

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE ABOU BAKR BELKAID TLEMCCEN

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

Département des Ressources Forestières

Laboratoire n°31 : *Gestion Conservatoire de l'Eau, du Sol et des Forêts et Développement Durable
des zones montagneuses de la région de Tlemcen*

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Foresterie

Option : Aménagement et gestion des forêts

Thème :

Etat des lieux et conservation du genévrier thurifère (*Juniperus thurifera*), dans la région d'Inoughissen (Wilaya Batna, Aurès).

Présenté par : BENSID Hicham

Soutenu le 11 /09 / 2020

Devant le jury composé de :

Président : Mr. MEDJAHDI Boumediene Prof. Université de Tlemcen

Encadreur : Mr. BENABDALLAH Mohammed Ali M.C.A Université de Tlemcen

Examineur : Mr. KHOLKHAL Djamel M.A.A Université de Tlemcen

2019/2020

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. MEDJADDI Boumediène Professeur à l'université de Tlemcen autant que
présidente de jury.*

*Mr. KHALIL Djamel Maître assistant A à l'université de Tlemcen, qui a
acceptée d'examiner ce travail.*

*Je remercie infiniment le conservateur des forêts de Batna qui m'a facilité l'accès au
terrain et qui a mis tous les moyens à ma disposition, ainsi tous les agents forestiers de
la conservation des forêts et l'institut national des techniques forestières INTEF de
Batna.*

*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 M. ZAOUI MOSTAFA.
pour son aide cartographique.*

إينوغييسين : هذه
يساوي (ولاية) 11.23
محيط 05.17 . تحليل
الحريق. قياسي
لحماية هذه
هو 02 / الجغرافية
هذه
تقنية هذه
للغاية 28.90 . أخيرًا
حماية
63.58 خريطة :
وهي: (ضعيف 07.52
البيانات هذا
المفتاحية:
إينوغييسين

Abstract: The dendrometric characteristics and the richness of the stand of juniper thurifer mixed with the Atlas cedar of the region of Inoughessen (Wilaya of batna) were addressed in this study, thus a fire risk analysis was established to protect this forest species. The average height of juniper thurifer trees is equal to 11.23 m, with an average circumference of 05.17 m . The average density of thuriferous juniper trees in this zone is 02 stems / plot with a basal area varying around 02.88 m² / ha. In addition, the use of the GIS and remote sensing tool allowed us to make a fire risk map in order to protect this forest area. This mapping technique is based on the "N.D.V.I" index: three 03 risk classes have been identified, namely: (Low07.52%; medium63.85.%; High to very high28.90%). Finally, a management plan based on the data from this work will be necessary to protect this forest area.

Keywords: Inventory, dendrometric inventory, thuriferous juniper, flora, fire risk, GIS - remote sensing, Inoguessen (Batna).

Résumé : Les caractéristiques dendrométriques et de la richesse du peuplement de genévrier thurifer en mélange avec le cedre d'Atlas de la region d'Inoughessen (Wilaya de batna) ont été abordées dans cette étude, ainsi une analyse de risque d'incendie a été établie afin de protéger cette essence forestière. La hauteur moyenne des arbres du genévrier thurifer est égale à 11.23 m, avec une circonférence moyenne de 05.17 m. La densité moyenne des arbres de genévrier thurifère dans cette zone est de 02 tiges/placette avec une surface terrière varie autour de 02.88 m²/ha. En outre, l'utilisation de l'outil SIG et télédétection, nous a permis de faire une carte de risque d'incendie, en vue de protéger cette zone forestière. Cette technique de cartographie est basée sur l'indice « N.D.V.I » : trois 03 classes de risques ont été identifiées à savoir : (Faibl 07.52 % ; moyen 63.58 % ; élevé à très élevé 28.90%). Enfin, un plan de gestion basé sur les données de ce travail, sera nécessaire pour protéger cette zone forestière.

Mots Clés : Etat des lieux, inventaire dendrométrique, genévrier thurifere, flore, risque d'incendie, SIG -télédétection, Inoguessen (Batna).

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	1
----------------------------	---

CHAPITRE I : *Présentation du genévrier thurifère (J. thurifera L.)*

1. Position systématique.....	3
2. Description botanique et morphologique.....	3
3. Aire de répartition géographique	6
3.1. Dans le monde.....	6
3.2. En Algérie	7
4. Ecologie de l'espèce	7
5. Régénération	8
6. Croissance de l'espèce.....	8
7. Les insectes associés au Genévrier thurifère.....	8
8. Intérêts et usages du Genévrier thurifère.....	9

Chapitre II. Présentation de la zone d'étude

1. Situation administrative	10
2. Occupation du sol.....	11
3. Hydrographie.....	12
4. Pédologie	12
5. Flore.....	13
6. Faune.....	13
7. Etude climatique de la zone d'étude.....	13
7.1. Les Facteur climatique	14
7.1. 1. Précipitation	14
7.1.1.1. Régime mensuel.....	15
7.1.1.2. Régime annuel.....	15
7.1.1.3. Régime saisonnier des précipitations	16
7.1.2. Températures	17
7.2. La synthèse bioclimatique	18

7.3. Quotient pluviothermique (Q2) et climagramme d'EMBERGER	20
---	----

Chapitre III : Matériel et méthode

1.1 Méthode de travail.....	22
1.1. Travail sur terrain	22
1.1.1. Mesures dendrométriques	23
1.1.1.1. Mesure de circonférence à 1.30 m	23
1.1.1.2. Mesure de la hauteur des arbres.....	24
1.2. Travail de bureau : Elaboration de la carte de risque d'incendie	26
1.2.1. Données et matériels utilisés	26
1.2.2. Logiciels informatiques	26
1.2.2.1. Le logiciel Map Info 8.0-VERTICAL MAPPER (VM3.0)	26
1.2.2. 2. E.N.V.I 4.7	27
1.2.3. Traitement de l'image satellite par l'E.N.V.I	28
1.2.3.1. Acquisition de l'image satellitaire	28
1.2.3.2. Composition colorée	28
1.2.3.4. Détermination de l'indice « N.D.V.I » et les classes de risques d'incendie.....	29

Chapitre IV: Résultats et interprétation

1.1. Résultats et interprétation.....	30
1.2 CONCLUSION GENERALE.....	44

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Liste des Tableaux

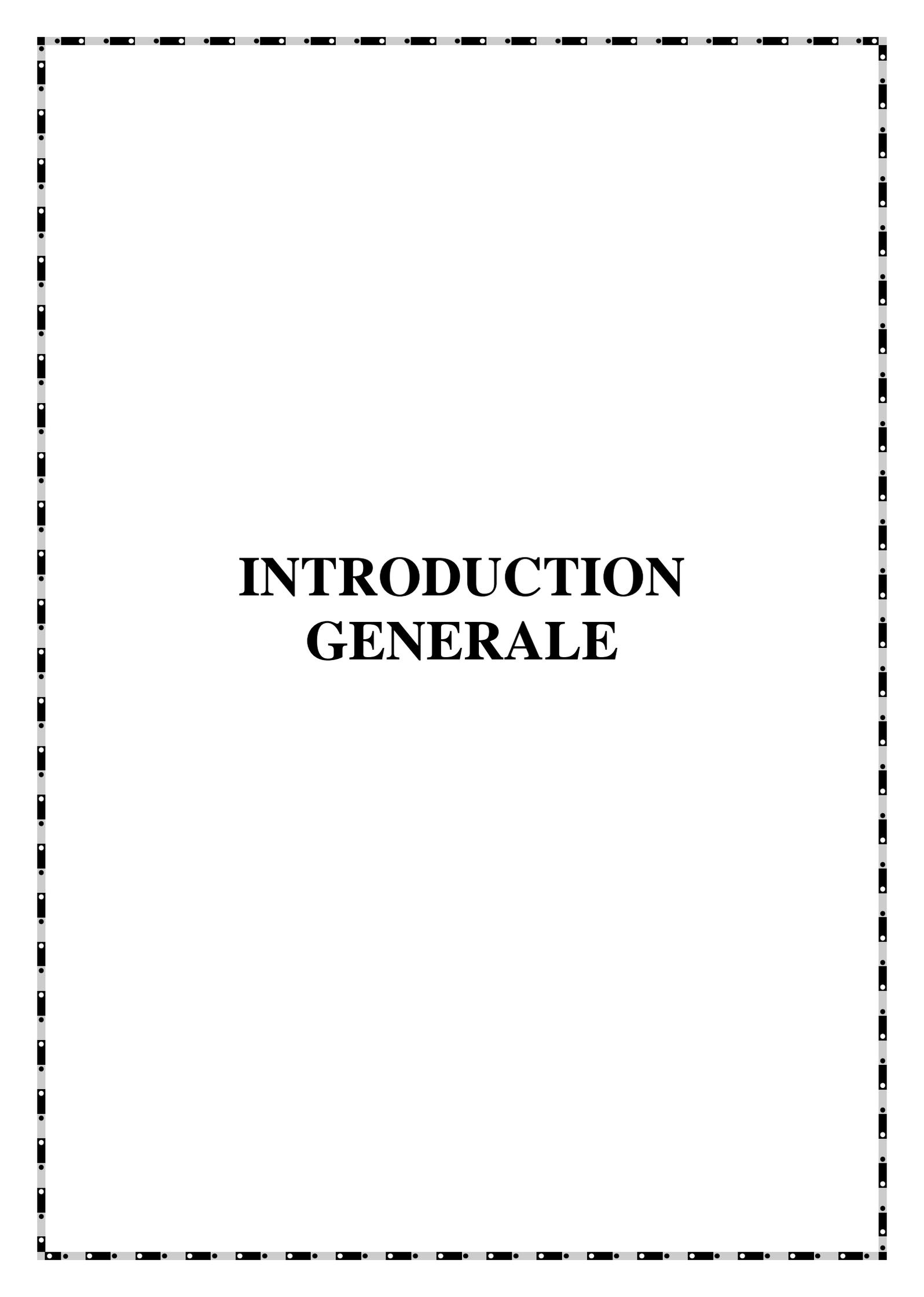
Tableau01: <i>La position systématique du Juniperus thurifera L.(Mao et al., 2010).</i>	3
Tableau. 02 : Les précipitations mensuels et annuels des 02 stations Zana et Nirdi (1985-2014)	15
Tableau.3 : Régime saisonnier des précipitations dans les stations (Zana et Nirdi).	16
Tableau. 04 : Les températures mensuelles et annuelles des stations Zana et Nirdi (1985-2014)	17
Tableau. 05 : Quotient pluviométrique (Q2) et étages bioclimatiques des stations Zana et Nirdi.	20
Tableau. 06 : Longueurs d’ondes et couleurs affectées pour chaque bande spectrale.	29
Tableau. 07 : Données des paramètres dendrométriques des placettes (Peuplement de genévrier thurifère)	35
Tableau .08 : Superficies des classes de risque d’incendie en relation avec l’indice de végétation « N.D.V.I » de la zone d’Inoughissen.	42

Liste des Figures

Figure 01: Echantillon récolté d’un individu monoïque (L’association des galbules qui sont le résultat de développement des fleurs femelles et les chatons qui portent les grains de pollens sur le même individu). Photo par Zeraïb A. (10/04/2015).	4
Figure 02 : Feuilles et fruits de Genévrier thurifère (Photo Bensid Hichem, mars 2020).	5
Figure 03 : Aire de répartition de <i>Juniperus thurifera</i> (Montès 1999), modifiée.	6
Figure04 : Répartition de <i>J. thurifera</i> en Algérie (Beghami, 2013).	7

Figure 05: Carte de situation de la zone d'étude dans le massif forestier des Aurès (BNEDER, 2014).	11
Figure. 06: Carte d'occupation du sol de la Wilaya de Batna (Conservation des forêts de Batna, 2016)	12
Fig. 07: Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен (station Zana ,1985- 2014).	19
Fig.08 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен (station Nirdi ,1985- 2014).	19
Figure 09 : Climagramme pluviothermique d'EMBERGER des deux stations de référence (période : 1985- 2014).	21
Figure 10 : Le matériel utilisé dans le terrain (Photo Bensid Hicham, Mars 2020).	22
Fig. 11 : Localisation des arbres de genevrier thurifère sur goole earth.....	23
Figure 12 : Mesure de la circonférence à 1,30 des arbres de genévrier thurifère (Photo Bensid Hicham, Mars 2020).	24
Figure 13 : Mesure de la hauteur des arbres de genvrier thurifère et de cèdre d'atlas à l'aide d'un Blum leiss (Photos BENSID Hicham, Mars 2020).	25
Fig. 14 : Le logiciel Map-info 8.0-Vertical-Mapper(TM), utilisé dans l'étude cartographique.	27
Fig. 15: Le logiciel ENVI, utilisé dans le traitement de l'image satellitaire LANDSAT.....	28
Fig. 16: Composition colorée (B.V.R) avec extraction d'image de la zone d'étude.....	29
Figure 17 : Répartition des hauteurs moyennes de genévrier thurifère par placette.....	31
Figure 18 : Répartition des circonférences des arbres de genévrier thrifère, par placette.	32
Figure 19 : Répartition de la densité des arbres de genévrier thurifère par placette.....	33

Figure 20 : Répartition de la surface terrière moyenne des arbres de genévrier thurifère par placettes.	34
Figure 21 : Répartition du diamètre des houppiers de genévrier thurifère / placette.	35
Figure 22 : Mesure des arbres de cèdre et de genévrier thurifère dans la placette 01.	36
Figure 23 : Relation mathématique entre les paramètres dendrométriques du genévrier thurifère (Circonférence , Hauteur moyenne et surface terrière).	37
Figure 24 : Photos des espèces floristiques dans la zone d'étude (Inoughissen), identifiées par BENABDALLAH. (BENSID, 2020).	38
Figure 25 : Photo du pâturage dans la zone d'étude Inoughissen (Cliché BENABDALLAH, 2019).	39
Figure 26 : Carte de l'indice de végétation « N.D.V.I » de la zone d'Inoughissen en présence de genévrier thurifère et cèdre d'Atlas	40
Figure 27 : Carte de risque d'incendie de la zone d'étude.	41
Figure 28 : Représentation graphique des superficies relatives aux classes d'N.D.V.I (risque d'incendie).	42



INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

La connaissance des caractéristiques dendrométriques du peuplement de genévrier thurifère de la zone Inoughissen Wilaya de Batna, arbre très importante sur le plan écologique et forestière, est un élément important pour la prise de décision, particulièrement celles relatives aux interventions sylvicoles, l'aménagement forestier et la protection des peuplements.

C'est pourquoi, il nous a semblé utile de mener cette étude, afin de comprendre l'état actuel de ce peuplement qui existe au niveau de la zone d'étude, ainsi, afin de contribuer à la production d'informations pouvant servir à la protection de ce peuplement.

L'objectif principal de cette étude est donc de déterminer les différents paramètres dendrométriques des arbres de genévrier thurifère, et en plus de connaître les espèces floristiques existantes dans cette zone d'étude, comme le cèdre d'atlas par exemple.

Selon Tamagoult, (1988) et Beghami (2013), les formations forestières à genévrier thurifère qui caractérisent la zone d'Inoughissen, Wilaya de Batna présentent une richesse en matière de biodiversité, cependant cette végétation, est soumise à plusieurs facteurs de dégradation, notamment les incendies de forêts.

Cette étude présente, en plus, un objectif secondaire qui est de l'évaluation de du risque d'incendie de la végétation forestière existante dans la zone d'étude, afin d'établir une carte de prévention contre le risque d'incendie.

Ce travail 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 (S.I.G).

Pour aborder cette étude, notre travail a été structuré en quatre (04) chapitres qui sont les suivants :

1. Chapitre 01 : Recherche bibliographique sur le genévrier thurifère.
2. Chapitre 02 : Présentation de la zone d'étude « Inoughissen ».
3. Chapitre 03 : Méthodologie d'inventaire dendrométrique et d'élaboration de la carte de risques d'incendie.
4. Chapitre 04 : Résultats obtenus et interprétation des données dendrométriques et de la cartographie des risques d'incendie.

CHAPITRE I :

Présentation du genévrier thurifère

Chapitre I : Présentation du genévrier thurifère (*J. thurifera* L.)

1. Position systématique

La classification botanique de l'espèce *J. thurifera* est résumée dans le tableau 1.

Systématique du <i>Juniperus thurifera</i> L. (Mao et al., 2010)	
Règne	<i>Plantae</i>
Sous-règne	<i>Pracheobionta</i>
Embranchement	<i>Spermaphytes</i>
Sous-embranchement	<i>Gymnospermes</i>
Division	<i>Pinophyta</i>
Classe	<i>Pinopsida</i>
Ordre	<i>Pinales</i>
Famille	<i>Cupressaceae</i>
Sous-famille	<i>Cupressoideae</i>
Genre	<i>Juniperus</i> L.
Section	<i>Sabina</i>
Espèce	<i>Juniperus thurifera</i> L.

Tableau01: La position systématique du *Juniperus thurifera* L.(Mao et al., 2010).

