tab.07).

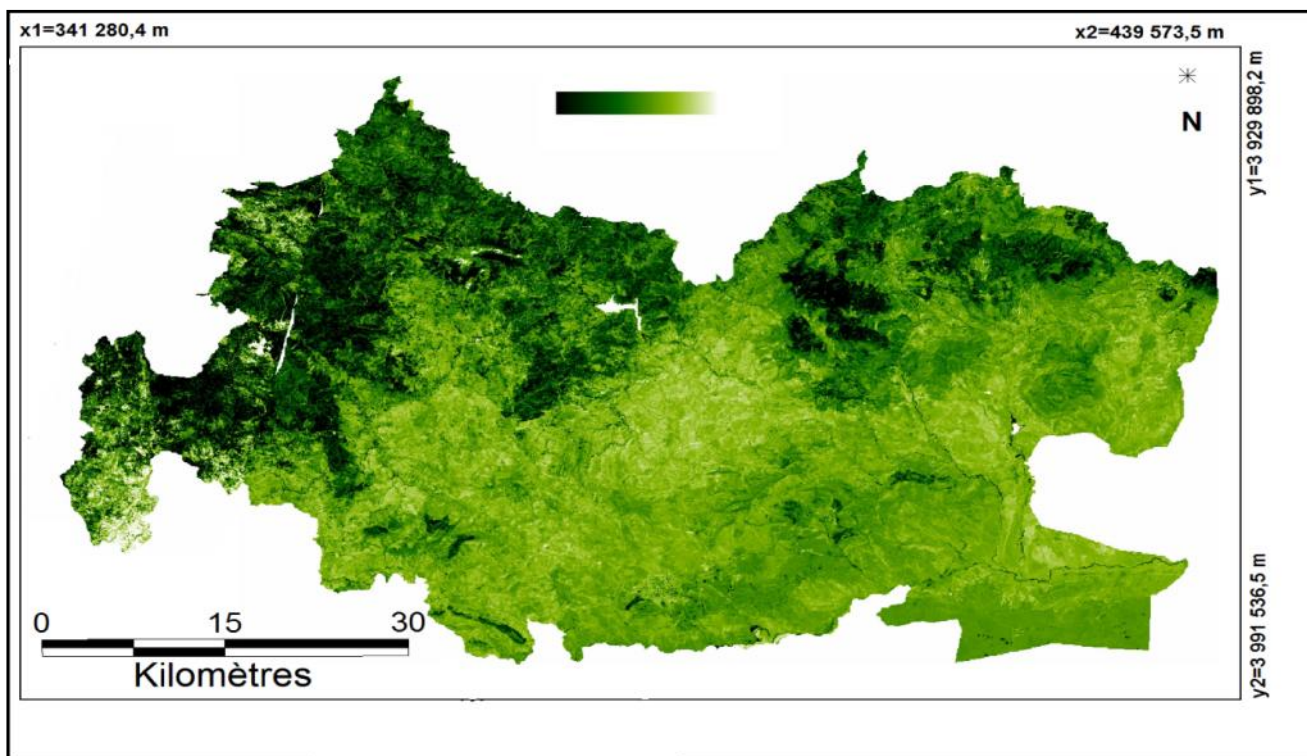


Figure 21: Carte de l'indice de végétation « N.D.V.I » de la Wilaya de Tissemsilt

(MEBAREK O., 2020).

L'indice de végétation (N.D.V.I), est varié généralement de : -0.45 à 0.15. Les valeurs les plus élevées sont représentées par des surfaces, en vert plus sombre. Les surfaces plus claires, représentent les sols nus ou les vides.

L'image N.D.V.I (indice différentiel normalisé de végétation) de la zone d'étude a été soumise à une classification supervisée (Fig. 22), avec un nombre de trois 03 classes qui sont déterminées en relation avec l'état du couvert végétal :

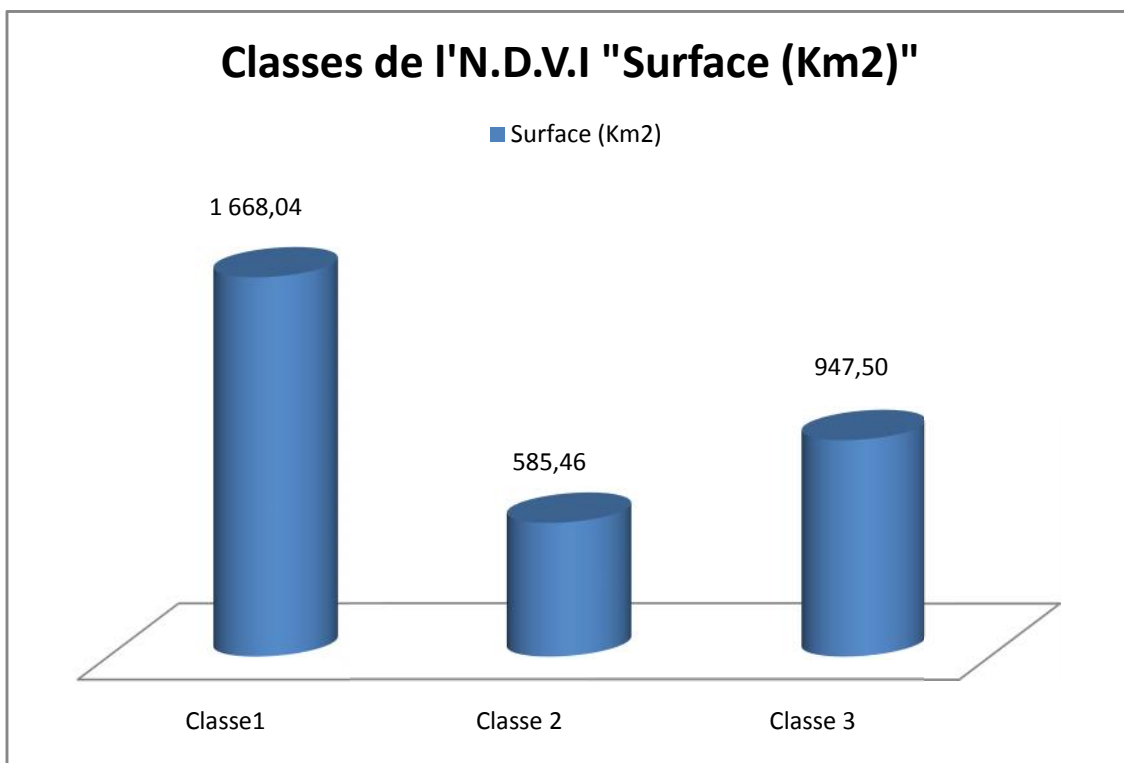
- Classe 1 : Faible : sol nu.
- Classe 2 : Moyen : terrains d'agriculture, arboriculture et de maquis dégradé.
- Classe 3 : Fort : forêts et maquis dense.

