



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE ABOU BEKR BELIAID DE TLEMCEN

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

Département des ressources forestières

MEMOIRE Présenté par :

BELKHIR ZAKARYA

En vue de l'obtention du Diplôme de MASTER

Spécialité : Foresterie

Option : Aménagement et Gestion des forêts

Thème :

**ETUDE DES POSSIBILITES D'INTRODUCTION
DU SAPIN DE NUMIDIE (*Abies numidica*) DANS
LA REGION DE TLEMCEN**

Soutenu le /06/2022

Devant le jury composé de :

| | | | |
|--------------|----------------|------------|------------------------|
| Président | Mr BENCHERIF K | Professeur | Université de Tlemcen |
| Encadreur | Mr BELLIFA M | M.A.A | Université de Tlemcen. |
| Examinatrice | Mme MEDJAHDI A | Professeur | Université de Tlemcen |

Année universitaire 2021/2022

Remerciements

Arrivé au terme de ce travail, je ne peux m'empêcher d'avoir une pensée pour notre cher disparu **Mr BERRICHI Mohammed**, nous prions Dieu d'avoir pitié de lui et de donner patience à sa famille.

J'exprime ma profonde reconnaissance et tout ma gratitude à mon encadreur **Mr BELLIFA Mohammed**, qui a donné un sens à mon travail grâce à ses conseils et ses orientations significatives

Mes remerciements également à tous les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce mémoire

Ma reconnaissance à **Mr BENCHERIF Kada** Professeur au département des Ressources Forestières à l'Université de Tlemcen de m'avoir fait l'honneur de présider le jury de soutenance.

J'adresse ma gratitude également à **Madame MEDJAHDI- LETREUCHI BELAROUCI Assia** Professeur au département des Ressources Forestières à l'Université de Tlemcen d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Mes sincères remerciements à **Mr BOUHRAOUA Rachid Tarik**, Professeur au département des Ressources Forestières de l'Université de Tlemcen pour toute la documentation qu'il a bien voulu mettre à ma disposition.

Je tiens aussi à exprimer mes sincères remerciements à **Mr AINAD TABET Mustapha**. Maître de conférences à l'université de Tlemcen qui m'a aidé à la réalisation des analyses pédologiques, je lui suis pleinement reconnaissant.

Je remercie au fond de mon cœur mon collègue **Koïche I.** qui n'a pas hésité un moment à me venir en aide durant ces années passionnantes qui viennent de s'écouler.

A mes camarades de promotion et tous ceux qui m'ont aidé et encouragé pour l'élaboration de ce modeste travail.

Dédicaces

Je dédie mon travail A mes très chers parents en reconnaissance à leurs divers sacrifices, à leurs précieux conseils, à leurs soutiens moraux et à leurs encouragements, je les remercie du fond du cœur d'être présents pour moi, Que Dieu vous garde.

A mes précieuses sœurs : Fatima zohra, Salsabîle et Nour el houda.

ETUDE DES POSSIBILITES D'INTRODUCTION DU SAPIN DE NUMIDIE (*ABIES NUMIDICA*) DANS LA REGION DE TLEMCCEN.

Résumé

Le sapin de numidie (*Abies numidica*) se trouve dans l'état naturel uniquement dans les monts de Babors et Tababors, et cet endémisme lui confère une tout autre valeur, c'est un bien naturel rare qu'il faut conserver et protéger et le présent travail consiste à déterminer la possibilité d'introduction de cette espèce dans la forêt de Hafir et la forêt domaniale de Tlemcen.

La méthode de travail repose sur l'étude des caractéristiques des stations d'introduction (sol, topographie, climat et la végétation) et les comparer avec celles du milieu naturel du sapin de Numidie ainsi que rechercher des spécimens de cette espèce dans la région de Tlemcen et analyses son comportement dans le milieu.