2. Description botanique et morphologique

Le Genévrier thurifère est un arbre ou arbuste généralement dioïque. Bien que dans certaines stations des alpes françaises et en corse, des individus monoïques aient été rencontrés (Borel et Polidori, 1983., Conrad, 1986). De même qu'en Espagne et dans le Moyen Atlas (Montès N, 1999).

Les chatons mâles apparaissent aussi dès l'été de l'année précédente, de sorte que nous pouvons trouver sur les mêmes branches, des chatons de l'année, jaunes, de l'année précédente, bruns et de l'année suivante encore verts.

Les fleurs femelles sont situées en position terminale sur de courts ramuscules. Les cônes du Thurifère sont à pièces opposées avec une columelle (pièces stériles qui terminent le cône) et deux verticilles développés dont, généralement, un fertile et à 4, 3 ou 2 ovules axillaires.

Rarement, il peut y avoir deux verticilles fertiles et 5-6 graines se forment (**Lemoine S, 1968**).

Le galbule est la dénomination botanique du faux-fruit charnu des Genévriers « strobile Bacciforme » (**Lestra ,1921**). Il est solitaire, subglobuleux, à écailles distinctes, bleu-noirâtre ou brun-grisâtre (mais il peut prendre aussi des teintes violettes, rougeâtres ou jaunâtres en fonction du stade de développement), recouvert d'une pruine bleuâtre.

Les graines (appelées aussi nucules) sont relativement grosses (5mm), non ailées, angulaires, irrégulières, élargies à la base, lisses. Elles sont formées d'un tégument épais et osseux (**Lestra, 1921**). Leur nombre est variable de (1 – 5 à 6) et a permis de différencier les deux sous-espèces *Juniperus thurifera ssp Africana* et *thurifera* (**Gauquelin et al, 1988**).

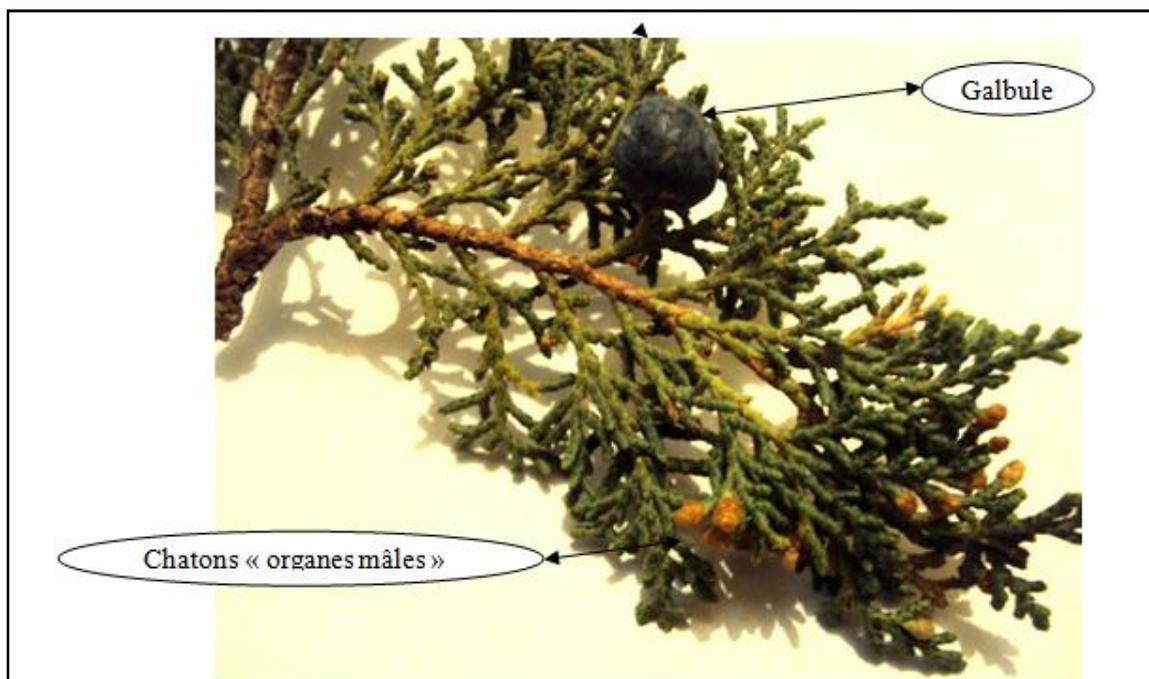


Figure 01: Echantillon récolté d'un individu monoïque (L'association des galbules qui sont le résultat de développement des fleurs femelles et les chatons qui portent les grains de pollens sur le même individu). Photo par **Zeraib A. (10/04/2015)**.

L'une des particularités du feuillage des thurifères, est qu'il est d'un beau vert foncé chez les jeunes sujets au port cupressiforme, alors qu'il prend une teinte bleu-grisâtre lorsque l'arbre vieillit.

Le feuillage sempervirent du Genévrier thurifère, est constitué comme pour les autres espèces de la section Sabina, de feuilles en forme de petites écailles charnues appelées feuilles squamiformes, de type cupressoïde.

Par ailleurs, assez fréquemment, apparaissent des formes juvéniles sur les régénérations, les jeunes sujets ou les nombreux rejets du tronc ont une forme aciculaire, mais sont en fait des écailles pointues, deviennent également pointues lorsque les rameaux ont 2-3 ans et commencent à se lignifier, cela est particulièrement visible lorsque la croissance est forte .



Figure 02 : Feuilles et fruits de Genévrier thurifère (Photo Bensid Hichem, mars 2020).

Selon **Lathuillère, (1994)** toutes les feuilles (squamiformes et pointues) sont disposées par quatre, opposées décussées, souvent lâchement imbriquées, mais parfois et surtout au niveau des formes de jeunesse, une disposition terne peut apparaître. Elles portent une dépression glandulaire (poche sécrétrice très odorante), dorsale (face extérieure) et centrale de l'ordre de 0,5-1mm, légèrement translucide.

3. Aire de répartition géographique

3.1. Dans le monde

Le Genévrier thurifère est une espèce oroméditerranéenne, affectionnant un climat semi-aride, sec, froid en hiver. Il se rencontre (**Figure 03**) en Espagne, en France, au Maroc, en Algérie et en Italie (**Gauquelin *et al.*, 1988, 1999; Farjon, 2005; Romo et Boraty ski 2007; Adams, 2014**).

Cet arbre présente non seulement une distribution très morcelée, mais également très inégalitaire: suivant les pays, les surfaces occupées par le Genévrier thurifère varient de quelques centaines d'hectares (En Algérie et en Italie) à environ 150 000 Ha (en Espagne et au Maroc). Les peuplements de Genévrier thurifère occupent généralement des superficies restreintes, accentuant de ce fait le caractère fragmenté de sa répartition (**Montès, 1999**).

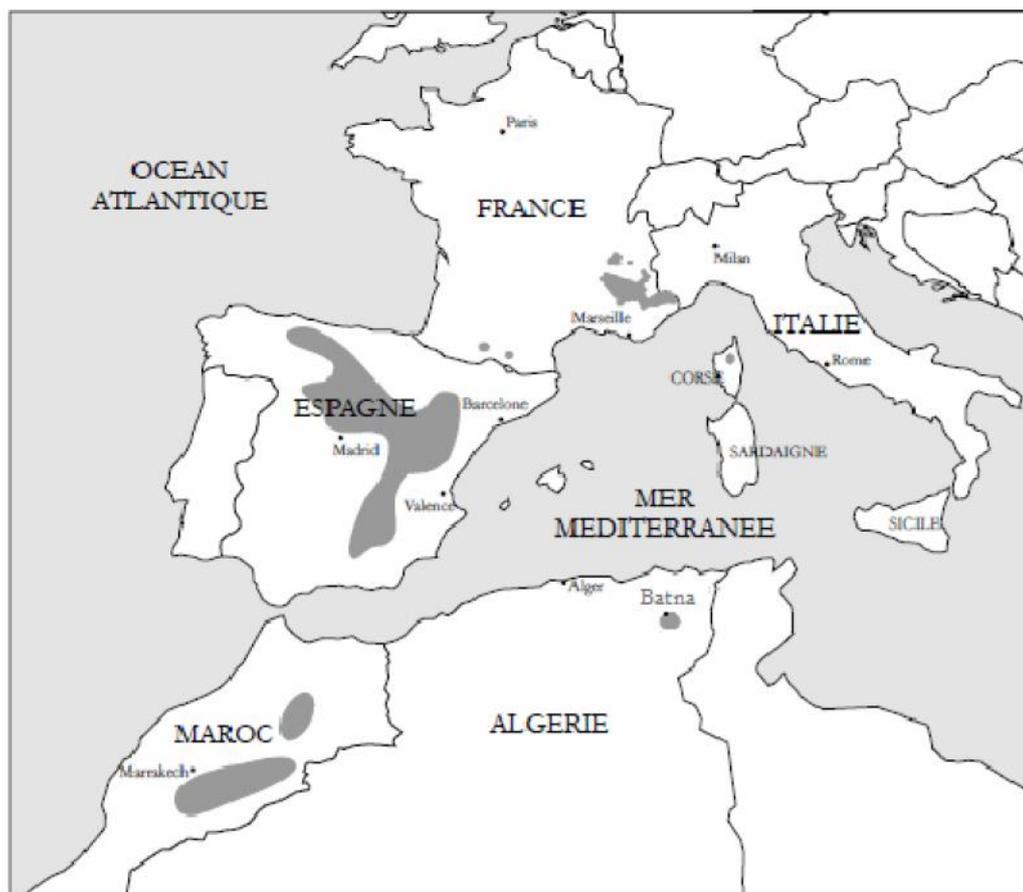


Figure 03 : Aire de répartition de *Juniperus thurifera* (Montès 1999), modifiée.

3.2. En Algérie

En Algérie, le *J. thurifera* se rencontre dans le massif de l'Aurès (**Lapie Maige, 1914; Boudy, 1952; Tamagoult, 1988**). La thurifère dans les Aurès est distribuée en 3 blocs d'inégale importance: le premier est situé dans la région de T'kout, le second, dans la vallée de l'Oued Abdi alors que le troisième est localisé dans le lieu dit Tibhirine (**Figure 03**). Cependant, des sujets isolés éparpillés, peuvent se rencontrer dans les Aurès : un pied au village d'Ich Moul, quelques sujets au niveau de la zone d'Inoughissene (**Beghami, 2013**).

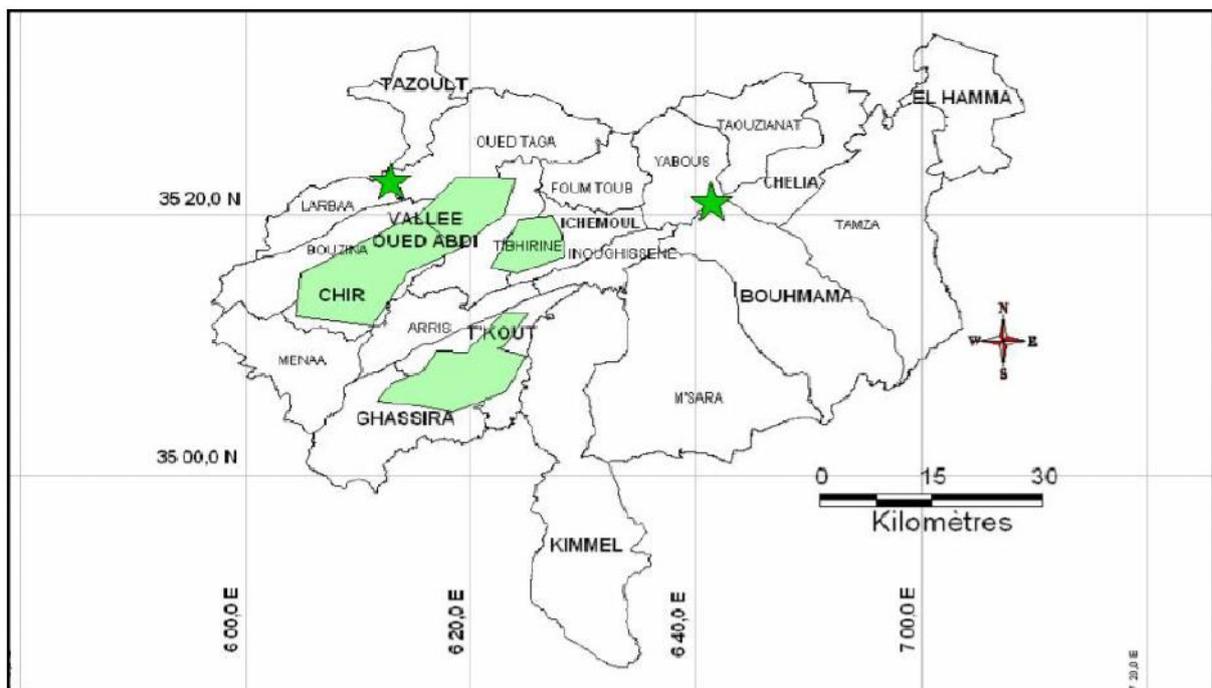


Figure 04 : Répartition de *J. thurifera* en Algérie (Beghami, 2013).

4. Ecologie de l'espèce

Le Genévrier thurifère est un arbre de montagne (1300 m) au climat sec aride continental et froid en hiver. Peut supporter d'assez longues périodes de gel (**Lathuilière, 1994**). Il est assez difficile, faute d'observation, de donner des indications précises sur ses exigences climatiques. Il est probable qu'il se contente de 400 à 500 mm de pluie. Il supporte également des températures très basses (**Emberger, 1942**).

Il se rencontre sur un sol calcaire et basique, à l'origine d'un sol brunifié plus ou moins carbonaté, riche en bases, en humus de forme xéromull (**Rameau et al, 1998**).

5. Régénération

La régénération naturelle du thurifère est difficile, souvent rare, elle peut être facilitée lorsque le chêne vert se mêle au sous-bois (Belkassir et Temagoult, 2001). Il serait excessif de prétendre comme il a parfois été avancé qu'il ne se régénère plus; il ya au contraire de nombreux exemples de régénération naturelle. Des jeunes sujets ont été observés notamment dans les thuriferaies marocaines « forêt d'elhouamel-Oued Abid des Ait fen, région de demrat » (Ouhammou, 1991). Dans le contexte algérien (Aurès), la régénération naturelle des genévriers thurifères est rare à cause de plusieurs facteurs de dégradations notamment les incendies et le pâturage.

6. Croissance de l'espèce

La taille des Genévriers thurifères est très variable en fonction de l'âge évidemment mais aussi des conditions stationnelles où ils croissent. Suivant les stations les individus ont de taille très variable. Les individus les plus hauts, jusqu' à 20 m (Blanco Castro *et al*, 1997 in., Lathuillère, 1994).

Pour la grosseur, ce paramètre est variable, cependant, il existe des arbres de 5 m de diamètre (16 m de circonférence) (Gauquelin et Badri, 1994 in., Lathuillère, 1994). Selon Lathuillère, 1994, les plus gros, développent souvent des systèmes racinaires puissants, fortement ancrés dans le sol.

7. Les insectes associés au Genévrier thurifère

Les insectes ne constituent vraisemblablement qu'un facteur limitant mineur des processus de régénération des peuplements de *Juniperus thurifera*, en dépit des taux d'attaques élevés fréquemment observés au niveau des galbules (Cleu 1926 ; Gaussard, 1984). Ainsi, Les ravageurs suivants (un acarien et six insectes) ont été identifiés comme principales espèces attaquant les galbules et les graines du Genévrier thurifère au Maroc (El Allaoui el Fels, 2006) :

-*Trisetacus quadrisetus* Thom (Spermatophage)

-*Megastigmus thuriferana*. (Spermatophage)

-*Contarinia* sp. (Conospermatophage)

-*Nanodiscus transversus* Aubé. (Conospermatophage)

-*Pammene oxycedrana* Mill(Conospermatophage)

-*Argyresthia reticulata* Stgr (Conospermatophage)

-*Holcogaster fibulata* Germ (Hétéroconophyte).