Une opération de vectorisation des classes de végétations (classes d'N.D.V. I) a été faite sur le logiciel E.N.V.I pour calculer les superficies de ces dernières classes, tout en utilisant un logiciel S.I.G Map-info. L'application de cette méthode a permis d'obtenir les résultats suivants :

**Tableau 7: Superficies des classes de l'indice de végétation « N.D.V.I » de la Wilaya de Tissemsilt**

Classes d'N.D.V.I	Surface (Km2)	%
Classe 1	1 668,04	52,11
Classe 2	585,46	18,29
Classe 3	947,50	29,6
Total	3 201,00	100

L'analyse des résultats obtenus (Tab.07 et Fig. 22), montre que la zone d'étude présente un taux de boisement fort de 947,50 km<sup>2</sup>, soit un pourcentage de 29.60%. Les zones à présence moyenne de la végétation, sont représentées par une surface, qui est estimée à 585,46 km<sup>2</sup>, soit un pourcentage de 18,29%. Les zones ayant un couvert végétal faible sont représentées par une grande superficie, qui est égale à 1 668,04 km<sup>2</sup> et un pourcentage de 52.11 %.



**Figure 22: Représentation graphique des superficies relatives aux trois 03 classes d’N.D.V.I.**

L’importance de la densité du couvert végétal au niveau de la zone d’étude, augmente le risque d’incendie, d’où la nécessité de prendre les mesures nécessaires afin de protéger cette zone contre l’incendie.

## 2.1 Conditions topographiques

Les paramètres topographiques influencent les incendies de forêt, mais le pourcentage de la pente influence directement le comportement des incendies de forêt. En effet, la vitesse de propagation du feu est accentuée avec le degré de pente. On note aussi que la variation de l’exposition influe sur la propagation du feu et le risque d’incendie d’une manière globale.

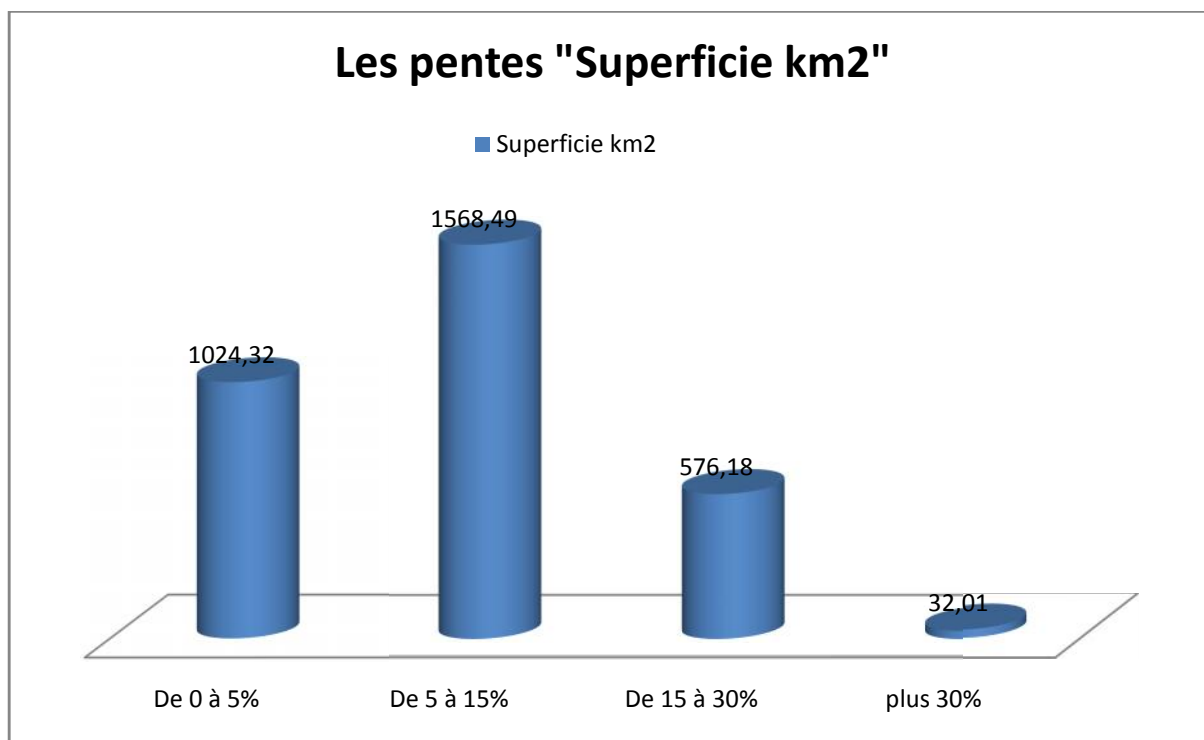
### 2.1.1 Pentes

La carte des pentes, est établie à partir du M.N.T de la zone d’étude et l’utilisation du logiciel Vertical Mapper (VM). Cette carte (**Fig. 24**), représente les différentes classes de pente, afin de montrer les zones homogènes et faire ressortir les superficies de ces dernières classes.