Les résultats ont affirmé que la topographie, le sol, les températures, et même les formation végétale des station d'introduction sont capables de supporter le sapin de Numidie sans problèmes, néanmoins les précipitations dans la région de Tlemcen sont incapable de répondre aux besoins de sapin de Numidie, sa survie est encore possible dans les zones à compensation hydrique évidente, mais sa durabilité reste douteuse en raison des variation climatiques actuels, car les données bioclimatiques montrent que la nouvelle période (1975-2019) est nettement déficitaire par rapport à l'ancienne (1913-1938).

Mots clefs : *Abies numidica*, forêt domaniale Tlemcen, forêt de Hafir, introduction des espèces, climat.

دراسة إمكانات ادخال نوع التنوب النوميدي الى منطقة تلمسان.

المخلص

يتواجد التنوب النوميدي في حالته الطبيعية فقط في جبال بابور وتابابور بالجزائر، وهذا التوطن يعطيه قيمة مختلفة تمامًا، وهو مورد طبيعي نادر يجب حفظه وحمايته، ويتمثل العمل الحالي في تحديد إمكانية إدخال هذا النوع في غابة احفير والغابة الوطنية (تلمسان).

تستند طريقة العمل إلى دراسة خصائص الغابات المستقبلية (التربة، التضاريس، المناخ والغطاء النباتي) ومقارنتها بخصائص البيئة الطبيعية للتنوب النوميدي (جبال البابور)، وكذلك البحث عن عينات من اشجار التنوب النوميدي في منطقة تلمسان وتحليل تأقلمه مع البيئة.

وذكرت النتائج أن التضاريس والتربة ودرجات الحرارة وحتى تكوين النباتات لغابة احفير والغابة الوطنية (تلمسان) قادرة على استيعاب التنوب النوميدي دون مشاكل، ومع ذلك، فإن كمية الأمطار التي تهطل في المنطقة غير قادرة على تلبية احتياجات التنوب النوميدي، ومع ان نجاحها يبقى ممكنا في المناطق ذات خاصية التعويض عن المياه، لكن نجاحها لا تزال محل شك بسبب التغييرات المناخية الحالية، حيث تُظهر البيانات المناخية أن الفترة الجديدة تعاني من عجز واضح في التساقطات مقارنة بالفترة القديمة

الكلمات المفتاحية التنوب النوميدي – الغابة الوطنية تلمسان - غابة احفير – ادخال الأنواع – المناخ

STUDY OF THE POSSIBILITIES OF INTRODUCTION OF THE NUMIDIAN FIR (*ABIES NUMIDICA*) IN THE REGION OF TLEMCCEN.

Abstract

The numidian fir (*Abies numidica*) is found in its natural state only in the mountains of Babors and Tababors, and this endemism gives it a completely different value, it is a rare natural asset that must be preserved and protected. This work consists in determining the possibility of the introduction of this specie in the forest of Hafir and the national forest of Tlemccen.

The methodology is based on the study of the characteristics of the introduction stations (soil, topography, climate and vegetation) and comparing them with those of the natural environment of the numidian fir as well as looking for specimens of this specie in the region of Tlemccen and analyzes its behavior in the new environment.

The results affirmed that the topography, the soil, the temperatures and even the floristic procession of the introduction stations are able to support the numidian fir without problems, nevertheless the rainfall in the region of Tlemccen is unable to meet the needs of the numidian fir. Its survival is still possible in areas with evident water compensation, but its sustainability remains doubtful due to the current climatic variations, because bioclimatic data shows that the new period (1975-2019) is clearly deficient compared to the old one (1913-1938).

Key Words: *Abies numidica*, national forest of Tlemccen, forest of Hafir, introduction of species, climat.