8. Intérêts et usages du Genévrier thurifère

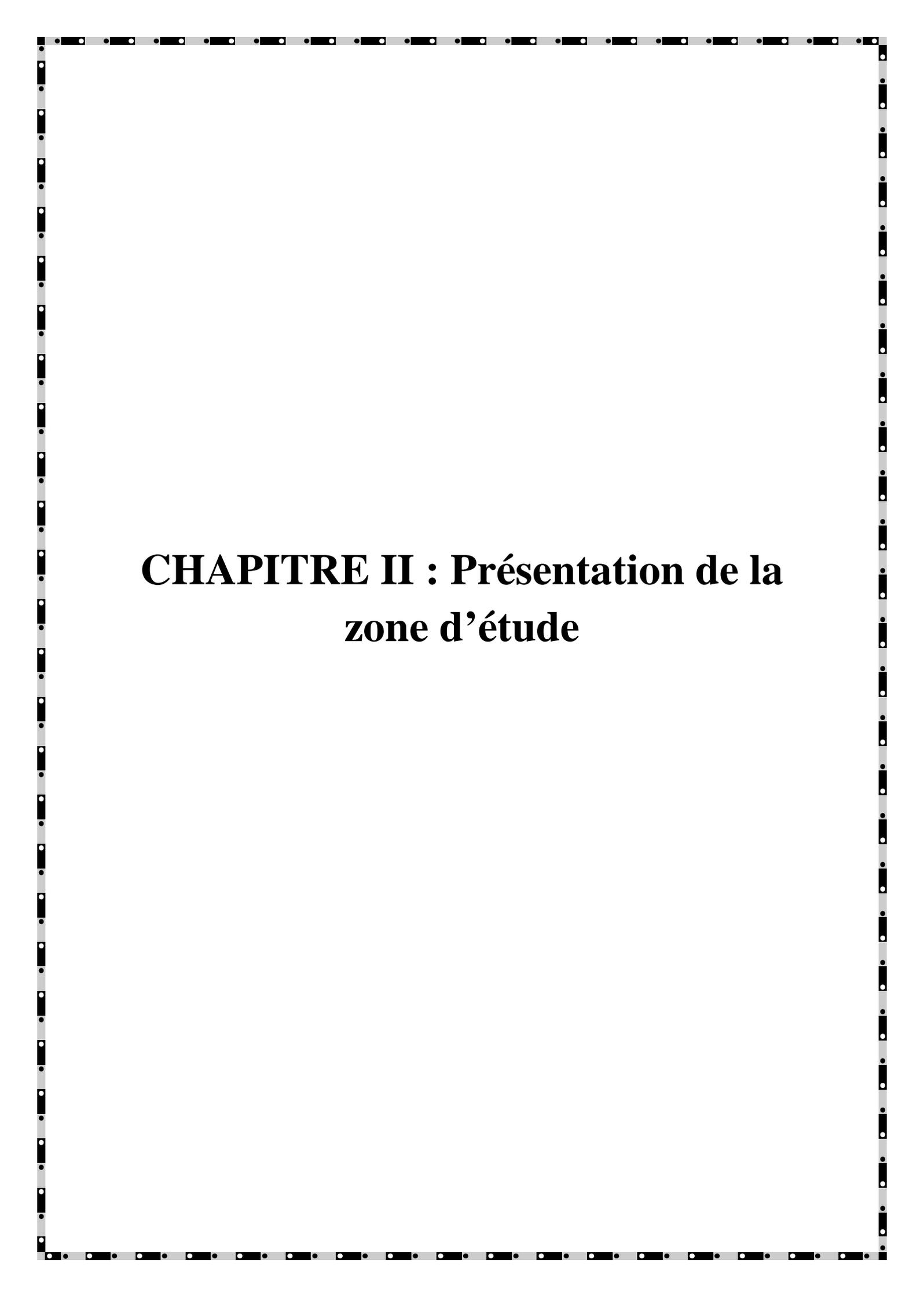
Le Genévrier thurifère est une espèce présente de nombreux intérêts tant écologiques qu'historiques, culturels ou économique, forment des paysages très particuliers, façonnés par des siècles d'histoires, de civilisation agropastorales et d'évolution naturelle.

Selon **Montès, (1999)** Le Genévrier thurifère, a été utilisé de diverses façons au cours des derniers siècles.

- Du fait qu'il soit odorant. Le Genévrier thurifère a servi d'encens, d'où son nom thurifère signifiant littéralement « porte-encens » (**Lathuillière, 1994**).

- Il a aussi utilisé en ébénisterie, lit en thurifère pour éloigner les punaises (**Charras, 1993**).

- Le Genévrier thurifère est utilisé comme essence de reboisement en Espagne (**Ruiz delcastillo et al, 1999**).



CHAPITRE II : Présentation de la zone d'étude

Chapitre II. Présentation de la zone d'étude :

1. Situation administrative

Administrativement, le massif de l'Aurès est partagé entre les trois wilayas de Batna, Biskra et Khenchela, il s'étend sur 42 communes et occupe une superficie totale de 9886 Km²; 24 Communes dans la wilaya de Batna, 11 Communes dans la wilaya de Khenchela et 07 Communes dans la wilaya de Biskra (**Ben-Messaoud, 2010**), proprement dit, il est situé entre trois lignes: la ligne Batna Khenchela, au Nord, la ligne Khenchela Sidi-Naji, à l'Est, et la ligne Batna Biskra, à l'Ouest (**Mitard, 1941; Ben-Messaoud, 2010**).

La forêt domaniale de l'Aurès s'étend sur 08 communes, classées par ordre d'importance comme suit : Theniet El Abed, Arris, Ichemoul, Foum Toub, Chir, Bouzina, Tighanimine, Inoughissene. Ces communes font partie de la zone montagneuse du massif des Aurès (**BNEDER, 2014**).

La commune de inoughissen est situé au sud -ouest Tighanimine de la wilaya de batna . Le chef-lieu de la commune est situé à environ 62 km de batna La commune de inoughissene dans est une zone montagneuse qui occupe 7300 Ha (73 Km²) avec une population de 3484 habitants, soit une densité de 48hab /km². Cette zone présente les coordonnées géographiques suivantes :

Latitude : 35°18'20" Nord

Longitude : 6°33'00" Est ; Elle est limitée :

- Au Nord par la commune de ichmol
- Au Nord - Est par la commune de bouhmama a la wilaya de khnchla
- Au Sud-ouest par la commune de tighanimine
- A l'Est par les deux commune Lmsara (wilaya de khnchla) et Kimal (wilaya de batna)
- Au Sud par la commune de Aris.

L'étude sur le *genévrier Thuréféra* , a été menée dans la station situant dans la région de la Wilaya de Batna, La situation géographique de la stations d'étude est illustrée dans la carte suivante (Figure 05) :

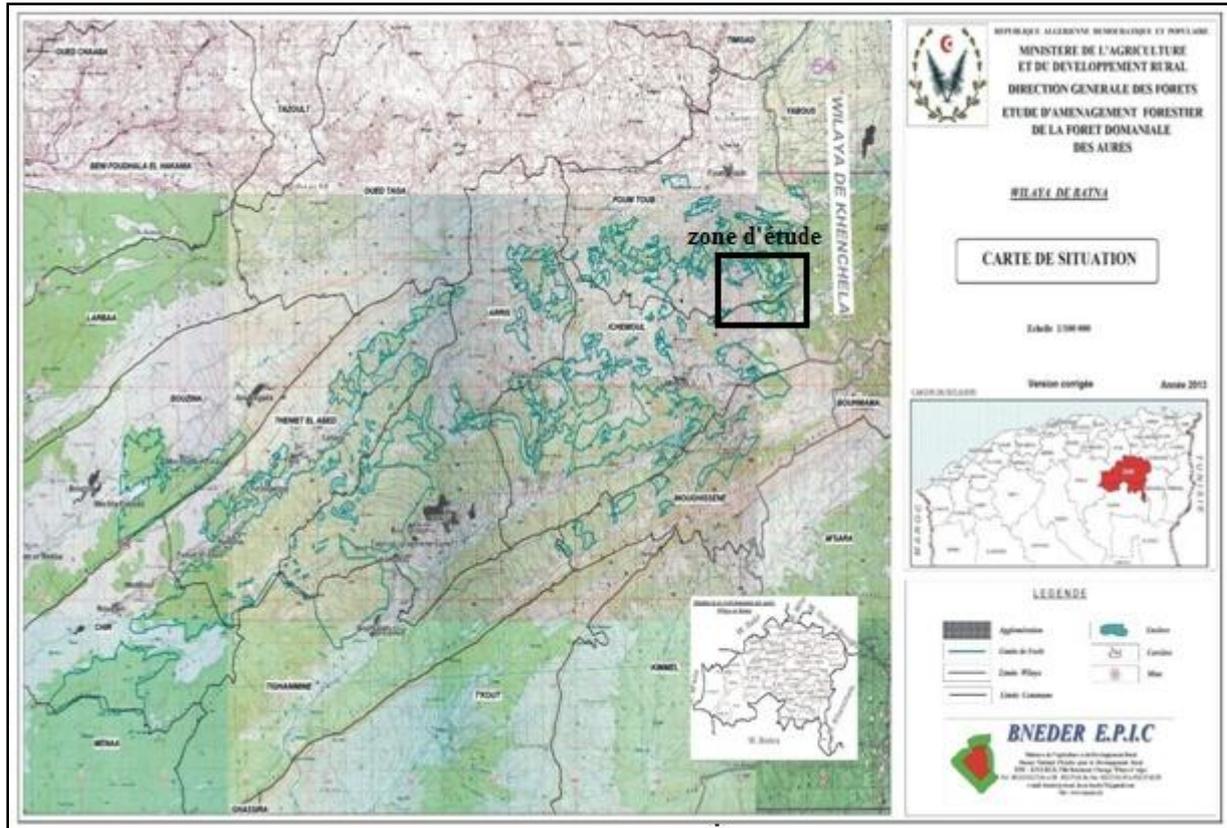


Figure 05: Carte de situation de la zone d'étude dans le massif forestier des Aurès (BNEDER, 2014).

2. Occupation du sol

Selon l'étude de **BNEDER (2008)**, la répartition des terres au niveau de la Wilaya de Batna (Figure 06) se présente comme suit:

- Prédominance des terres utilisées par l'agriculture, qui couvrent une superficie de 522 128 ha soit 43% du total de la Wilaya, occupées par les cultures annuelles et l'arboriculture fruitière.
- Les terres forestières (forêts, maquis et reboisements) s'étendent sur une superficie de 325358 Ha ce qui correspond à un taux de boisement de la Wilaya de 27 %.
- Les parcours ne couvrent que 310664 Ha soit 26 % de la superficie totale. Ils sont constitués par des parcours à alfa et des parcours steppiques. En réalité, les terres de parcours sont beaucoup plus importants si l'on tient compte des parcours en forêt.
- Les terres improductives représentent 04 % du total Wilaya soit une superficie de 55630 Ha.
- Enfin la Wilaya de Batna est à typologie Agro-Sylvo-Pastorale.

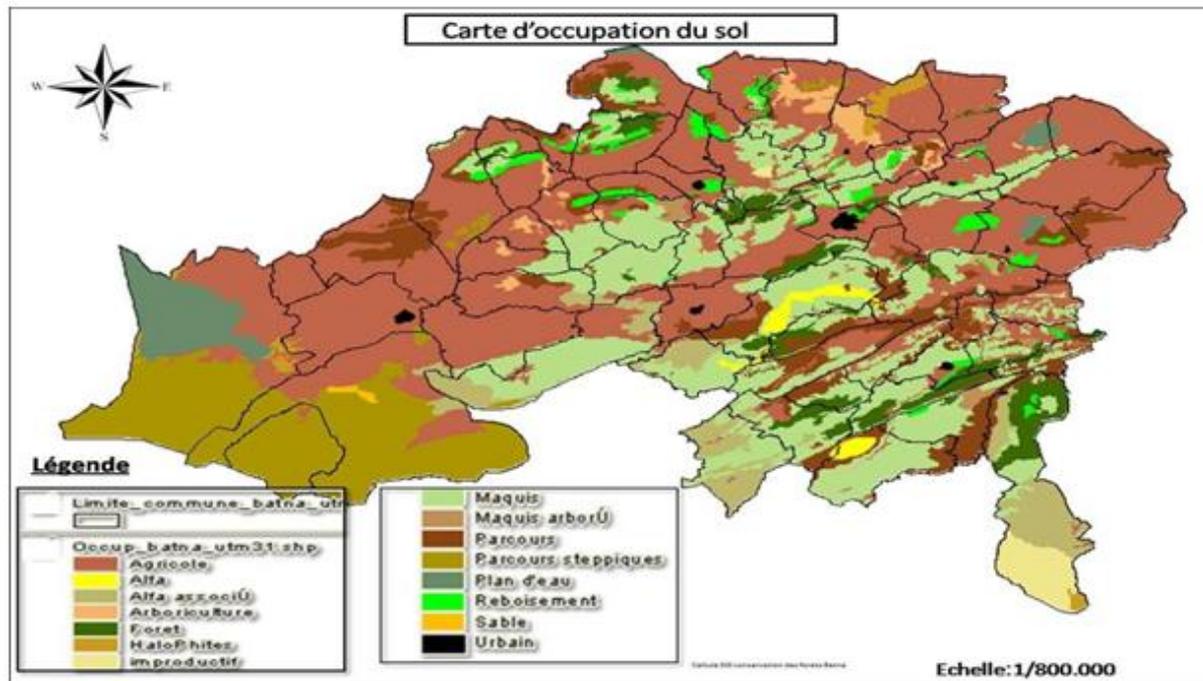


Figure. 06: Carte d'occupation du sol de la Wilaya de Batna (Conservation des forêts de Batna, 2016)

3. Hydrographie

Avec ses 9886 Km² et ses différentes structures, la zone d'étude ne peut qu'avoir un réseau hydrographique très dense qui est endoréique ou aréique pour l'ensemble du massif. Pour les oueds, certains sont sahariens, ils traversent le massif du Nord-est vers le sud-ouest et constituent des compartimentages dans la structure géographique. Ils s'éteignent tous dans les chotts du sud et de l'ouest (**Delartigue 1904 ; Ballais 1981; Abdessemed 1984**).

Les cours d'eau dans cette zone sont presque secs durant la plus grande partie de l'année, mais à la saison des pluies ils roulent des eaux torrentielles dont les effets de débâlement sont considérables (**Beghami, 2013**).

4. Pédologie

Le sol est l'élément principal de l'environnement qui régle la répartition de la végétation. Il se développe en fonction de la nature de la roche mère. La topographie du lieu et les caractères de climat (**Ozenda, 1994**).

Les sols de la zone d'étude sont variés. Leur diversité est liée à la grande variabilité lithologique, géomorphologique et climatique. Dans cette zone, le genévrier thurifère se rencontre sur un sol calcaire et basique, à l'origine d'un sol brunifié plus ou moins carbonaté, riche en bases, en humus de forme xéromull (**Rameau et al, 1998**).

4. Flore

La forêt domaniale des Aurès, très diversifiée en matière de flore, formée par une couverture végétale très dense, était constituée par les essences forestières où les peuplements de Chêne vert étaient prédominants, avec plus de 50 % de la couverture forestière. Ces peuplements étaient localisés essentiellement à Ichemoul, Foug Toub, Arris, Teniet El Abed et Inoughissene. On trouve aussi le Genévrier thurifère, le Cèdre d'Atlas,... (**BNEDER, 2014**).

5. Faune

Quoique l'étude établie par le **BNEDER (2014)**, portant particulièrement sur l'étude d'aménagement et de développement forestier de la forêt domaniale des Aurès, elle dénote une diversité partielle et ne couvre nullement toute la région.

On note la présence des espèces vertébrées (oiseaux, mammifères, reptiles) dans la zone d'étude. selon **BNEDER, (2014)** et la conservation des forêts de Batna, les espèces faunistiques présente dans cette zone représentent 11 % du total des espèces inventoriées à l'échelle nationale. Elle totalise, 56 espèces (16 espèces de mammifères, 05 espèces de reptiles et 35 espèces d'oiseaux).

6. Etude climatique de la zone d'étude

Le climat est l'ensemble des actions de l'atmosphère : humidité, pluie, température, vent. C'est l'élément sur lequel l'homme n'a aucune influence directe (sauf dans le cas particulier des irrigations). C'est un facteur essentiel au développement des plantes, de la formation, et de l'évolution, des sols (**GRECO, 1966**).

BENMOSTEFA (2004), souligne que le climat en région méditerranéenne est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement. De nombreuses études montrent que le climat méditerranéen est un climat de transition entre l'organisation et le maintien de l'écosystème.

Pour aboutir à notre objectif, notre choix a porté sur les deux stations météorologiques de référence couvrant la zone d'étude **Zana** (1700 mètre d'altitude) et **Nirdi** (1400 mètre d'altitude).

6.1. Les Facteur climatique

Les paramètres de climat sont généralement représentés par des moyennes. Celle-ci n'a pas une grande signification écologique mais elles servent à exprimer la relativité qui existe entre une région et une autre (**BOUDY, 1948**).

6.1. 1. Précipitation

Les précipitations représentent la source principale d'eau nécessaire pour une production de la biomasse, caractérisées par trois principaux paramètres : leur volume, leur intensité et leur fréquence qui varient selon le jour, les mois et aussi selon les années (**GUYOT, 1997**).

Selon **DJEBAILI (1978)** La pluviosité est définie comme étant primordiale, elle permet de déterminer le type de climat. En effet, elle conditionne le maintien de la réparation du tapis végétal d'une part, et de la dégradation du milieu naturel par le phénomène d'érosion d'autre part. Les régimes pluviométriques se trouvent sous l'influence de deux groupes de facteurs (**HALIMI, 1980**) :

- 1- Les facteurs géographiques : altitude, latitude, distance à la mer, orientation des versants.
- 2- Les facteurs météorologiques : masses d'air, centre d'action, trajectoire des dépressions.