La vectorisation de la carte des pentes, a permis de calculer les superficies des différentes classes de pentes, qui présentent au niveau de la Wilaya de Tissemsilt (Tab.08).

**Tableau 8: Superficies des classes de pente dans les monts de Tissemsilt.**

Pentes	Superficie km2	% de surface
De 0 à 5%	1024,32	32
De 5 à 15%	1568,49	49
De 15 à 30%	576,18	18
plus 30%	32,01	1
Total	3201	100

**Figure 23: Représentation graphique des classes de pentes dans les monts de Tissemsilt.**

La carte des pentes (Fig.24), montre une représentation graphique des quatre 04 classes de pentes au niveau de la zone d'étude. La classe de faible pente présente une surface de 1024,32Km2, soit un taux de 32%. La classe moyenne de pente est la classe dominante, dont elle est représentée avec 1568,49km2, soit 49%. On note aussi, la présence des deux classes de pentes : forte avec 576,18Km2, soit (18%) et très forte avec 32,01km2, soit (01%).

D'après ces résultats, on peut noter que la zone de la Wilaya de Tissemsilt, est une zone de montagne avec des pentes moyennement accidentées. Ainsi, selon le tableau des classes de pentes (Tab. 08 et Fig. 23), on peut classer cette zone comme une zone à risque moyen puisque les terrains ne sont pas fortement accidentés.

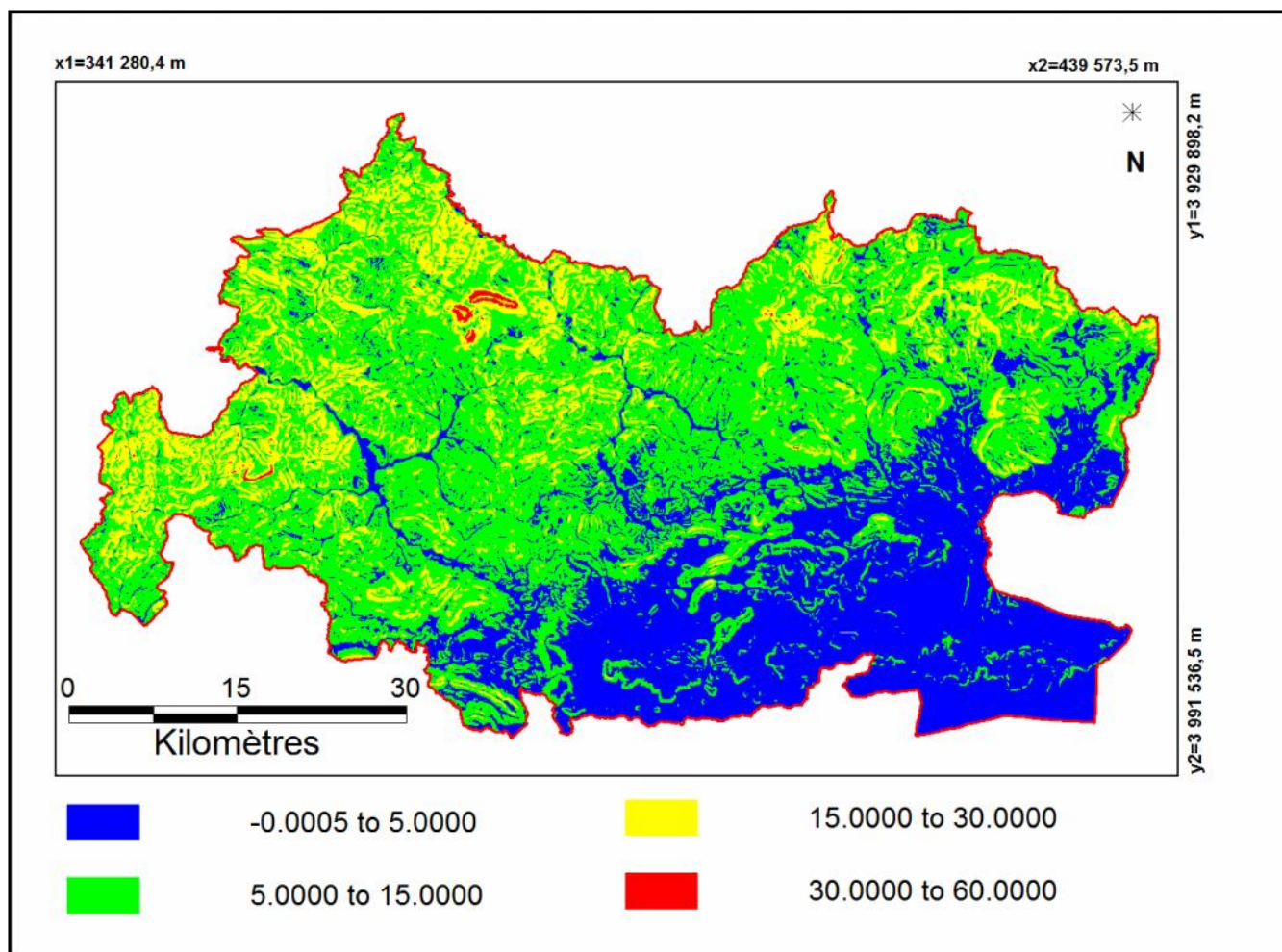
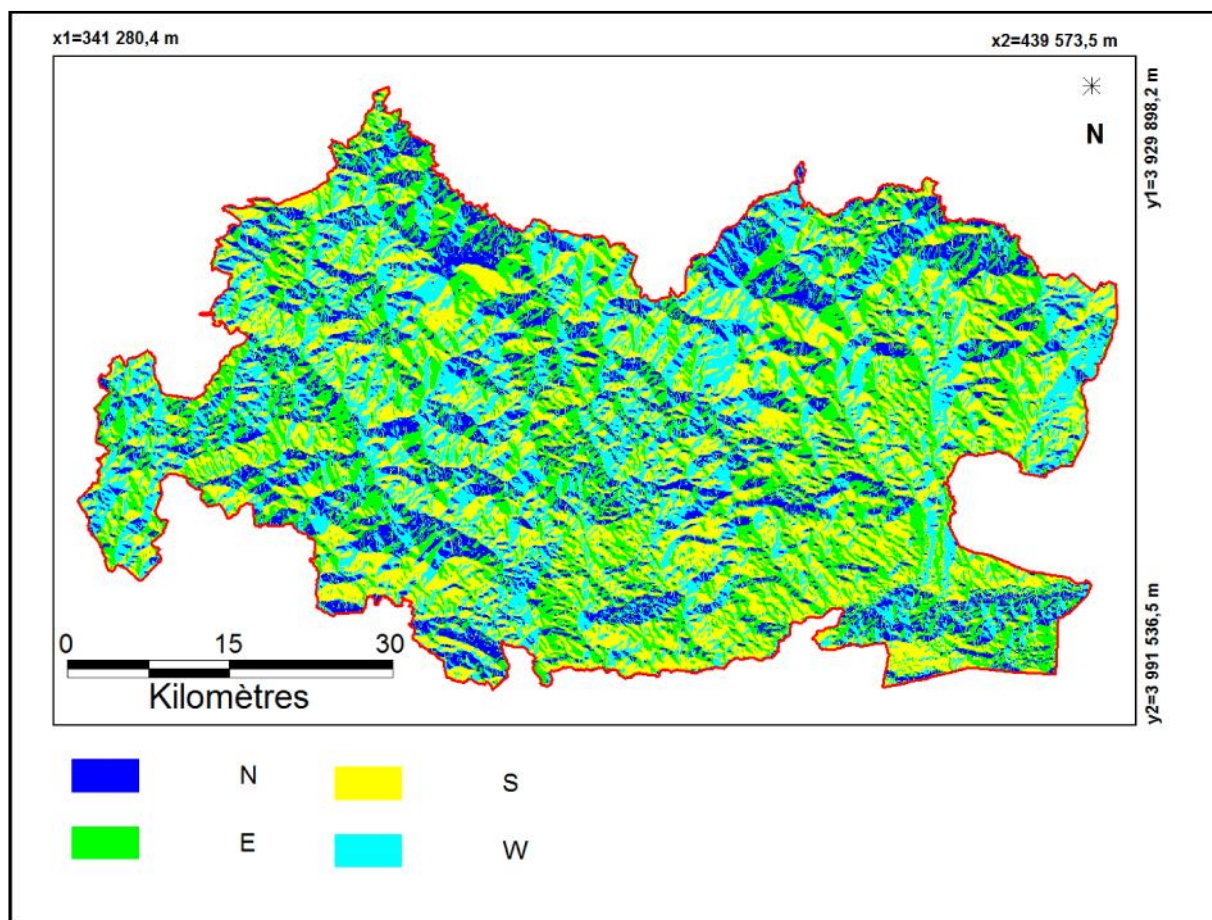