Sommaire

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCTION GENERALE..... | 1 |
| CHAPITRE 1 : PRESENTATION DU GENRE ABIES ET MONOGRAPHIE DE L'ESPECE ABIES NUMIDICA DE LANNOY | 3 |
| 1 LES SAPINS DANS LE MONDE :..... | 3 |
| 2 LES SAPINS MEDITERRANEENS :..... | 3 |
| 2.1 REPARTITION GEOGRAPHIQUE : | 3 |
| 2.2 EXIGENCES ECOLOGIQUES :..... | 5 |
| 2.2.1 Climat :..... | 5 |
| 2.2.2 Sol : | 6 |
| 2.2.3 Altitude :..... | 7 |
| 3 LE SAPIN DE NUMIDIE (ABIES NUMIDICA DE LANNOY) | 9 |
| 3.1 SYSTEMATIQUE :..... | 9 |
| 3.2 APPELLATION : | 9 |
| 3.3 DECOUVERTE :..... | 10 |
| 3.4 AIR DE REPARTITION :..... | 10 |
| 3.4.1 Aire naturelle :..... | 10 |
| 3.4.2 Aire artificielle et plantation : | 10 |
| 3.5 VEGETATION : | 11 |
| 3.6 CARACTERES BOTANIQUES :..... | 12 |
| 3.7 EXIGENCES ECOLOGIQUES :..... | 13 |
| 3.7.1 Exigences climatiques :..... | 13 |
| 3.7.2 Exigences édaphiques : | 14 |
| 3.7.3 Exigences altitudinales :..... | 15 |
| 3.8 LES ENNEMIES D'ABIES NUMIDICA :..... | 15 |
| CHAPITRE 2 : ETUDE DE MILIEU PHYSIQUE..... | 16 |
| 1 MILIEU PHYSIQUE : | 16 |
| 2 CADRE GEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE : | 17 |

| | | |
|--------------------------|--|-----------|
| 2.1 | LA FORET DE HAFIR :..... | 17 |
| 2.2 | FORET DOMANIALE DE TLEMCEN :..... | 19 |
| 3 | L'OROGRAPHIE :..... | 20 |
| 3.1 | PENTES :..... | 20 |
| 3.2 | EXPOSITIONS :..... | 21 |
| 3.3 | ALTITUDE :..... | 22 |
| 4 | LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE | 24 |
| <input type="checkbox"/> | FORET DOMANIALE DE TLEMCEN :..... | 24 |
| <input type="checkbox"/> | FORET DE HAFIR :..... | 24 |
| 5 | RESSOURCES SOUTERRAINES : | 26 |
| 6 | LA GEOLOGIE :..... | 26 |
| 6.1 | LES GRES DE BOUMEDIENE :..... | 27 |
| 6.2 | LES DOLOMIES DE TLEMCEN :..... | 27 |
| 6.3 | LES DOLOMIES DE TERNI :..... | 27 |
| 6.4 | LES MARNO-CALCAIRE DE RAOURAI :..... | 27 |
| 7 | PEDOLOGIE : | 28 |
| 8 | VEGETATION :..... | 30 |
| <input type="checkbox"/> | FORET DOMANIALE DE TLEMCEN :..... | 30 |
| <input type="checkbox"/> | FORET DE HAFIR :..... | 30 |
| 9 | LA FAUNE :..... | 31 |
| 10 | CLIMAT : | 31 |
| 10.1 | PRECIPITATION :..... | 32 |
| 10.2 | REGIME PLUVIOMETRIQUE :..... | 34 |
| 10.2.1 | Répartition annuelle de la pluviométrie :..... | 34 |
| 10.2.2 | Répartition mensuelle moyenne des précipitations :..... | 35 |
| 10.3 | TEMPERATURES :..... | 41 |
| 10.3.1 | Températures moyennes mensuelles et annuelles..... | 42 |
| 10.3.1.1 | Température moyenne des maxima du mois le plus chaud « M » :..... | 42 |
| 10.3.1.2 | Température moyenne des « minima » du mois le plus froids «m»..... | 43 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 10.3.1.3 | Quotient pluvio-thermique d'EMBERGER (1952)..... | 43 |
| 10.4 | AUTRES PARAMETRES CLIMATIQUES :..... | 45 |
| 10.4.1 | Neige :..... | 45 |
| 10.4.2 | Grêle :..... | 45 |
| 10.4.3 | Gellée | 46 |
| 10.4.4 | Humidité..... | 46 |
| 10.4.5 | Brouillard : | 46 |
| 10.4.6 | Vent :..... | 46 |
| CHAPITRE 03 : MATERIELS ET METHODES | | 47 |
| 1 | OBJECTIF DE L'ETUDE : | 47 |
| 2 | CHOIX DE LA ZONE D'ETUDE : | 47 |
| 3 | METHODE D'ETUDE SUR LE TERRAIN : | 48 |
| 3.1 | L'INVENTAIRE FLORISTIQUE : | 48 |
| 3.2 | RECHERCHE DES SPECIMENS DU SAPIN DANS LA REGION DE TLEMCEN : | 48 |
| 3.3 | MATERIEL UTILISER : | 50 |
| 4 | ANALYSES PEDOLOGIQUES : | 51 |
| 4.1 | PREPARATION DES ECHANTILLONS : | 51 |
| 4.2 | MESURE DU PH :..... | 52 |
| 4.3 | ANALYSE GRANULOMETRIQUE (METHODE CASAGRANDE) :..... | 53 |
| 4.4 | DETERMINATION DE LA COULEUR :..... | 53 |
| 4.5 | MATERIEL UTILISER :..... | 54 |
| CHAPITRE 04 : RESULTATS ET DISCUSSION | | 55 |
| 1 | LES SPECIMENS D'ABIES NUMIDICA DANS LA REGION DE TLEMCEN : | |
| | 55 | |
| 1.1 | STATION DE TMSADART : | 55 |
| 1.1.1 | Inventaire floristique :..... | 56 |
| 1.1.2 | Mesures dendrométriques :..... | 57 |
| 1.2 | STATION DE BIROUANA :..... | 58 |
| 1.2.1 | Inventaire floristique :..... | 59 |
| 1.2.2 | Mesures des branches : | 60 |