6.1.1.1. Régime mensuel

L'analyse des données pluviométriques moyennes mensuelles permet de mieux approcher la distribution des quantités d'eau enregistrées au niveau de chaque station et pour tous les mois de l'année.

On remarque que les moyennes mensuelles de précipitations des mois les plus arrosés diffèrent d'une station à une autre. Les précipitations moyennes les plus basses se situent au mois de Juin pour les deux stations (Zana, 16,33 mm) et (Nirdi, 10,28 mm). Ainsi, les précipitations moyennes les plus élevées se situent au mois de Septembre pour les deux stations (Zana, 75,51 mm) et (Nirdi, 47,55 mm).

Tab. 02 : Les précipitations mensuels et annuels des 02 stations Zana et Nirdi (1985-2014)

Stations 1985-2014	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Zana	44,17	39,70	58,97	68,04	58,43	30,37	16,33	26,24	75,51	53,59	52,62	63,68	587,65
Nirdi	27,80	25,00	37,13	42,84	36,79	19,12	10,28	16,52	47,55	33,74	33,13	40,09	369,99

6.1.1.2. Régime annuel

Selon **HALIMI (1980)**, la hauteur d'eau totale précipitée annuellement en moyenne est évidemment le premier facteur à prendre en compte pour déterminer les conditions d'aridité d'une région. D'après nos résultats, nous constatons que dans l'ensemble des stations de références les précipitations moyennes les plus élevées se situent au mois de Mars pour les deux stations, le mois de Septembre est le plus arrosé pour les deux stations (Zana, 75,51mm) et (Nirdi, 47,5mm).

6.1.1.3. Régime saisonnier des précipitations

Pour mieux saisir le régime pluviométrique saisonnier, nous avons adopté la méthode qui consiste à diviser l'année en quatre trimestres astronomiques de sorte que les mois initiaux de chaque trimestre contiennent soit un solstice, soit un équinoxe (HALIMI, 1980). Le régime saisonnier de précipitations de la station de référence durant la période (1985-2014) est de type P.H.A.E (Automne, Printemps, Hiver, Été). Les saisons se répartissent comme suit :

- Hiver (Décembre, Janvier, Février),
- Printemps (Mars, Avril, Mai),
- Été (Juin, Juillet, Aout)
- Automne (Septembre, Octobre, Novembre).

Le tableau.03 : qui indique les précipitations saisonnières, montrent que globalement les saisons printanières (P) et automnales (A) sont les plus arrosées. L'Hiver (H) est également pluvieux et enregistre souvent des hauteurs de pluies plus importantes. Quant à la saison estivale (E), elle est caractérisée par la rareté des précipitations.

Tab.3 : Régime saisonnier des précipitations dans les stations (Zana et Nirdi).

Stations	Répartition saisonnière des pluies en (mm) (1985-2014)					Précipitations Annuelles
	H	P	E	A	type	
NIRDI	92,89	116,76	45,93	114,42	PAHE	369,99
ZANA	147,55	185,44	72,51	181,72	PAHE	587,65

6.1.2. Températures

La température est considérée comme le second facteur climatique important. C'est celui qu'il faut examiner en tout premier lieu par son action écologique sur les êtres vivants. Elle joue un rôle majeur dans la détermination du climat régional.

Elle influe sur le développement de la végétation. Ce sont les températures extrêmes plus que les moyennes qui ont une influence sur la végétation sauf si elles sont exceptionnelles et de courte durée (**GRECO, 1966**)

D'après **EMBERGER (1955)** les valeurs prise en considération sont celles ayant une signification biologiques et sont : Températures moyennes mensuelles (C°), moyenne des maxima du mois le plus chaud (M) (C°) et la moyenne des minima du mois le plus froid (m) (C°).

Les températures jouent un rôle capital dans la classification des végétaux, dans l'écopédologie, dans la physiologie des végétaux, ainsi que sur le pédoclimat. L'examen des données thermiques révèle l'existence de deux saisons contrastées. Cette caractéristique du climat, permet de distinguer :

- Une saison froide, dont la température moyenne la plus basse enregistrée au mois de Janvier est de 1,39°C (Station Zana).
- Une saison chaude, avec une température moyenne maximale correspondant au mois d'Août de 24.31°C (Station Nirdi).

Tab. 04 : Les températures moyennes mensuelles et annuelles des stations Zana et Nirdi (1985-2014)

Stations 1985-2014	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOT
Zana	1,39	1,89	5,33	8,88	13,56	18,79	22,66	21,71	17,89	12,06	6,38	1,75	11,02
Nirdi	3,04	3,54	6,98	10,53	15,21	20,44	24,31	23,36	19,54	13,71	3,40	8,03	12,67

6.2. La synthèse bioclimatique

La synthèse bioclimatique met en évidence les différentes caractéristiques du climat qui permettent de délimiter les étages de végétation (**Dahmani, 1997**). Il existe plusieurs méthodes qui sont basées sur la détermination d'indices et qui permettent de caractériser le type de climat en combinant les deux éléments fondamentaux de climat (Précipitation et température).

Pour la détermination de la période sèche, on doit se référer à ces diagrammes ombrothermiques en considérant le mois sec lorsque $P < 2T$ avec :

P : précipitation moyenne du mois en (mm)

T : température moyenne du mois en (°C)

-Le principe de cette méthode consiste sur même graphe la température et la pluviométrie de sorte que l'échelle des températures soit le double des précipitations ($1^{\circ}\text{C}=2\text{mm}$) : en considérant la période de sécheresse lorsque la courbe des précipitations passe en dessous de la courbe de la température (**Dreux, 1980**). Ce diagramme nous permet de connaître également l'évolution des températures et des précipitations.

Nous avons établi les diagrammes ombrothermiques pour les deux stations de référence Zana et Nirdi avec une période récente (1985-2014). L'analyse comparative des diagrammes, fait apparaître deux périodes bien distinctes, l'une sèche et chaude, et l'autre humide et froide (Figure 07 et Figure 08).

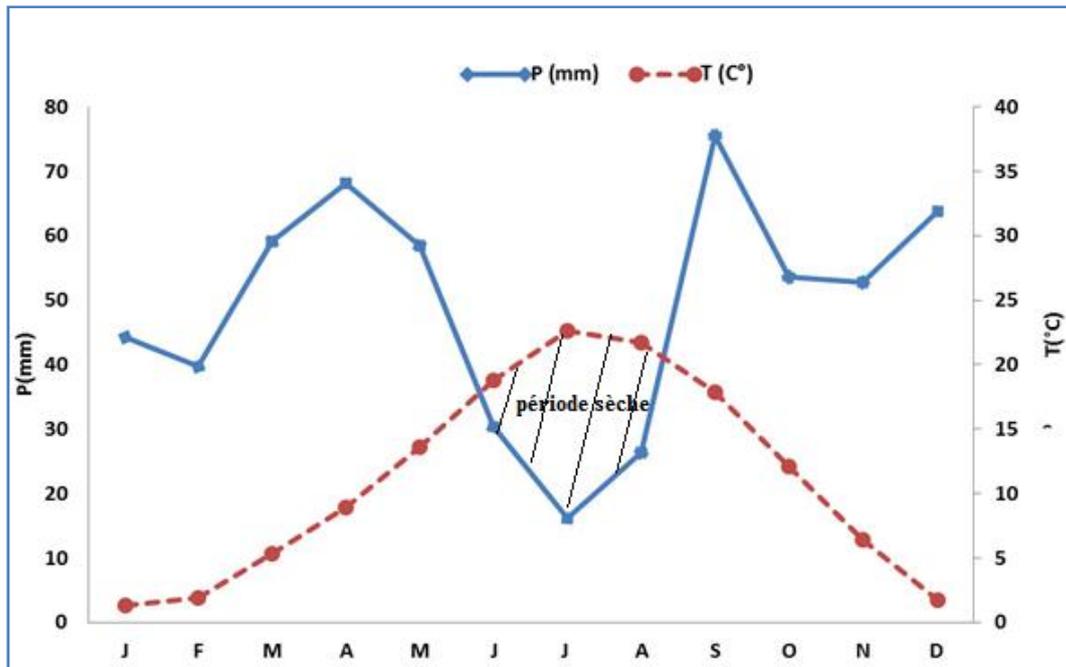


Figure 07: Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson (station Zana ,1985-2014).

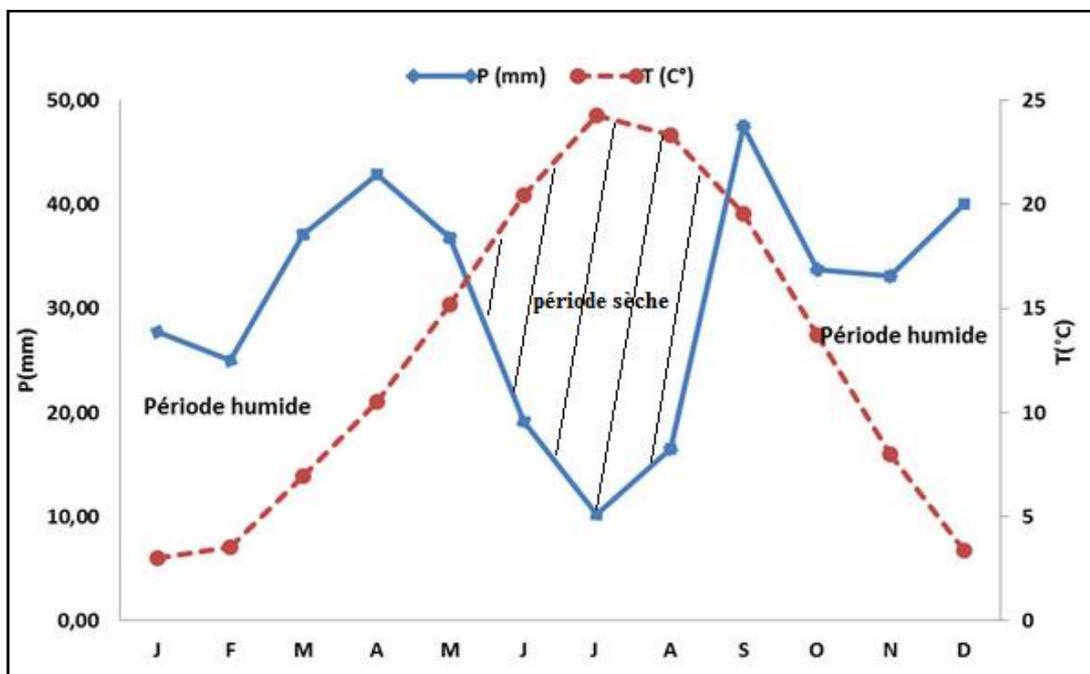


Figure 08 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson (station Nirdi ,1985-2014).

6.3. Quotient pluviothermique (Q2) et climagramme d'EMBERGER

EMBERGER (1955), a établi un quotient pluviométrique « le Q2 » qui est spécifique au climat méditerranéen. Il est le plus utilisé en Afrique du Nord

$$Q2=2000P/M^2-m^2$$

P : moyenne des précipitations annuelles (mm)

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud

m : moyenne des minima du mois le plus froid

D'après **DAJOZ, (1985)**, le climagramme **d'EMBERGER** permet de situer la région d'étude dans l'étage bioclimatique qui lui correspond. La représentation d'un ensemble de station de la région biogéographique méditerranéenne a permis de délimiter quatre zones climatiques à savoir : Le saharien l'aride, le semi-aride, le subhumide et l'humide.

Tab. 05 : Quotient pluviothermique (Q2) et étages bioclimatiques des stations Zana et Nirid.

station	période	P(mm)	M (C°)	m (°C)	Q2	Etages bioclimatiques
Zana	1985- 2014	587,65	30,38	-3,62	59,27	Sub humide à hiver très froid
Nirid	1985- 2014	369,99	32,48	-2,42	36,36	Semi-aride à hiver froid

A Zana, le Q₂ est de 63,07 pour la période 1985- 2014 , ce qui situe cette station dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver très froid . Pour la station Niridi le Q₂ est de l'ordre de 36,36 °C, pour la même période, ce qui situe cette station dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver froid.

Les résultats obtenus grâce à ces données climatiques et les valeurs de Q_2 obtenues, nous ont révélés la position de l'aire bioclimatique de la région d'étude et, montrent que ces zones sont caractérisées par un climat froid (Figure 09).

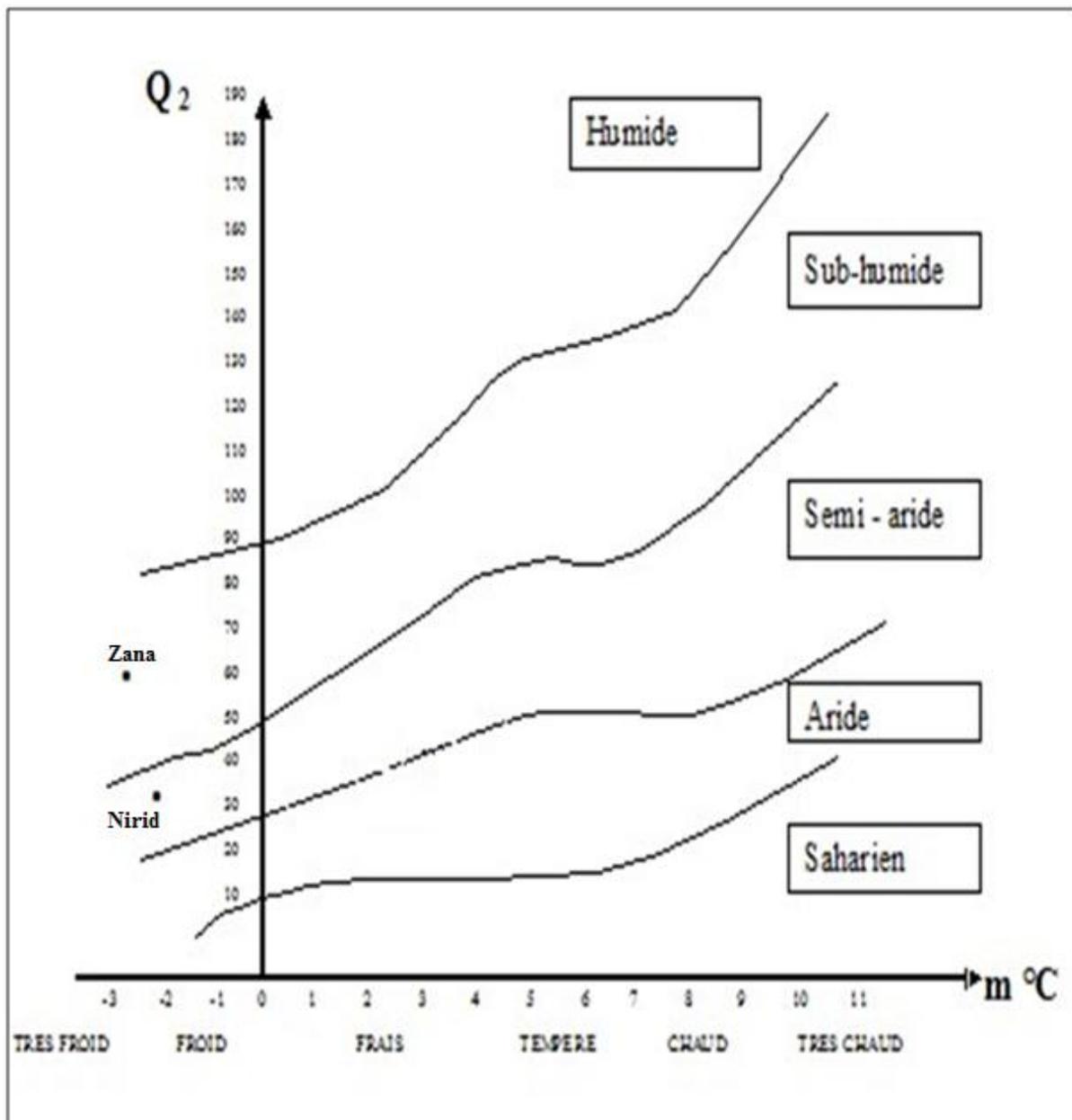
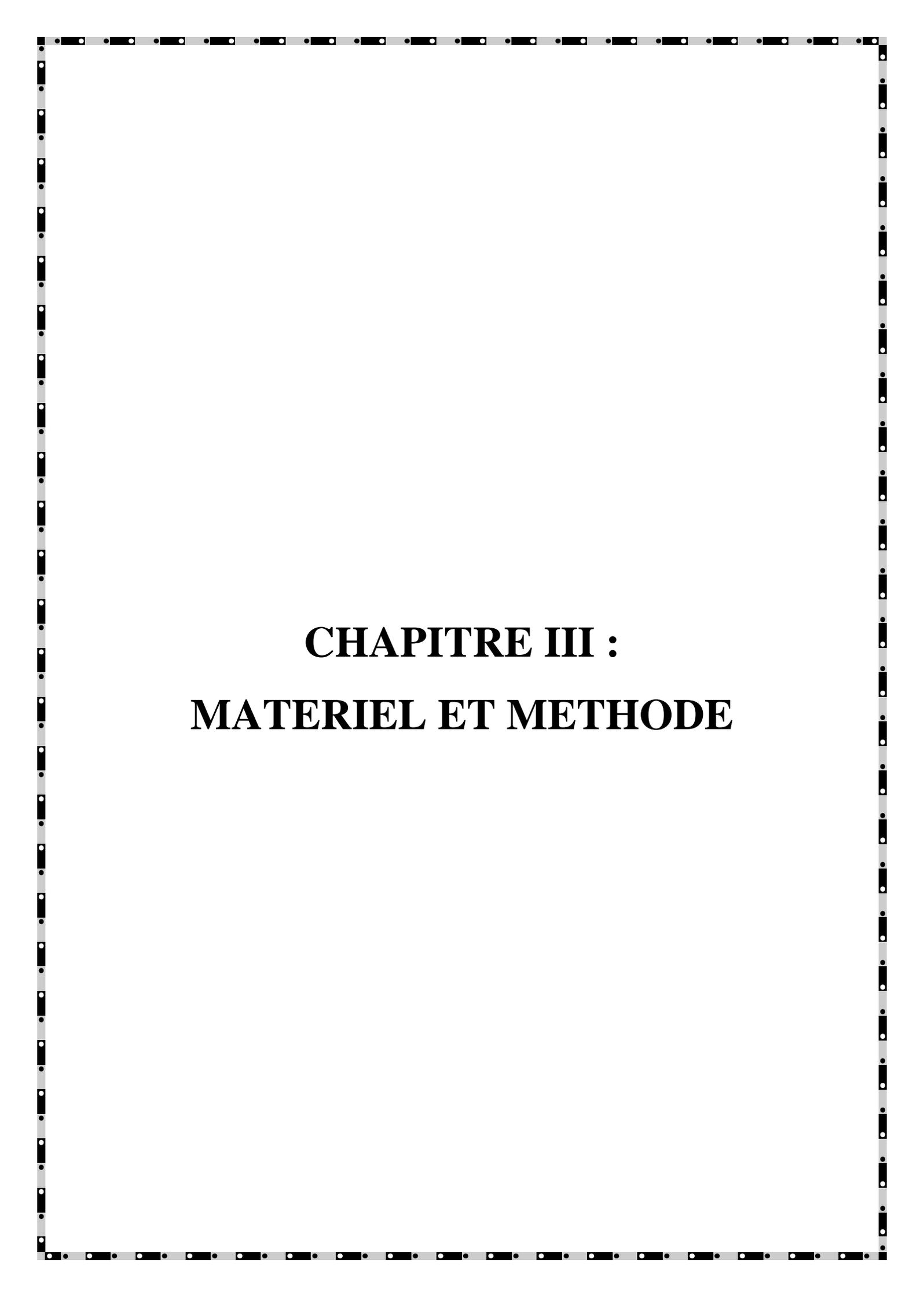