Figure 24: Carte des pentes de la Wilaya de Tissemsilt, réalisée à partir du M.N.T. (MEBAREK O.2020).

### 2.1.2 Expositions

L'étude de du risque d'incendie relative à une zone forestière, nécessite de faire intégrer le paramètre de l'exposition dans le traitement des données S.I.G et télédétection pour la détermination des classes de risque d'incendie. A partir des données du model numérique du terrain M.N.T, nous avons pu dresser la carte des expositions, ainsi de calculer les superficies et pourcentages des quatre classes d'exposition : Nord, Est, Ouest Sud (Fig. 7, Fig.26 et Tab.09).

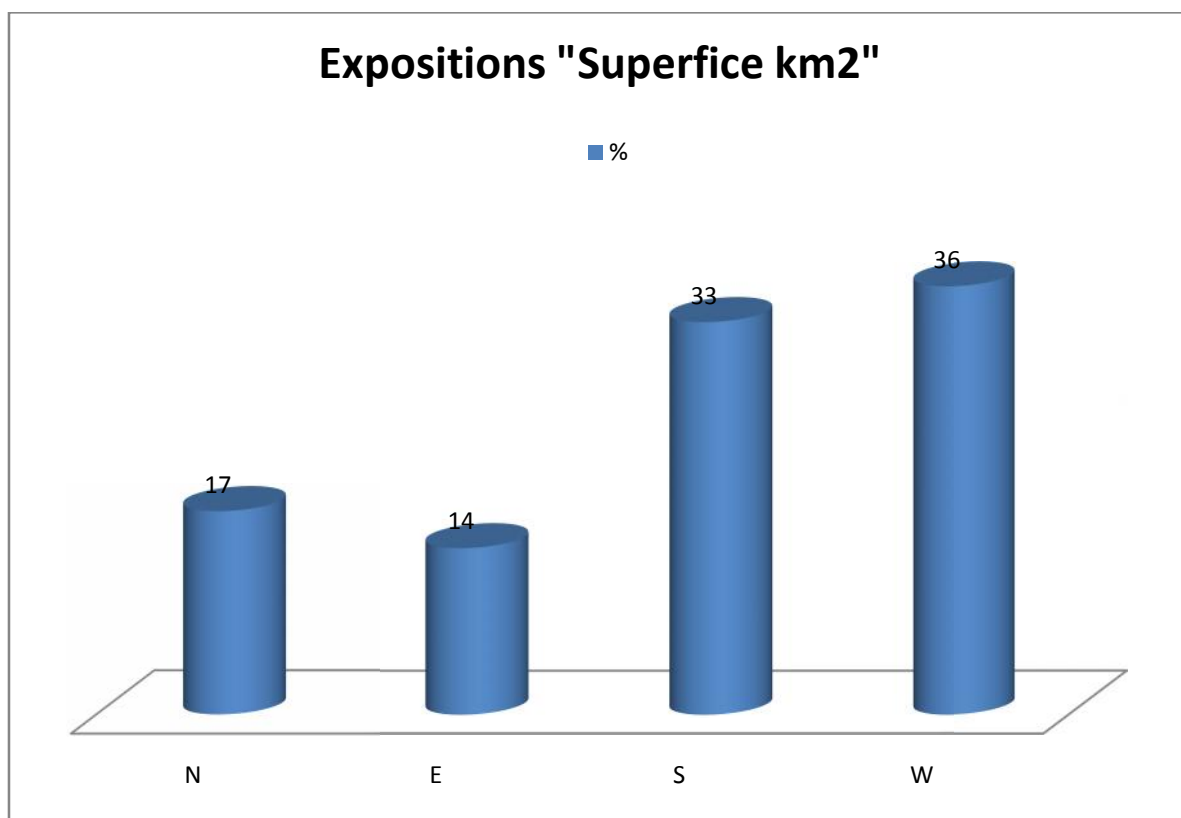


**Figure 25: Carte de l'exposition de la Wilaya de Tissemsilt, réalisée à partir du M.N.T. (MEBAREK.,2020).**

D'après les résultats obtenus, concernant les superficies des quatre classes d'expositions existant dans les monts de Tlemcen (Fig. 26 et Tab. 09), on peut noter que la répartition des deux classes, (N et E), est presque égale, d'un point de vue superficie. Cependant, on note une légère dominance des deux expositions : Sud et West.

**Tableau 9: Superficies des classes d'expositions dans la Wilaya de Tissemsilt**

Expositions	Superficie en km <sup>2</sup>	%
N	544,17	17
E	448,14	14
S	1056,33	33
W	1152,36	36
Total	3 201,00	100



**Figure 26: : Représentation graphique des classes d'expositions dans les monts de Tissemsilt.**

## 2.2 Détermination de l'indice de risque d'incendie (I.R.D)

### 2.2.1 Carte de risque d'incendie

Pour illustrer les zones à risque d'incendie dans notre zone d'étude, nous avons utilisé les indicateurs suivants :

- ↗ L'indice différentiel normalisé de végétation (N.D.V.I).
- ↗ L'indice topographique de pente.
- ↗ L'indice de l'exposition (Nord, Sud, Est, Ouest)

Ainsi, la combinaison de ces trois indicateurs de surface nous a permis d'élaborer une carte de l'indice de risque d'incendie (Fig. 27). Notons que cette étape a été faite directement dans le logiciel S.I.G Map info.

La synthèse de l'ensemble des cartes de l'I.N.D.V. I et pentes dans un S.I.G, a permis d'obtenir automatiquement, l'indice de risque d'incendie I.R.D relatif à la zone d'étude, et ce, selon le tableau (Tab.10).