| | |
|---|-----------|
| 1.2.3 Comparaison des Croissance :..... | 60 |
| 2 STATIONS D'INTRODUCTION..... | 62 |
| 2.1 FORET DE HAFIR :..... | 62 |
| 2.1.1.1 Etude pédologique :..... | 62 |
| 2.1.1.2 Relevé floristique :..... | 67 |
| 2.1.2 Forêt domaniale :..... | 68 |
| 2.1.2.1 Relevé floristique :..... | 68 |
| 3 COMPARAISON..... | 69 |
| 4 DISCUSSION : | 71 |
| CONCLUSION GENERALE..... | 73 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES..... | 75 |

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1 - Aire de répartition des sapins méditerranéens. | 4 |
| Figure 2 - Situations altitudinales des sapinières circum-méditerranéennes..... | 8 |
| Figure 3 - Situation géographique de la forêt de Hafir..... | 18 |
| Figure 4 - Localisation de la forêt domaniale de Tlemcen | 20 |
| Figure 5 - La carte des pentes du parc national de Tlemcen..... | 21 |
| Figure 6 - Carte d'expositions du Parc National de Tlemcen..... | 22 |
| Figure 7 - Carte Hypsométrique du parc national de Tlemcen..... | 23 |
| Figure 8 - Carte Hypsométrique du parc national de Tlemcen..... | 24 |
| Figure 9 - Carte du réseau hydrographique des Monts de Tlemcen. | 25 |
| Figure 11- Série litho-stratigraphique des Monts de Tlemcen..... | 28 |
| Figure 12 - Carte climatique de la région de Tlemcen | 33 |
| Figure 13 - Variation des précipitations mensuelles (Nouvelle période : 1975-2019) ... | 36 |
| Figure 14 - Variation des précipitations mensuelles (Ancienne période : 1913-1938). .. | 36 |
| Figure 15 - Variations des précipitations mensuelles dans les stations de Mefrouche et Beni-Bahdel | 37 |
| Figure 16 - Diagrammes ombro-thermiques de Bagnouls et Gaussen..... | 40 |
| Figure 17 - Climagramme pluviothermique du quotient (Q2) d'EMBERGER (1952). .. | 44 |
| Figure 18 - Courbe de longueur des branches..... | 60 |
| Figure 19 - Graph comparatif des croissances des sujets de Timsadart et Birouana..... | 61 |
| Figure 20 - Texture de l'horizon A (Echantillon 2) | 65 |
| Figure 21 - Texture de l'horizon A (Echantillon 1) | 65 |
| Figure 22 - Texture de l'horizon B (Echantillon 2) | 65 |
| Figure 23 - Texture de l'horizon B (Echantillon 1) | 65 |
| Figure 24 - Texture de l'horizon cca-a (Echantillon 1)..... | 65 |
| Figure 25 - Texture de l'horizon cca-a (Echantillon 2)..... | 65 |
| Figure 26 - Evolution de degré de pH en fonction de la profondeur (échantillon 1)..... | 66 |
| Figure 27 - Evolution de degré de pH en fonction de la profondeur (échantillon 2)..... | 66 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1 - Situation bioclimatique des sapinières circumméditerranéennes. | 6 |