Figure 09 : Climagramme pluviothermique d'EMBERGER des deux stations de référence (période : 1985- 2014).



CHAPITRE III :

MATERIEL ET METHODE

Chapitre III : Matériel et méthode

1. Méthode de travail

Cette étude consiste à faire une analyse descriptive du peuplement naturel de Genévrier thurifère dans la région d'Inoughissen (Batna) à travers les mesures dendrométriques les plus importantes telles que la hauteur, le diamètre et les données floristiques qui caractérisent cette zone. En outre, une étude statistique a été faite pour comparer les données de genévrier thurifère dans les différentes placettes qui ont été effectuées au sein de la zone d'étude. Dans le cadre de cette étude nous avons effectué une application cartographique sur des logiciels S.I.G et télédétection afin d'élaborer une carte de risque d'incendie au niveau de la zone d'étude et ce, vu la richesse de cette zone et sa grande sensibilité aux feux de forêt.

1.1. Travail sur terrain

Notre étude a été effectuée dans la région d'Inoughissen (wilaya de Batna) qui est une zone forestière caractérisée par la présence du genévrier thurifère et du cèdre d'Atlas. Un inventaire pied par pied sur l'ensemble des arbres de genévrier thurifère a été fait dans un champ de surface environ 0.1 ha (placettes) et rayon environ 18 m (voir figure 11). Cette méthode a été appliquée vue le manque de la mire de parqué. Les arbres de cèdre ont été mesuré 3 arbres (grand, moyen et petit). La densité et le recouvrement ont été donnés avec estimation visuelle afin de gagner du temps. Ainsi, on a relevé quelques espèces floristiques autour des arbres pour avoir une idée sur la composition. Le matériel utilisé dans le terrain est le suivant (Figure 10).



Figure 10 : Le matériel utilisé dans le terrain (Photo Bensid Hicham, Mars 2020).



Figure 11 : Localisation des arbres de genévrier thurifère sur image satellitaire google earth (FD. Inoughissen).

1.1.1. Mesures dendrométriques

1.1.1.1. Mesure de circonférence à 1.30 m

La circonférence des arbres est mesurée à l'aide d'une roulette « décamètre » (Figure 12).

Pour l'ensemble des arbres, les circonférences ont été mesurées à un niveau de 1,30 m, en se plaçant systématiquement du côté amont de l'arbre en cas d'un terrain de pente.



Figure 12 : Mesure de la circonférence à 1,30 des arbres de genévrier thurifère (Photo Bensid Hicham, Mars 2020).

1.1.1.2. Mesure de la hauteur des arbres

La hauteur est un paramètre essentiel pour déterminer le volume et la structure forestière d'un peuplement forestier (**Rondeux, 1999**).

La mesure de la hauteur totale d'un arbre consiste à mesurer la longueur du

segment de droite, qui joint le pied de l'arbre et son bourgeon terminal. Elle est réalisée à l'aide du dendromètre Blum-Leiss (Figure 13) , qui est composé d'un clisimètre à pendule fixé au moment de la visée, devant quatre échelles graduées en hauteurs.

La manipulation du blum-leiss, nécessite les opérations successives suivantes **(Pardé et Bouchon, 1988) :**

- Se placer à une distance la plus voisine possible de la hauteur de l'arbre ou du niveau à mesurer (15, 20, 30 ou 40 m) à l'aide du viseur dioptrique et de la mire.
- Débloquer le pendule.
- Viser successivement le sommet et le pied de l'arbre.
- Bloquer chaque fois le pendule et lire la valeur.



Figure 13 : Mesure de la hauteur des arbres de genévrier thurifère et de cèdre d'atlas à l'aide d'un Blum leiss (Photos BENSID Hicham, Mars 2020).

- Ajouter les deux lectures lorsqu'elles se tiennent de part et d'autre du zéro de l'échelle (situation normale en terrain plat).
- Soustraire la plus petite de la plus grande dans le cas inverse (Terrain incliné : lorsque l'opérateur se trouve plus bas ou plus haut que le pied de l'arbre visé).
- En cas de pente, il faut corriger éventuellement la hauteur lue.

1.2. Travail de bureau : Elaboration de la carte de risque d'incendie

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 par l'utilisation des logiciels de traitement comme l'E.N.V.I et le Map info.

1.2.1. 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 :

1.2.2. Logiciels informatiques

Les logiciels SIG, 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 MNT (pentes, expositions, altitudes...ect). Les logiciels de télédétection, sont nécessaires pour le traitement et la classification de l'image satellitaire type Landsat8 OLI.

1.2.2.1. Le logiciel Map Info 8.0-VERTICAL MAPPER (VM3.0)

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 (Figure 14).

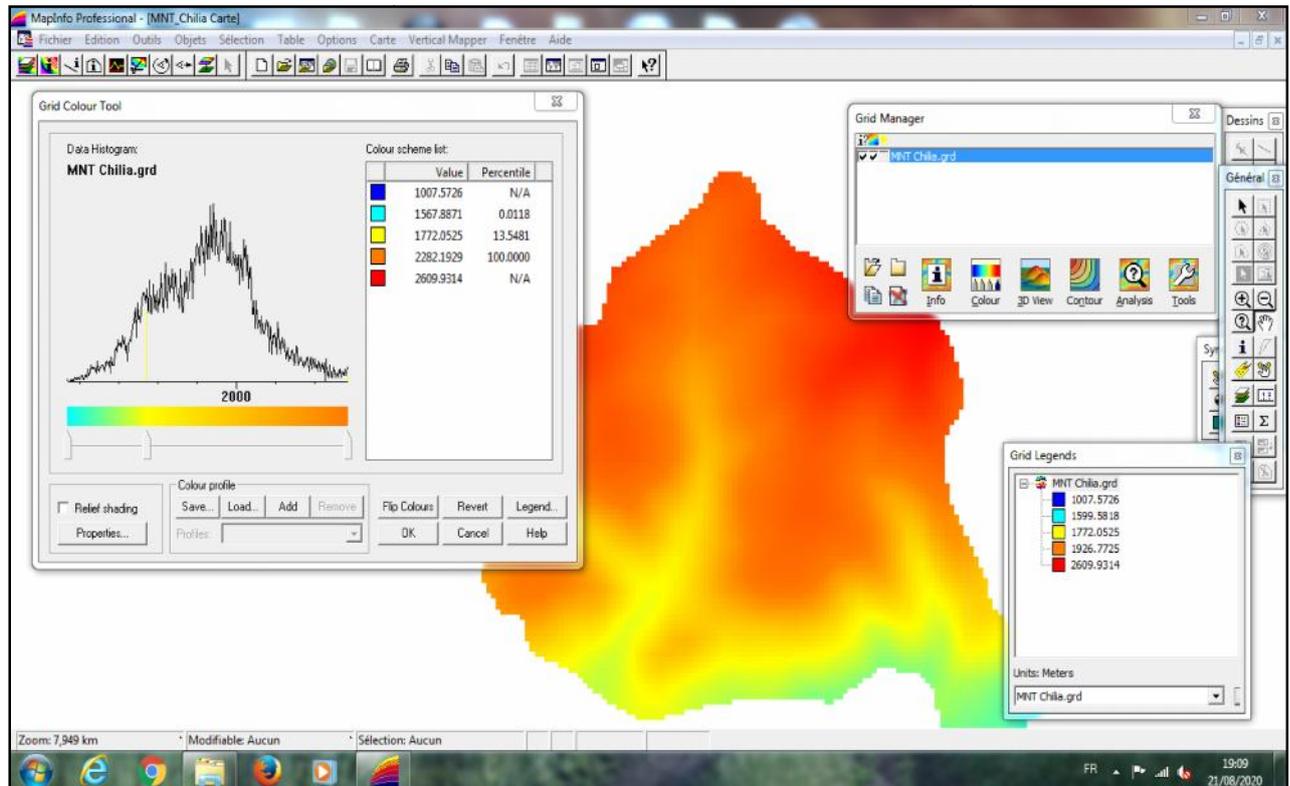


Figure 14 : Le logiciel Map-info 8.0-Vertical-Mapper(VM), utilisé dans l'étude cartographique.

1.2.2. 2. E.N.V.I 4.7

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

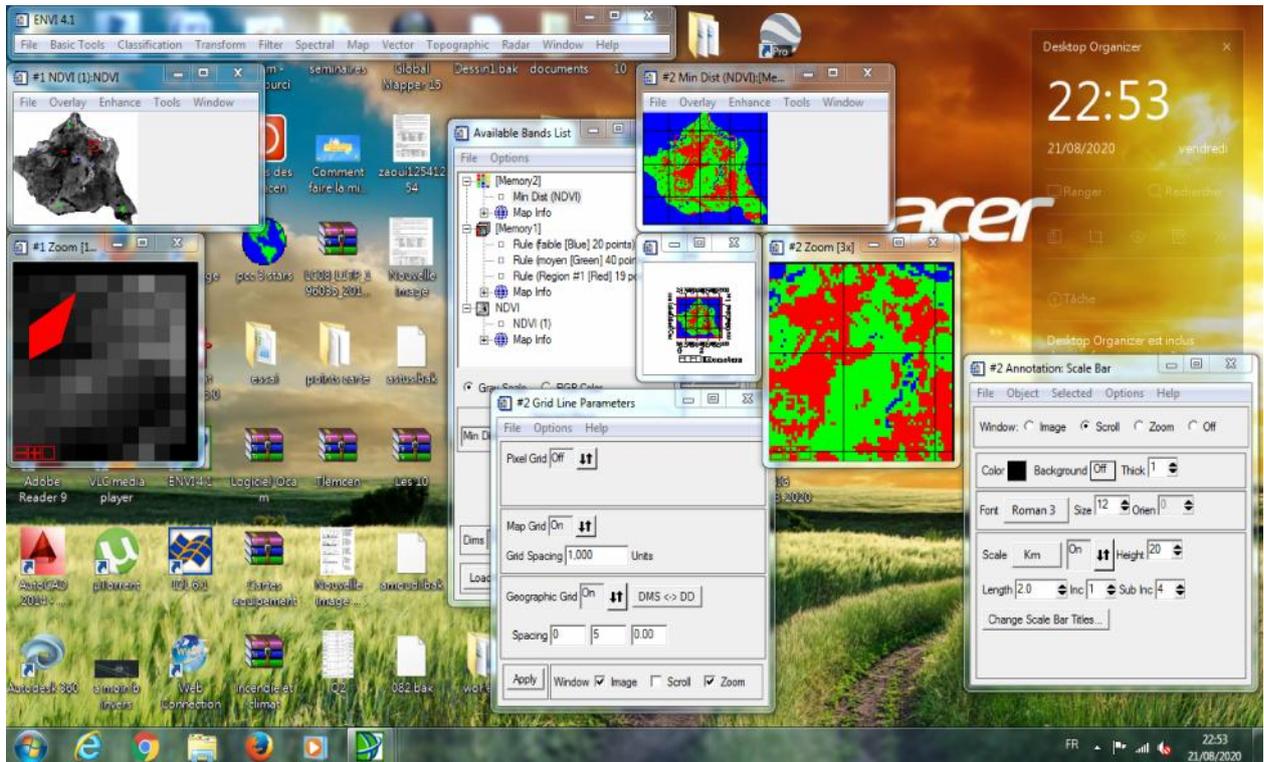


Figure 15: Le logiciel ENVI, utilisé dans le traitement de l'image satellitaire LANDSAT.

1.2.3. Traitement de l'image satellite par l'E.N.V.I

1.2.3.1. 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/>). La date d'acquisition de cette image est récente : 13/04/2018.

1.2.3.2. 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 (**Tableau 06**).

Tableau 06 : 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)

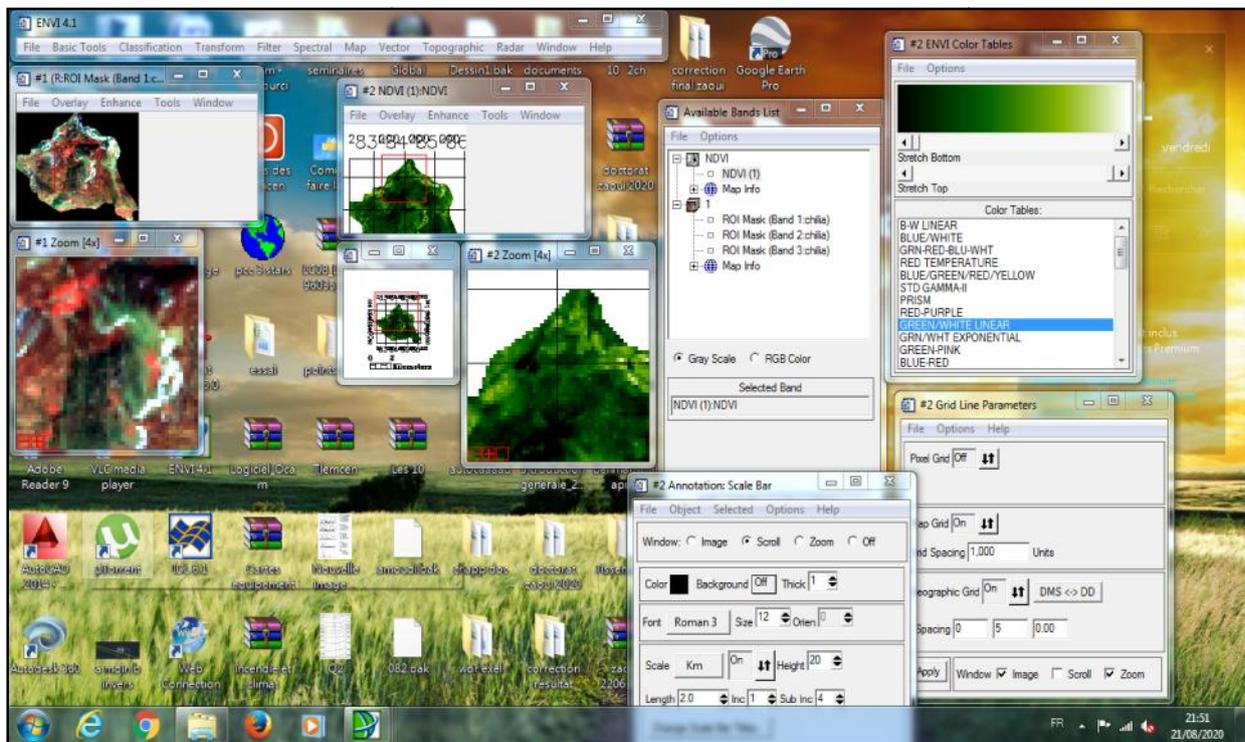


Figure 16 : Composition colorée (B.V.R) avec extraction d'image de la zone d'étude.