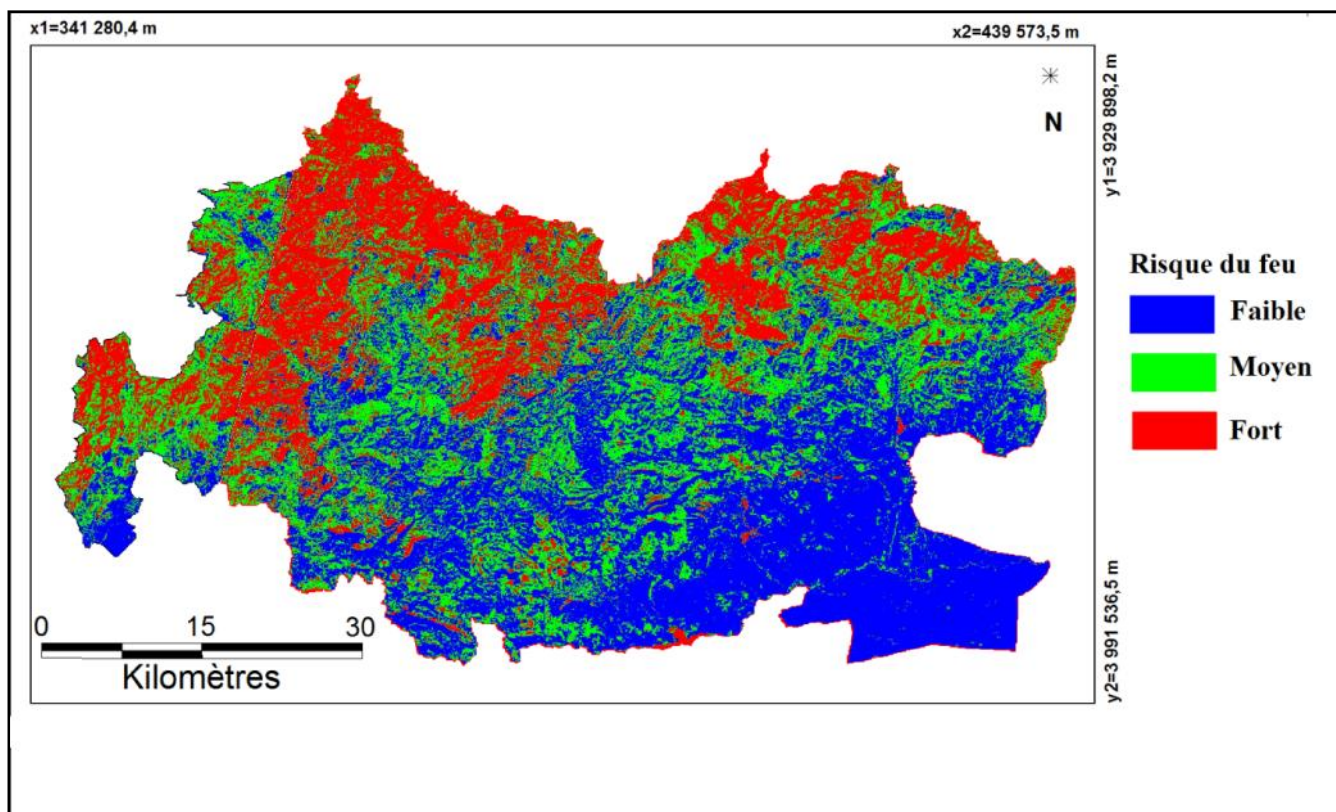


Figure 27: : Carte de risque d'incendie de la Wilaya de Tissemsilt (Mebarek O. , 2020).

Tableau 10: Superficies et pourcentages des classes de risque d'incendie (I.R.D) , dans la Wilaya de Tissemsilt.

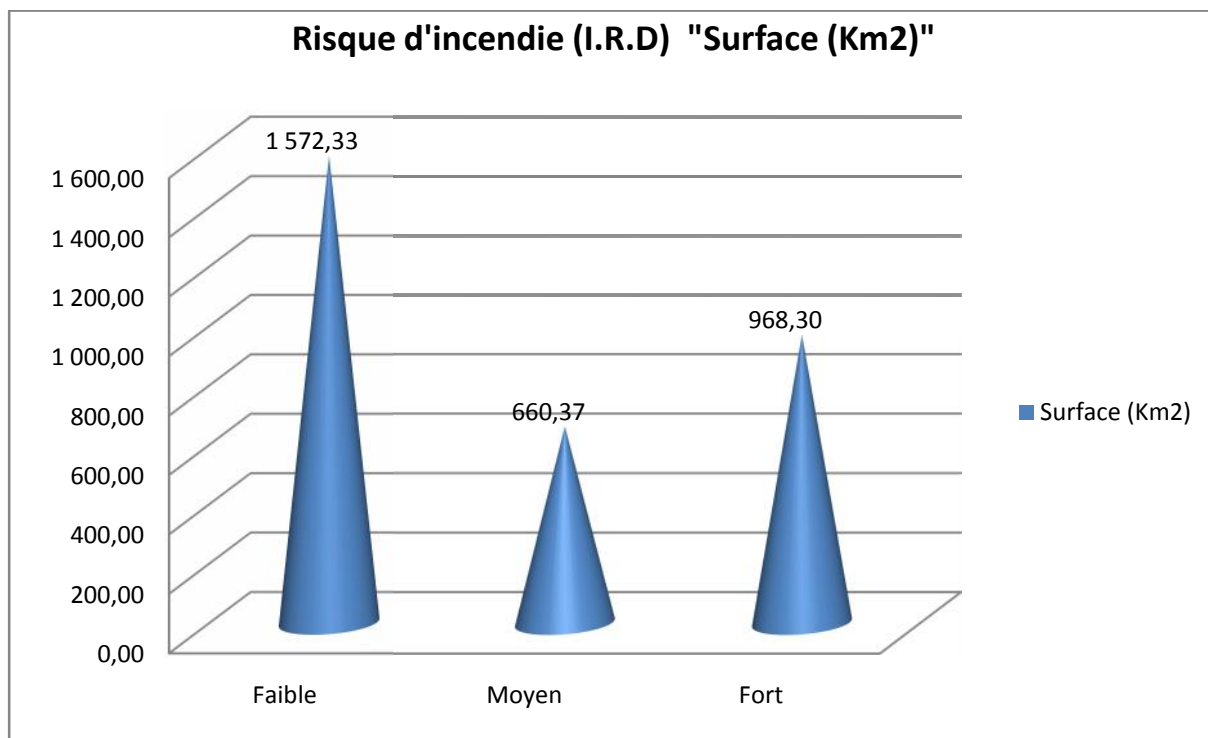
Classes de risque d'incendie (I.R.D)	Surface (Km2)	%
Classe 1 : Faible	1 572,33	49,12
Classe 2 : Moyen	660,37	20,63
Classe 3 : Fort	968,30	30,25
Total	3 201,00	100

D'après les résultats obtenus dans le tableau ci-dessus (Tab.10), ainsi que l'observation de la figure concernant la représentation graphique des superficies en pourcentage des classes de risque d'incendie, dans la Wilaya de Tissemsilt (Fig. 27), on peut déterminer trois zones de risques (1 : faible, 2 : moyen, 3 : fort).