| Tableau 2 - Superficies des cantons de la forêt de Hafir. | 18 |
| Tableau 3 - Données générales sur les cantons de FDT. | 19 |
| Tableau 4 - Répartition annuelle de la pluviométrie | 34 |
| Tableau 5 - Données géographiques des stations météorologiques. | 37 |
| Tableau 6 - Moyennes mensuelles des précipitations et des températures (Ancienne période : 1913-1938) | 38 |
| Tableau 7 - Moyennes mensuelles des précipitations et des températures (Nouvelle période : 1975-2019). | 38 |
| Tableau 8 - Moyennes des minimas et maximas (Ancienne période : 1913-1938) | 39 |
| Tableau 9 - Moyennes des minima et maxima (nouvelle période : 1975-2019). | 39 |
| Tableau 10 - Quotients pluvio-thermiques d'EMBERGER (1952). | 44 |
| Tableau 11 - Résultat du relevé floristique dans les alentours de la pépinière..... | 56 |
| Tableau 12 - Les dimensions des sapins morts | 57 |
| Tableau 13 - Résultat du relevé floristique sous le sapin à Birouana | 59 |
| Tableau 14 - Résultats des analyses du sol (échantillon 1)..... | 63 |
| Tableau 15 - Résultats des analyses du sol (échantillon 2)..... | 64 |
| Tableau 16 - Résultat du relevé floristique dans la forêt de Hafir | 67 |
| Tableau 17 - Résultat du relevé floristique dans la forêt domaniale de Tlemcen..... | 68 |
| Tableau 18 - Comparaison entre l'air naturel et les zones d'études..... | 71 |

Liste des photos

| | |
|---|----|
| Photo 1 - Abies numidica sur le mont Babor en Algérie..... | 14 |
| Photo 3 - Mètre ruban | 50 |
| Photo 6 - Croix de bucheron..... | 50 |
| Photo 2 - Altimètre..... | 50 |
| Photo 7 - Mètre ruban | 50 |
| Photo 4 - GPS | 50 |
| Photo 5 - Hcl..... | 50 |
| Photo 10 - Etuve..... | 54 |
| Photo 9 - plaque chauffante agitatrice | 54 |
| Photo 8 - Eprouvette..... | 54 |
| Photo 11- Eau distillée | 54 |
| Photo 13- Densimètre..... | 54 |
| Photo 12 - pH metre | 54 |
| Photo 15 - Hexametaphosphate de sodium..... | 54 |
| Photo 14 - Tamis | 54 |
| Photo 16 - Sapin de Numidie mort dans la pépinière de Timsedart..... | 55 |
| Photo 17 - Densité de plantation des sapins et les arbres en voisinage..... | 57 |
| Photo 19 - Fructification du sapin de Birouana en 2021. | 58 |
| Photo 18 - Distance entre le sapin (sujet de Birouana) et les arbres qui l'entourent..... | 58 |
| Photo 20 - Les jeunes plants de sapin au niveau du parc de Hafir..... | 61 |

Liste des Abréviations

A.N.A.T : Agence Nationale d'Aménagement du Territoire

C. F.T: Conservation des Forêts de Tlemcen

°C : Degré Celsius

DGF : direction générale des forêts

FD : Forêt domaniale

Ha : hectare

% : Pourcentage.