1.2.3.4. Détermination de l'indice « N.D.V.I » et les classes de risques d'incendie

Pour la classification de risque d'incendie à partir de l'N.D.V.I, nous avons utilisé le mode de classification supervisée, 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**). Nos reconnaissances des données de terrain, ont

été nécessaires pour la vérification de l'état de la végétation dans les zones classifiées par l'image satellitaire.

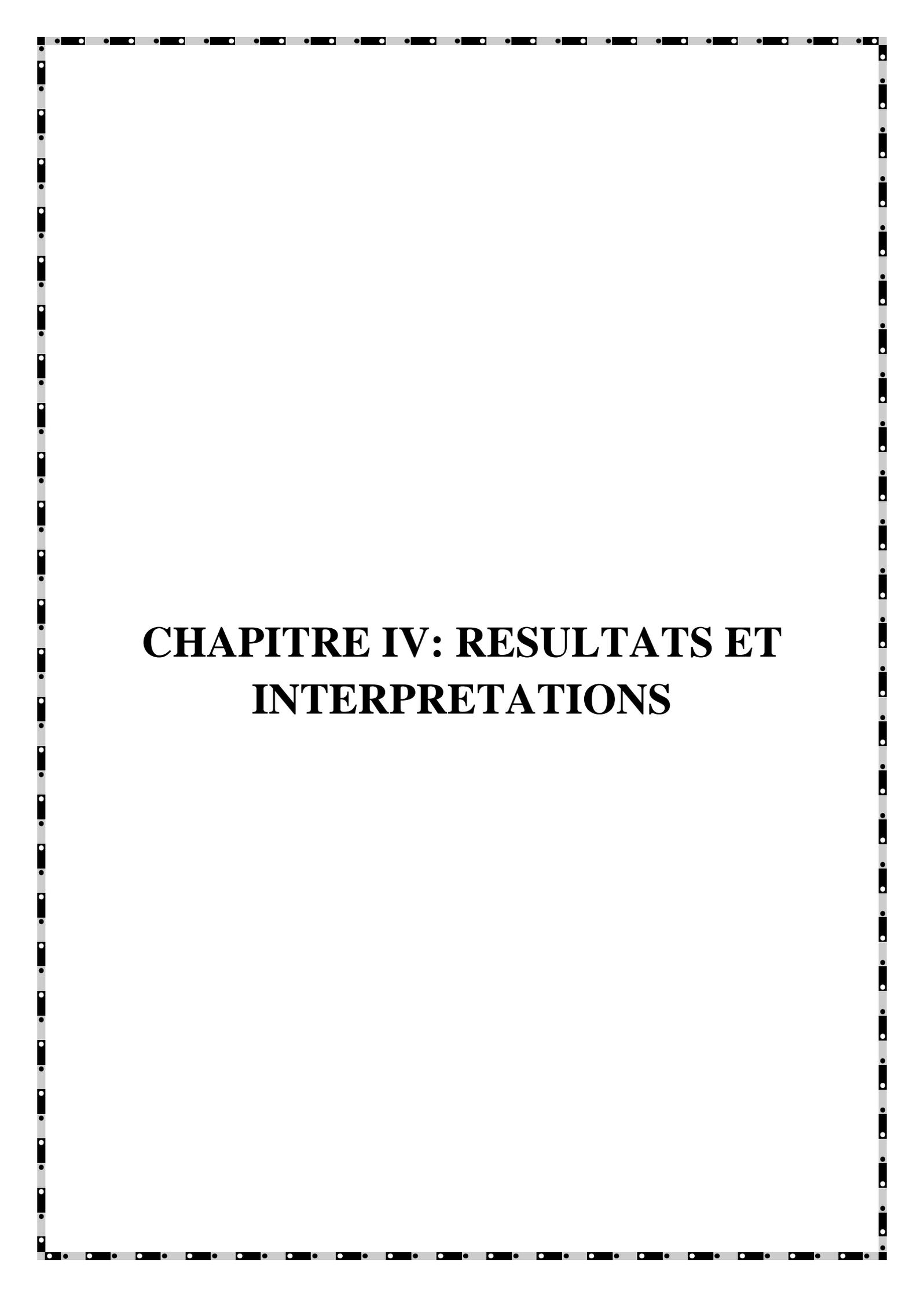
L'N.D.V.I (Normalized Difference Vegetation Index Standardised ou indice différentiel normalisé de végétation) est calculé selon la formule proposée par **Rouse et al. (1974)** :

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

R : bandes spectrales rouges

PIR : proches infra rouge

Les valeurs de l'NDVI 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 (**Haddouche, 2009**).



CHAPITRE IV: RESULTATS ET INTERPRETATIONS

1. Résultats de l'étude dendrométrique

Cette étude vise à étudier les différentes caractéristiques dendrométriques d'un peuplement de genévrier thurifère de la forêt d'Inoughissen (Wilaya de batna).

Des diagrammes ont été dressés et des analyses statistiques ont été faites sur les différents paramètres de mesure des arbres de genévrier thurifère pour mieux caractériser ce peuplement d'un point de vue dendrométriques. Les résultats de notre inventaire dendrométriques sont donnés dans le tableau 07.

1.1. Résultat des paramètres dendrométriques

1.1.1. Hauteur totale

Pour la hauteur moyenne des arbres de genévrier thurifère, la figure 17, montre que la hauteur moyenne est comprise entre 4,65 m (placette n°07) et 18,00 m pour la placette n°02.

Le tableau récapitulatif des différents paramètres dendrométriques, (tableau 07), donne une hauteur moyenne des arbres de genévrier thurifère de la forêt domaniale d'Inoughissen, qui est égale à 11,23 m.

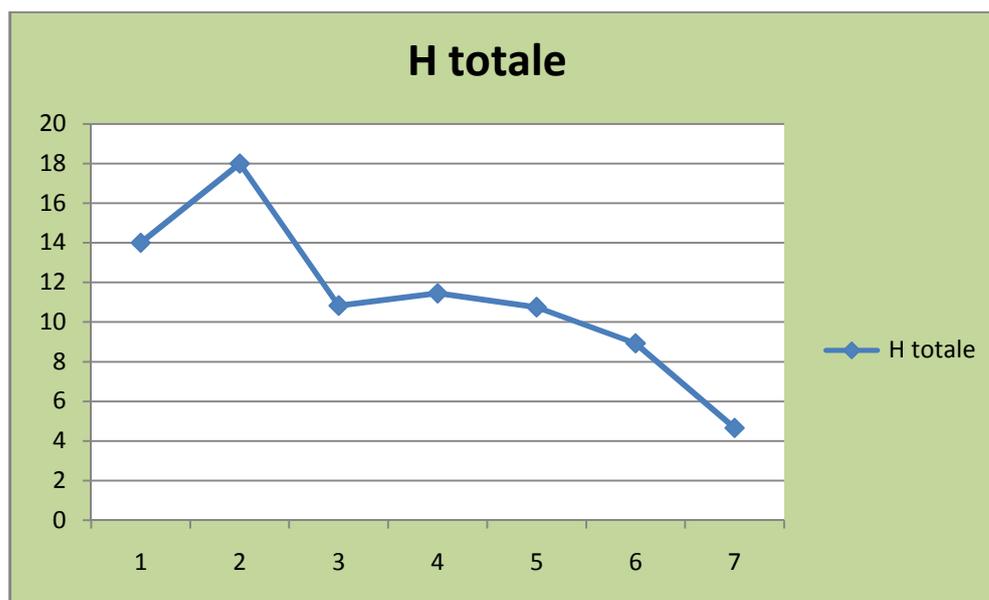


Figure 17 : Répartition des hauteurs moyennes de genévrier thurifère par placette.

1.1.2. Circonférence des arbres

L'analyse de la figure 18, montre que la circonférence moyenne (C 1.30) des placettes est variée entre : 2,80 m (placette n°07) et 12,31 m (placette n°02), avec une valeur moyenne pour l'ensemble des placettes, de l'ordre de 05,17 m.

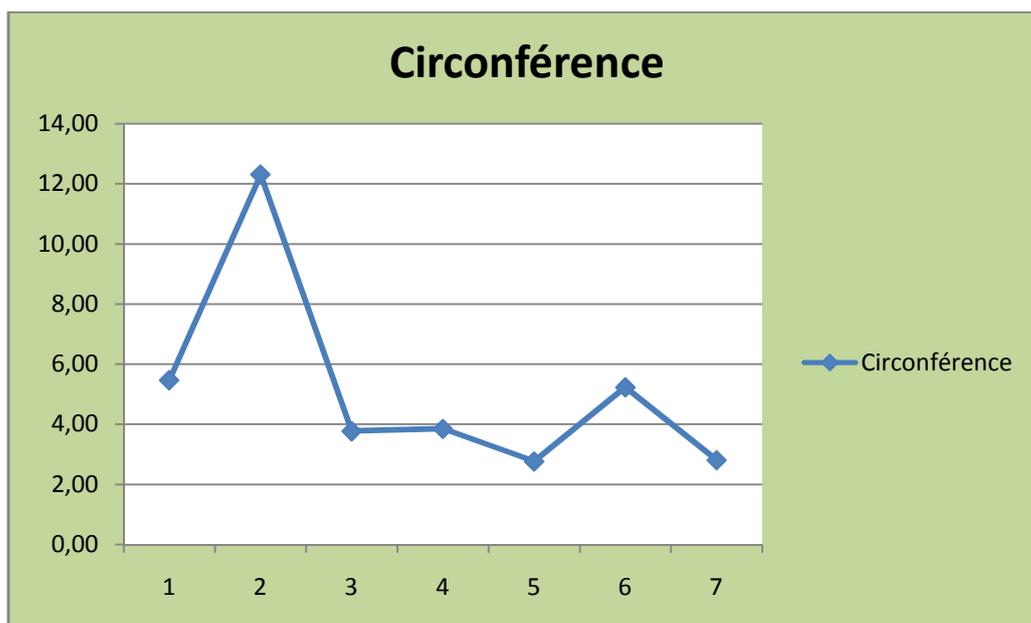


Figure 18 : Répartition des circonférences des arbres de genévrier thrifère, par placette.

1.1.3. Densité des arbres

La densité des arbres, est une caractéristique dendrométrique, qui est étroitement liée à divers concepts tels que : la concurrence entre les individus et le degré du couvert d'un peuplement forestier (**Rondeux ,1992**).

D'après les résultats obtenus à partir de notre inventaire (tableau 07 et Figure 19), il ressort que la densité du peuplement de genévrier thurifère dans la forêt domaniale d'Inoughissen est variée entre : 01 tiges (placettes 01 et 02) et 04 tiges (placette n°04). La valeur de la densité moyenne du peuplement de genévrier thurifère dans cette zone est de 02 tiges/placette.

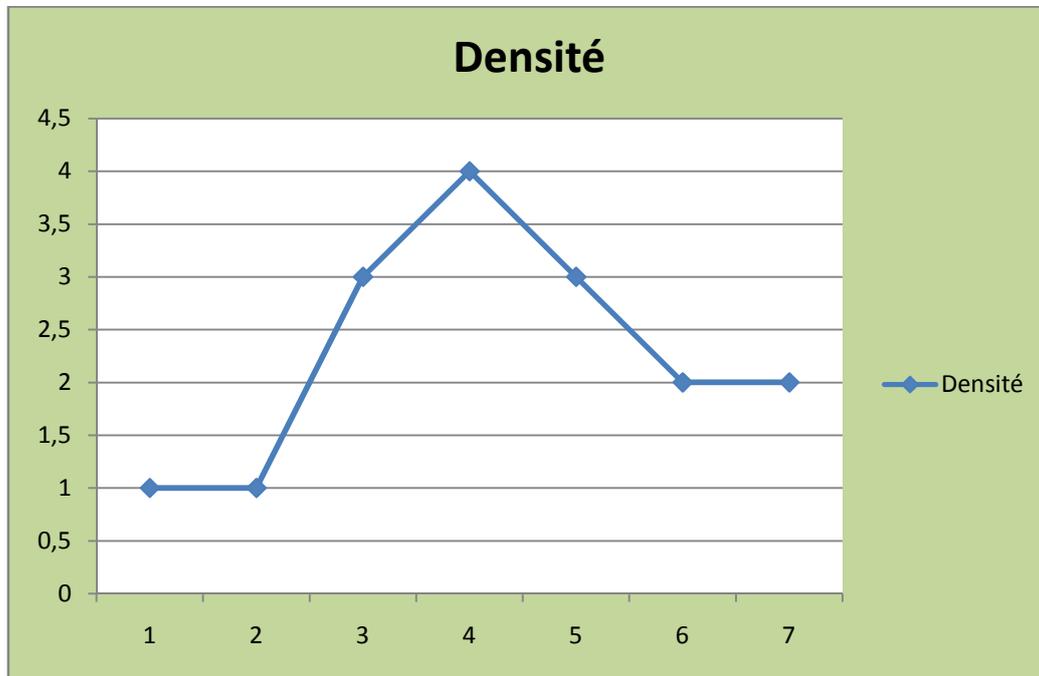


Figure 19 : Répartition de la densité des arbres de genévrier thurifère par placette.

1.1.4. Surface terrière des arbres

D'après les résultats du tableau 07, ainsi que l'observation de la figure 20, on remarque que la surface terrière moyenne des arbres de genévrier thurifère de la forêt domaniale d'Inoughissen est de $02,88 \text{ m}^2$. Cette surface terrière, présente une valeur plus élevée dans la placette n°02 avec $12,06 \text{ m}^2$. La placette n°07, présente la valeur la plus faible avec $0,63 \text{ m}^2$.

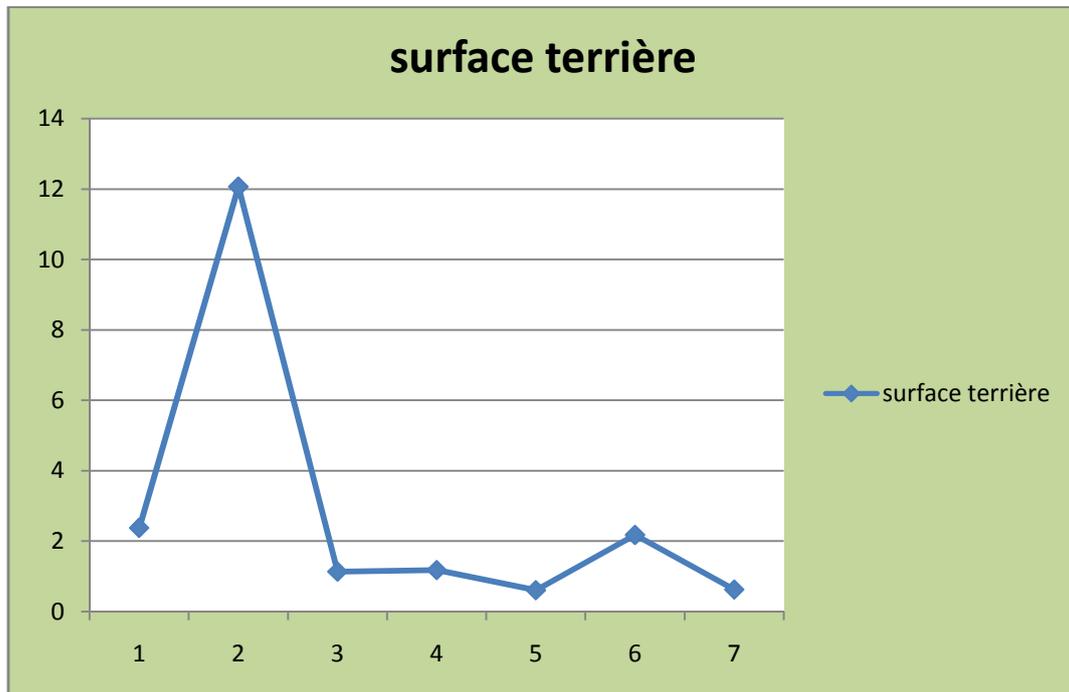


Figure 20 : Répartition de la surface terrière moyenne des arbres de genévrier thurifère par placettes.

1.1.5. Diamètre des houppiers

Pour le diamètre des houppiers des arbres de genévrier thurifère, au niveau de zone d'étude, l'examen de la figure 21, montre des valeurs qui varient entre 4,99 et 21,50 m. La valeur minimale est observée dans la placette n°07, par contre, la valeur maximale est enregistrée dans la placette n°02. Ainsi, la valeur moyenne des arbres est de 13,49 m.