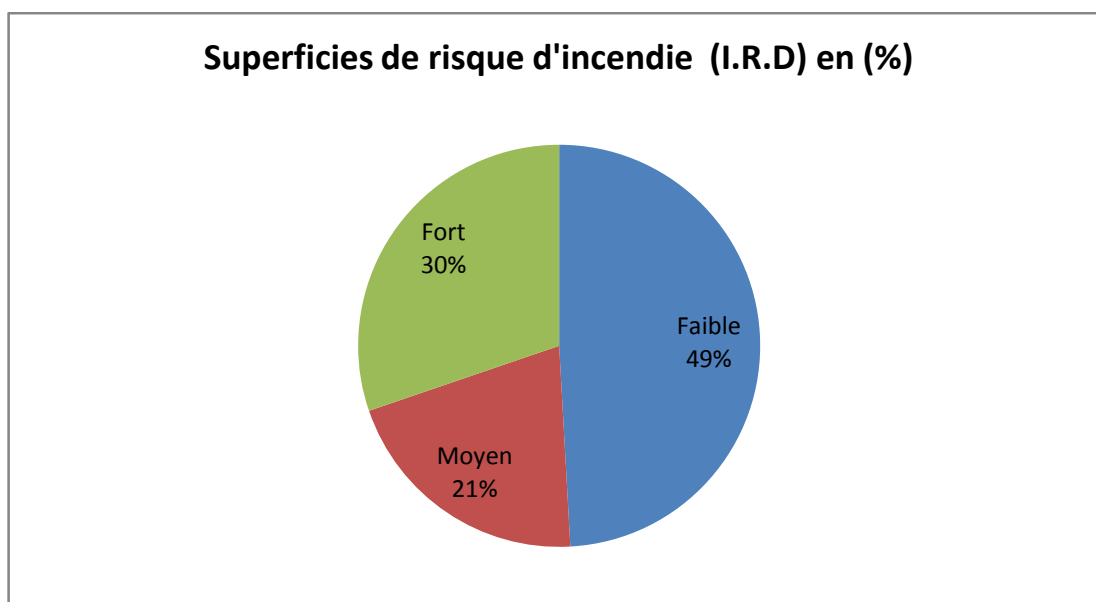
On remarque, que les trois indicateurs : le N.D.V.I, la pente et l'exposition, fournissent des informations très importantes sur le risque d'incendie et la sensibilité du couvert végétal vis-à-vis de l'incendie. En outre, plus l'indice de risque d'incendie (I.R.D) est important,

plus l’N.D.V. I et la pente sont aussi importants. À l’inverse, si le risque est faible, on assiste à la diminution de la pente et de l’N.D.V.I.

Le calcul de la superficie et le pourcentage des différentes classes de risque d’incendie ou indice de risque (I.R.D), nous a permis de déterminer les trois (03) zones de risques suivantes (Voir Tab. 10, Fig. 28 et Fig. 29):



**Figure 28: Représentation graphique des superficies (en km<sup>2</sup>) des classes de risque D’incendie dans la Wilaya de Tissemsilt.**



**Figure 29: Pourcentage (superficie en %) des classes de risque d'incendie dans la Wilaya de Tissemsilt.**

L'analyse du risque d'incendie dans la Wilaya de Tissemsilt (Tab. 10, Fig. 28 et Fig. 29), montre que les zones de risque fort à travers la Wilaya de Tissemsilt, sont représentés par une superficie importante de 1 572,33Km<sup>2</sup> soit un taux de 49,12%. Les zones de risque moyen sont représentées par une superficie de 660,37km<sup>2</sup>, soit un taux de : 20,63 %. Enfin, les zones à fort risque d'incendie sont représentées par une surface moyenne avec 968, 30.km<sup>2</sup>, et un taux de 30,25 %.

**CONCLUSION  
GENERALE**

## Conclusion générale

Dans le cadre de la lutte préventive contre les feux de forêt, une carte de risque d'incendie a été élaborée au niveau de la Wilaya Tissemsilt, afin de protéger les zones boisées situées dans cette zone.

Le recours à la cartographie numérique (cartographie assistée par l'ordinateur), était très nécessaire, car elle nous a facilité la réalisation des différentes cartes, de végétation et des infrastructures. L'application de l'outil SIG (système d'information géographique), nous a permis d'atteindre notre objectif. En effet, cet outil est connu par sa grande capacité et sa rapidité dans l'exécution des opérations cartographiques.

En outre, cette technique de cartographie est basée sur les deux systèmes informatiques SIG et télédétection avec une combinaison des deux indicateurs du milieu (l'N.D.V. I, la pente de terrain et même l'exposition), qui nous a permis de déterminer l'indice de risque d'incendie (I.R.D). Ainsi, trois classes de risques ont été identifiées à savoir : (1 : Faible 49,12 % ; 2 : moyen 20,63% ; 3 : fort 30,25%).

D'après cette carte, il a été observé que le couvert forestier de la wilaya de Tissemsilt est marqué par la dominance des deux classes de risque faible à fort, à cet effet, il est important de procéder à des mesures de protection et de prévention contre les incendies de forêts au niveau de cette zone d'étude.

L'aménagement de la forêt contre les incendies est reposé sur la création des infrastructures de lutte contre les feux de forêts comme les pistes d'accès au massif forestier, les tranchées pare-feu (T.P.F), les points d'eau et les postes de vigies.

Enfin, un plan de gestion basé sur les données de ce travail, notamment la carte de risque d'incendie à travers la Wilaya de Tissemsilt, sera nécessaire pour la lutte préventive contre les feux de forêts, et ce dans cette zone qui est caractérisée par un couvert végétal important.