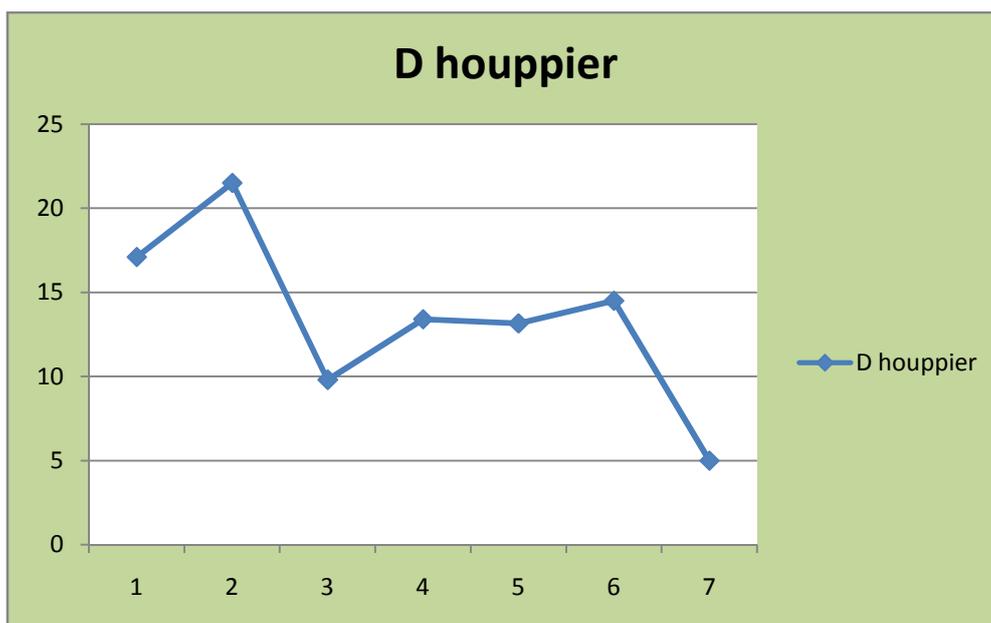


Figure 21 : Répartition du diamètre des houppiers de genévrier thrifère / placette.

N.B : Les caractéristiques dendrométriques obtenues à partir de cet inventaire sont résumées dans le tableau 07.

Tableau 07 : Données des paramètres dendrométriques des placettes (Peuplement de genévrier thrifère)

	Paramètres dendrométriques	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Genévrier thrifère	Hauteur totale	14,00	18,00	10,83	11,45	10,75	8,93	4,65
	Circonférence 1,30	5,46	12,31	3,77	3,85	2,76	5,23	2,80
	Diamètre 1,30	1,74	3,92	1,20	1,23	0,88	1,67	0,89
	Surface terrière	2,38	12,06	1,13	1,18	0,61	2,18	0,63
	Diamètre houppier	17,10	21,50	9,80	13,40	13,15	14,50	4,99
	Densité	1,00	1,00	3,00	4,00	3,00	2,00	2,00
Cèdre d'Atlas	Hauteur totale	13,35	13,83	13,50	10,60	14,32	11,83	7,60
	Diamètre 1,30	0,45	0,39	0,37	0,28	0,34	0,35	0,25
	Circonférence 1,30	1,42	1,21	1,15	0,89	1,08	1,10	0,78
Recouvrement total		0,48	0,46	0,80	0,77	0,86	0,82	0,38



Figure 22 : Mesure des arbres de cèdre est de genévrier thurifère dans la placette 01.

1.2. Étude des corrélations entre les paramètres dendrométriques

Pour l'étude des corrélations entre les différents paramètres dendrométriques, qui sont déterminés dans cet inventaire, nous avons testé les équations mathématiques « $y=ax+b$ » appelées (droite de la régression linéaire). Le degré de corrélation entre les paramètres dendrométriques est déterminé en fonction de la valeur du coefficient de corrélation :

-Si le coefficient R^2 est inférieur à 0,5 (50%), cela indique une faible corrélation.

-Si R^2 est supérieur à 0,5 (50%) : bonne corrélation.

Pour réaliser le test statistique, on a tracé quatre représentations graphiques et on a essayé de trouver la relation existante entre les variables dendrométriques telles que la hauteur moyenne, la circonférence moyenne et la surface terrière.

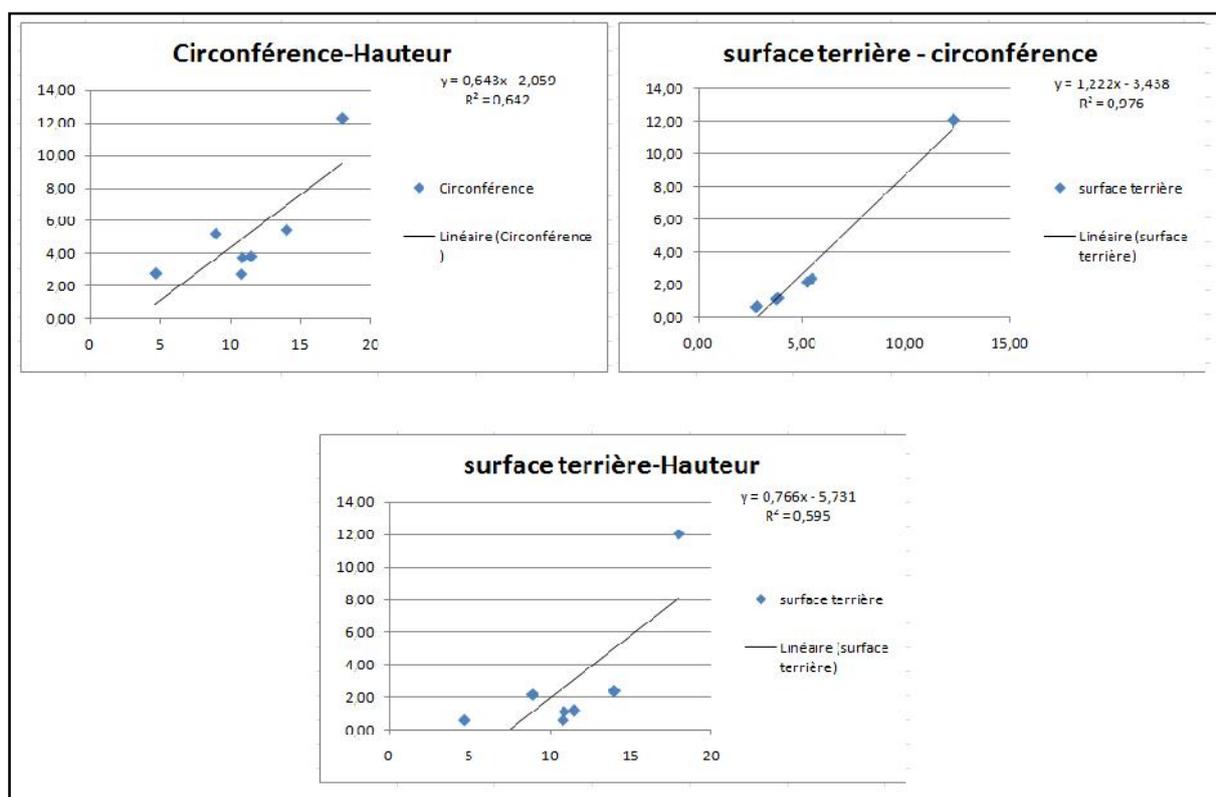


Figure 23 : Relation mathématique entre les paramètres dendrométriques du genévrier thurifère (Circonférence , Hauteur moyenne et surface terrière).

1.3. Interprétation des relations mathématiques

Les résultats obtenus, concernant les relations mathématiques entre les caractéristiques dendrométriques des arbres, sont illustrés dans la figure 23.

L'analyse de cette dernière montre une bonne corrélation entre la surface terrière des placettes et la circonférence des arbres de genévrier thurifère, avec une forte valeur du coefficient de corrélation R^2 qui est de l'ordre de (97,6 %).

2. Richesse floristique

En plus, l'étude d'inventaire floristique, montre une richesse floristique assez importante au niveau de la zone d'étude (Inoughessene), qui est dominée par le genévrier thurifère et le cèdre de l'Atlas, avec plusieurs espèces accompagnatrices telles que : *Euphorbia bigalandulosa*, *Bellis sylvestris*, *Geranium pusillum*, *Hertier cherifolia*, *Bupleurum spinosum*, *Asphodelus microcarpus*, *Ranunculus bulbosus*, *Rosa canina*, *Colchicum autumnale*, *Bromus sp sterilis*, *Anthemis monilicostata*, *Artemisia campestris*, *Teucrium polium*, *Asphodelus microcarpus*, *Convolvulus althoides*, *Senecio vulgaris*, *Salvia verbenaca*, *Taraxacum obovatum*, *Dactylis glomerata*, *Heosyris radiata*, *Lotus corniculatus*, *Gallium pusillum*, *Hedypnois radicata*.



Figure 24 : Photos des espèces floristiques dans la zone d'étude (Inoughissen), identifiées par BENABDALLAH. (BENSID, 2020).

On note aussi que cette richesse est menacée par plusieurs facteurs de dégradation, notamment le pâturage qui est très fréquent dans cette zone (voir Figure 25).

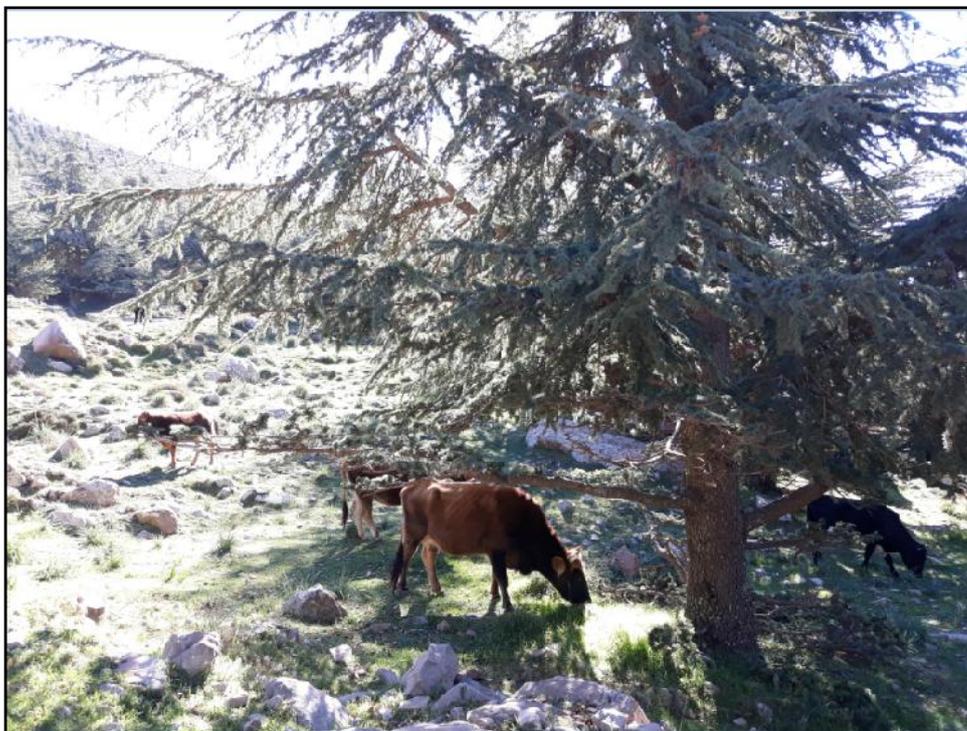


Figure 25 : Photo du pâturage dans la zone d'étude Inoughissen (Cliché BENABDALLAH, 2019).

3.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 du peuplement de genévrier thurifère en mélange avec le cèdre d'Atlas. 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 la carte de l'indice de végétation « N.D.V.I », qui est utilisée pour l'établissement de la carte de risque d'incendie.

3.1. 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 Map. info, nous a permis d'obtenir la carte de l'indice de végétation (N.D.V.I) de la zone d'étude d'Inoughissen, qui couvre une superficie totale de 753 Ha (Voir Tableau 08).

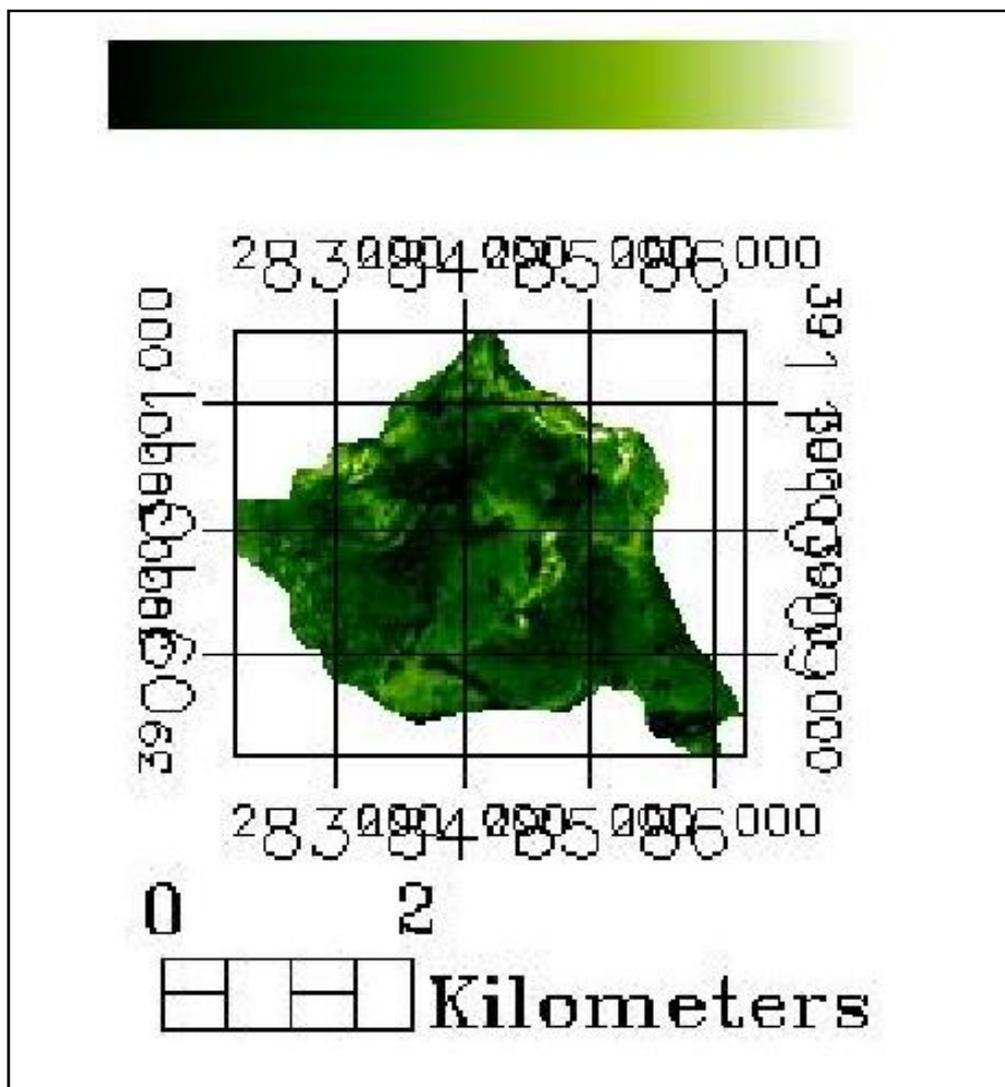


Figure 26 : Carte de l'indice de végétation « N.D.V.I » de la zone d'Inoughissen en présence de genvrier thurifère et cèdre d'Atlas .

L'indice de végétation (N.D.V.I), est varié généralement de -0.42 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 (Figure 27) avec un nombre de trois (03) classes qui sont déterminées en relation avec l'état du couvert végétal :

-Faible : sol nu.

-Moyen : terrains d'agriculture, arboriculture et de maquis dégradé.

-Fort à très fort : forêts dense.

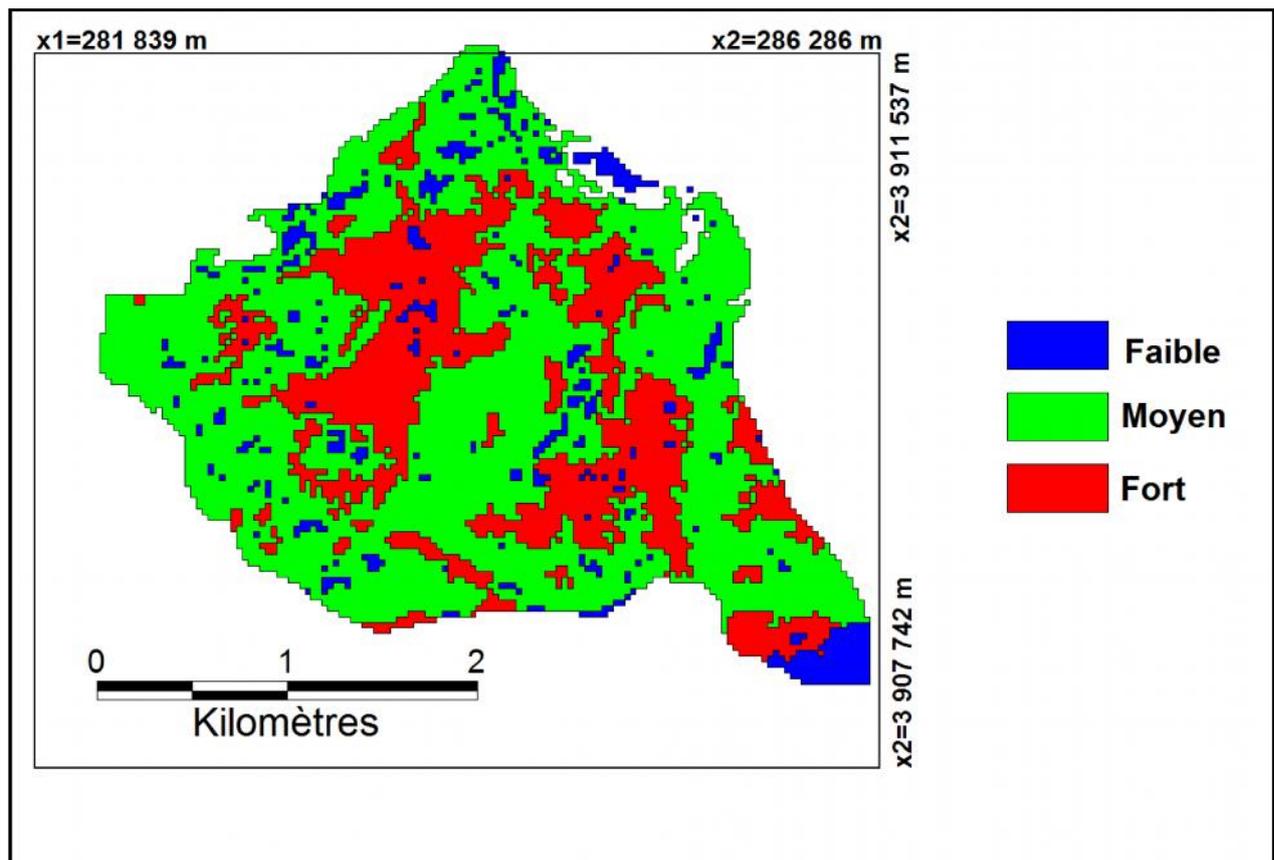


Figure 27 : Carte de risque d'incendie de la zone d'étude.

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 08 : Superficies des classes de risque d'incendie en relation avec l'indice de végétation « N.D.V.I » de la zone d'Inoughissen.

Classes de risque d'NDVI	Surface (Ha)	%
Faible	56,7	7,52
Moyen	478,7	63,58
Fort	217,6	28,90
Total	753	100,00

L'analyse des résultats obtenus (Tableau 08 et Figure 28), montre que la zone d'étude présente un taux de boisement fort et très fort de l'ordre de 217,6 ha, soit un pourcentage de 28.90 % (risque d'incendie plus élevé). Les zones ayant un couvert végétal moyen sont représentées par une grande superficie qui est égale à 478.7 ha et un pourcentage de 63.58 % (risque d'incendie moyen). Les zones à faible présence de la végétation sont représentées par une surface qui est estimée à 56.7 ha soit un pourcentage de 7.52% (Faible risque d'incendie).

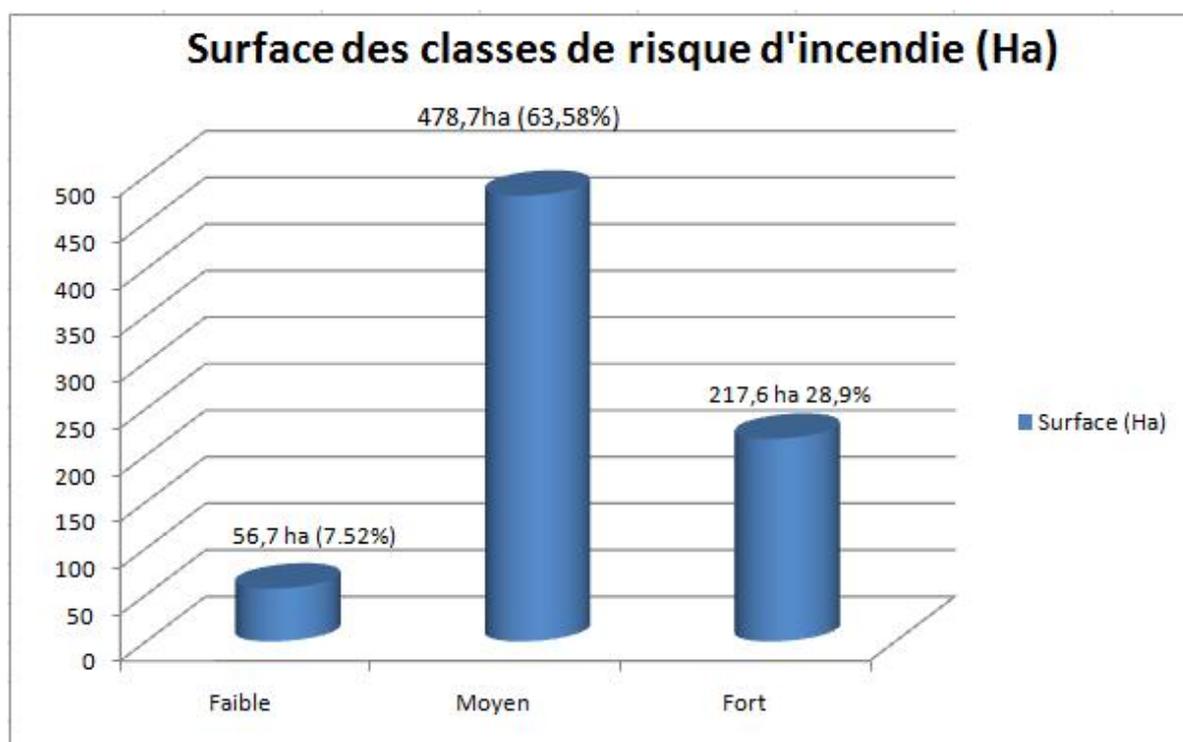


Figure 28 : Représentation graphique des superficies relatives aux classes d'N.D.V.I (risque d'incendie).

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.

Ainsi, l'analyse de la carte de l'indice de végétation qui a été classifiée par la méthode supervisée montre l'existence de trois 03 classes de risque d'incendie dans la zone d'étude (Figures 27 et 28). En effet, l'indice N.D.V.I, est un bon indicateur pour l'appréciation du risque d'incendie et de la dégradation du couvert végétal d'une façon générale.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Le présent travail a été proposé afin de mener une étude sur la situation actuelle d'un peuplement de genévrier thurifère dans la région e Inoughissen de la Wilaya de Batna.

Les caractéristiques dendrométriques des arbres de genevrier thurifère ont été abordées ainsi que la richesse floristique et l'analyse de risque d'incendie ont été abordées dans cette étude, afin de protéger cette essence forestière. A partir de notre inventaire dendrométrique, les résultats dendrométriques obtenus sont les suivants : La hauteur moyenne des arbres de genevrier thurifère est égale à 11.23 m avec une circonférence moyenne de 05,17 m. La densité moyenne du peuplement de genevrier thurifère dans cette zone est de 02 tiges/placette avec une surface terrière varie autour de 02,88 m².

Ainsi, l'étude d'inventaire floristique, montre une richesse floristique assez importante au niveau de cette zone d'étude, qui est dominée par le genevrier thurifère et le cèdre de l'Atlas, avec plusieurs espèces accompagnatrices telles que : *Euphorbia bigalandulosa*, *Bellis sylvestris*, *Geranium pusillum*, *Hertier cherifolia*, *Bupleurum spinosum*, *Asphodelus microcarpus*, *Ranunculus bulbosus*, *Rosa canina*, *Colchicum autumnale*, *Bromus sp sterilis*, *Anthemis monilicostata*, *Artemisia campestris*, *Teucrium polium*, *Asphodelus microcarpus*, *Convolvulus althoides*, *Senecio vulgaris*, *Salvia verbenaca*, *Taraxacum obovatum*.

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 zone d'Inoughissen, afin de protéger les zones boisées situées dans cette zone. L'utilisation de l'outil S.I.G 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 importante.

En outre, cette technique de cartographie est basée sur l'utilisation de l'indice de l'N.D.V.I qui est un bon indicateur du milieu, notamment le couvert forestiers et le risque d'incendie. En effet, cet indice nous a permet de déterminer les classes de risque d'incendie. Ainsi, trois 03 classes de risques ont été identifiées à savoir : (Faible 7.52% ; moyen 63.58 % ; élevé à très élevé 28.90%).

En fin, il est important de prendre en considération les résultats de notre inventaire dendrométrique, ainsi de nos observations effectuées sur terrain (richesse floristique), afin d'établir un plan de gestion qui vise l'amélioration et la protection de cette forêt de cèdre et genévrier thurifère. La carte de risque d'incendie qui a été établie dans le cadre de cette étude, sera utile pour l'élaboration d'un plan de gestion pour la lutte préventive contre le feu de forêt au niveau de cette zone forestière.

Références bibliographiques

Abdessemed K., 1984; Les problèmes de la dégradation des formations végétales dans l'Aurès (Algérie). Première partie: La dégradation, ses origines et ses conséquences. Forêt Méditerranéenne, VI (1): 19-26.

Adams R. P., 2014; Junipers of the world: the genus *Juniperus*. 4^{ème} édition, (Ed.)Trafford Publishing Co. Bloomington, IN. 415 P.

Ballais J.-L., E.B., 1989; « Aurès », In : Asarakae – Aurès, Aix-en-Provence, Edisud, 7 : 1066-1095.

Baret,F.,Guyot,G.1991 : Baret, GuyotPotentials and limits of vegetation indices for LAI and PAR assessment. Remote Sens. Environ., 35 (1991), pp. 161-173.

Benmostefa O., 2004–Evolution des ressources forestières de la foret Zariffet et proposition d'une clé de détermination des types de peuplements. Mém. Ing .Univ Tlemcen. 150p.

Beghami Y., Kalla M., Vela E., Thinon M. et Benmessaoud H., 2013. Le Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L.) dans les Aurès, Algérie : considérations générales, cartographie, écologie et groupements, *ecologia mediterranea*. 39 (1) : 25-28 Pp.

Bneder., 2008.-Rapport sur le schéma directeur d'aménagement. Wilaya de Batna.2008.

Bneder., 2014. Etude d'aménagement et de développement forestière de la forêt domaniale des Aurès, Wilaya de Batna, 9-48Pp

Blanco C.E., Casado G.M.A., Costa T.M., Escibano B.R., Garcia A.M., Genova F.M., Gomez M. A., Gomez M.F., Moreno S.J.C., Morla J.C., Regato P.P. et Sainz O.H. 1997. Sabinars y enebrales. In *Los bosques ibericos, una interpretacion geobotanica* – Ed. Planeta, 309-343.

Borel A. et Polidori J.L., 1983. Le Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L.) dans le Parc National du Mercantour (Alpes-Maritimes). Bulletin de la Société Botanique de France, Lettres botaniques, 130.

Boudy ,1948– Economie forestière de la Nord-africaine, Toumel, Milieu physique et humain,ed.Laros,PARIS .686p

Boudy P., 1952 ; Guide du forestier en Afrique du nord. (Ed.)Maison Rustique. Paris. 505P

Charras A., 1993. Quelques réflexions sur le Genévrier thurifère des Baronniees ou sur quelques subtilités dans le découpage des départements en 1970. *Gentiana*, Société Botanique Dauphinoise.

Dahmani., 1997–Le chêne vert en Algérie .Syntaxonomie, phytosociologie et dynamique des peuplements. Thèse doct. Es-science .Univ .Houari Boumediene .Alger .329p.

- Emberger L., 1942.** Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographique. Bull. Sc. Hist. Nat. Toulouse : 77, 97-124 Pp.
- Emberger L., 1955–** Une classification biogéographique des climats. Recueil. Travx .Lab.Géol.Zool. Fac.Sci. Montpellier .Pp :3-43
- Farjon A., 2005:** A monograph of Cupressaceae and Sciadopitys. (Ed.) Royal Botanic Gardens, Kew. Richmond, Surrey, UK. 643 P.
- Gauquelin T., Idrissi Hassani M. et Lebreton P., 1988b.** Le Genévrier thurifère, *Juniperus thurifera* L. (Cupressacées) : Analyse biométrique et biochimique ; Propositions systématiques. *Ecologia Medit.*, XIV (3/4) : 31-42 Pp.
- Girard, M. C. et Girard, C. M. 1999 :** Traitement des données de télédétection. DUNOD, Paris., 529 p.
- Greco J., 1966–** L'érosion, la défense et la restauration des sols, le reboisement en Algérie. Pub. Univ. Agr. Révolution Agraire. Algérie
- Guyot G., 1997–**Climatologie de l'environnement (de la plante à l'écosystème). Paris : Masson ,505 p
- 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.
- Halimi A., 1980–**L'Atlas Blidéen : climat et étages végétaux. Alger : O.P.U, 1980. 484 p
- Krenk.Kemp.2008:** Introduction," in Karen K. Kemp, ed., *Encyclopedia of Geographic Information Science* . Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2008. xxv and 558 p.
- Lapie Maige, 1914;** Flore forestière illustrée de l'Algérie. (Ed.) Paris. E. Orlhac Ed., 360 p.
- Lathuillère L., 1994.** Le Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L.). Monographie. Etude de la Thuriféraie de St-Crépin. Le Genévrier thurifère dans le Sud-Est de la France. Mémoire de fin d'études, ENGREF, 80-143 Pp.
- Lemoine-Sebastian C., 1968.** L'inflorescence femelle des Junipereae : ontogenèse, structure, phylogénèse. Travaux du Laboratoire Forestier de Toulouse, Faculté des Sciences, TOULOUSE, Tome 1, Volume VII, Article N°5, 456 p.
- Lestra L., 1921.** Contribution à l'étude du *Juniperus thurifera* var. gallica. Thèse doctorale, Université de Pharmacie de LYON, Ed. Guitard, TOULOUSE. 84 p.
- Lombardini, F. 2006 :** La typologie des suberaies varoises : un outil pour une rénovation forestière raisonnée (The typology of the Varoises cork oak stands: a tool for sustainable forest management). Office National des Forêts (ONF), Centre Régional de la Propriété Forestière de Provence-Alpes-Côte-d'Azur, 16 p.

- Mao K., Hao G., Liu J., Adams R. P., Milne R. I., 2010;** Diversification and biogeography of *Juniperus* (Cupressaceae): variable diversification rates and multiple intercontinental dispersals. *New Phytologist*, 188: 254–272.
- Montes N., 1999.** Potentialités, dynamique et gestion d'une formation arborée à genévrier thurifère (*Juniperus Thurifera* L.) Des atlas marocains: le cas de la vallée de l'Azzaden. Thèse de doctorat, université toulouse le mirail ; UFR Sciences-Economie-Société Département Géographie- Aménagement, 10-52 Pp.
- Ouhammou A., 1992.** La thuriféraie du bassin de l'Azzaden, un écosystème forestier montagnard, Actes des Premières Journées de l'Arbre, Fac. Sci. Semlalia,: 159 p.
- Ozenda P., 1954.** Observation sur la végétation d'une région semi-aride. Les Hauts plateaux du Sud algérien. *Pub. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 224-244 Pp.
- Parde, J.,Bouchon 1988 :** Dendrométrie. ENGREF. ISBN/ Réf. :: 9782857100256 .2ème édition., 328 p.
- Pardé, J. et Bouchon J. 1988.-** Dendrométrie. 2nd Edition., Ecole National du Génie Rural, des Eaux et Forêts, Nancy., 327.
- Rameau J.C., Manson D. et Dumé G., 1993.** Flore Forestière Française (Guide écologique illustré), Tome 2 : Montagnes. Ed. Inst. Pour le Développement Forestier, Paris et Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, Nancy, 241p.
- Romo A., Boratynski A., 2007;** Nomenclatural note on *Juniperus thurifera* subsp *africana* (Cupressaceae). *Ann. Bot. Fenn.*, 44: 72-75.
- Rondeux J., 1999.-** Les tarifs de cubage "peuplement" . *Rev. For. Fr.* LI - 5-1999. 605.
- Rouse J. W. , Haas, R. H., Schell, J. A., Deering, D. W., Harlan J. C. 1974:** Monitoring the vernal advancement and retrogradation (greenwave effect) of natural vegetation. NASA/GSFC Type III final report, Greenbelt, Maryland, 50 p.
- Ruiz Del Castillo J., Fernandez-Galiano E. et Garcia-Valdecantos J.L., 1999.** Productores optimos de estaquilla de *Juniperus thurifera* para la reproduccion agamica. Actes du colloque "Genévrier thurifère", 26 et 27 septembre 1997, Marignac (Haute-Garonne). Les Dossiers Forestiers, publications de l'ONF.
- Temagoult O., 1988;** Inventaire et répartition du Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L.).
- Zeraib A., Ramdani M., Boudjedjou L.- 2015.-** Typification de la thurifère Algérienne (*Juniperus thurifera* L.), 10/04/2015.