## Références bibliographiques

- ✓ Abbas M., 2013: Incidence économique des feux de forêts sur les subéraies. JERSIR, Tlemcen, Algérie, 37p.
- ✓ Alexandrian, D., Esnault, F. & Calabri, G., 1998: Analyse des tendances des feux en Méditerranée et des causes sous-jacentes liées aux politiques. Rapport de la F.A.O sur les politiques publiques concernant les feux de forêt. Rome (Italie).
- ✓ Trabaud, L., 1979: Etude du comportement du feu dans la garrigue de chêne kermès à partir des températures et des vitesses de propagations. Ann. SCI. For, pp 13-38.
- ✓ Jappiot M., Blanchir R., et Alex Andrian D., 2002: Cartographie du risque : recherche méthodologique pour la mise en adéquation des besoins, des données et des méthodes.
- ✓ Khalid, F., 2008: Contribution à l'élaboration d'un plan de prévention des risques incendies de forêt, cas de la commune de Tlemcen (Nord-Ouest d'Algérie). Mém. Mag. Uni. Abou Bekr Belkaid - Tlemcen, 162 p + annexes.
- ✓ BARET, F., GUYOT, G. 1991: Baret, Guyot Potentials and limits of vegetation indices for LAI and PAR assessment. Remote Sens. Environ., 35 (1991), pp. 161-173
- ✓ BELGHERBI B., 2002.- Mapping the risk forest fires in Algeria : Application of the forest of Guetarnia in Western Algeria. 6.
- ✓ Berrichi M., 2013: Défonce des forêts contre les incendies (Facteurs favorisant, conséquences et luttés). Polycopié de cours: Uni. Aboubekr Belkaid Tlemcen, 122p.
- ✓ Berrichi M., Benabdeli K., Letreuch-Belarouci Net Haddouche I., 2013: Feux de forêts en Algérie: entre points de vue des écoliers et politique de la prévention. Mediterranean series d'estudios biológicos, n° 24, 132-159
- ✓ Boudy P., 1948: Economie forestière nord-africaine. Milieu physique et humain. Tome I. Paris, 487p.
- ✓ Canakcioglu H. 1986.- Forest fires and fire problems in Turkey - Seminar on methods and equipment. (Istanbul University, Turkey) -, 1986, 8 p
- ✓ Chautrand, L. 1972.- " Forest fires in Provence-Cote d'Azur ". 413 Pages

- ✓ Colin P.Y., Jappiot M., Mariel A., Lampin C., & Veillon S., 2001: Protection des forêts contre l'incendie, Edit. FAO/C.E.M.A.G.R.E. F, Cahier FAO Conservation, n°36: 149 p.
- ✓ Davies and Unam, 1999.- S.J. Davies, L. Unam Smoke-haze from the 1997 Indonesian forest fires: effects on pollution levels, local climate, atmospheric., 10p.
- ✓ Emberger, L. (1955) Une classification biogéographique des climats. Recueil, travaux de laboratoire géolo-zoologique, Faculté des sciences. Service botanique
- ✓ FAO, 2001 l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et nutrition. Rapport FAO/17343/R.2001.
- ✓ HADDOUCHE, D. 2009: La télédétection et la dynamique des paysages en milieu aride et semi-aride en Algérie: cas de la région de Naama. Thèse Doct Univ de Tlemcen pp. 118-131+ annexes.
- ✓ GIRARD, M. C. et GIRARD, C. M. 1999: Traitement des données de télédétection. DUNOD, Paris., 529 p.
- ✓ Kadik B., 1987. Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Algérie: écologie, dendrométrie, morphologie. O.P.U., Alger. 575 p. + annexes.
- ✓ KAREN K. KEMP. 2008: Introduction," in Karen K. Kemp, ed., Encyclopedia of Geographic Information Science. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2008. Xxv and 558 p.
- ✓ Laurent M., Martin A., Poulat M., 2010. Conception et exploitation des locaux de travail: risque incendie. Projet UE 5: Facteurs d'ambiance, 80p
- ✓ Le Houérou H.N., 1990.- Définition et limites bioclimatiques du Sahara. Science et changements planétaires / Sécheresse. 1990;1(4):246-259.
- ✓ Margerit J., 1998: Modélisation et simulations numériques de la propagation de feux de forêts. Thèse, Doctorat. Institut National polytechnique de lorraine. Nancy, France, 260 p.

- ✓ Merdas S., 2007: Bilan des incendies de forêts dans quelques wilayas de l'Est algérien; cas de Bejaia, Jijel, Sétif et Bordj Bou-Arréridj. Mém. Mag. Uni. Mentouri-Constantine, 83p.
- ✓ Meddour S.O., Meddour R., Derridj A., 2007: Historique des feux de forêts en Algérie Analyse statistique descriptive (période 1876-2005). Revue Campus, 10: 53.
- ✓ Meddour S.O., Meddour R., Derridj A., 2008: Analyse des feux de forêts en Algérie sur le temps long (1876-2007). Les notes d'analyse du CIHEAM, 39: 11.
- ✓ Médail F., Quézel P., 2003 – Conséquences écologiques possibles des changements climatiques sur la flore et la végétation du bassin méditerranéen
- ✓ Ozenda 1982, Les végétaux dans la biosphère, p. 290.
- ✓ Rognon P.1995- Désertification et aménagement au Maghreb. Couverture. Geneviève Coudé-Gaussen, Pierre Rognon. Le Harmattan, 313 pages.
- ✓ ROUSE J, W., HAAS, R. H., SCHELL, J. A., DEERING, D. W., HARLAN J. C. 1974: Monitoring the vernal advancement and retrogradation (greenwaveeffect) of naturalvegetation. NASA/GSFC Type III final report, Greenbelt, Maryland, 50 p.
- ✓ Zedek M., 1993. Contribution à l'étude de la productivité du cèdre de l'Atlas (CedrusatlanticaManetti) dans le parc national de Theniet El Had.
- ✓ ZENZANE, W. 2016: Utilisation du S.I.G pour l'analyse de la structure de la forêt de Ouennougha dans la Wilaya de Bordj Bou Arréridj. Mémoire. Université de tlemcen, 2016, p60.