P (mm) : précipitations en millimètre

P.N.T : Parc National de Tlemcen.

Q2 : Quotient pluviothermique d'Emberger

T(C°) : Température en degrés Celsius

Introduction générale

Introduction générale

Le genre *Abies* est présent sur tout le pourtour méditerranéen et constitue un ensemble d'une dizaine d'espèces d'importance très variable.

La flore algérienne est pour sa part très diversifiée en taxa, car elle présente d'importants groupes floristiques. Cette biodiversité est vulnérable en raison notamment des facteurs de dégradation naturels et anthropiques. Plusieurs espèces sont menacées de disparition telle que le cyprès du Tassili, le pin Noir, le genévrier Thurifère et le sapin de Numidie (UICN, 2008).

Les écosystèmes forestiers en Algérie occupent plus de 4 millions d'hectares (toutes formations forestières confondues) où les formations dégradées représentent plus de 3 millions d'hectares qu'il faut aménager pour préserver dans un premier temps leur durabilité.

Abies numidica De Lannoy est l'une des espèces forestières endémiques des monts des Babors et Tababors en Algérie, où elle constitue l'unique peuplement du pourtour méditerranéen. Cette espèce est classée par l'Union International pour la Conservation de la Nature dans la liste des plantes rares et menacées de disparition à moyen terme (UICN, 2008). C'est une espèce exceptionnelle, offrant indéniablement un intérêt scientifique dans la biodiversité de la flore naturelle, un intérêt sylvicole et forestier par la qualité de son bois et phytosanitaire par l'huile essentielle de ses aiguilles, offrant à cette espèce un pouvoir antibactérien sur certaines souches bactériennes pathogènes (Tlili-Ait Kaki, 2013).

La forêt des Babors conserve quelques parties relativement vierges où les arbres multi-centenaires de sapin meurent sur pied. Se trouvant uniquement dans la forêt du mont des Babors, cet endémisme lui confère une tout autre valeur, c'est un bien naturel rare qu'il faut conserver et protéger pour lui éviter de compter parmi les espèces disparues (Tlili-Ait Kaki, 2013).

Pour conserver cette ressource nécessite indéniablement la création de plantations, d'arboretums et de banque de semences.

A titre expérimental, le sapin de Numidie a été introduit dans plusieurs plantations en Algérie et même en dehors de son aire d'origine notamment en Europe. Certaines de ces introductions telles que la plantation de Serraidi à Annaba et Merdja à Blida, semblent donner des résultats intéressants du point de vue production et fructification.

Dans le présent travail, nous avons étudié les possibilités d'introduction du sapin de Numidie dans la région de Tlemcen dans le but de préserver cette essence avec toutes ces intérêts qu'elle offre.

Chapitre 1 :
Présentation du genre
Abies et monographie de
l'espèce Abies numidica
De Lannoy

1 Les sapins dans le monde :

D'après Xiang *et al* (2007), Le genre *Abies* est le deuxième plus grand genre de Pinaceae, qui compte environ 52 espèces dispersées dans le monde. Les plantes *Abies* sont des espèces clés dans la forêt sombre de conifères de l'hémisphère nord. La plupart des espèces se trouvent dans la zone tempérée, et quelques-unes d'entre elles dans les hautes montagnes des régions subtropicales.

Wu (1991) et Xiang *et al* (2007), note qu'il y a maintenant 52 espèces, une sous-espèce et 12 variétés d'*Abies* dans le monde, qui appartiennent à la répartition tempérée de l'hémisphère nord. La plupart des espèces se distribuent en Asie, en Europe et en Amérique du Nord, et très peu en Afrique du nord.

2 Les sapins méditerranéens :

Selon Quezel (1998), les sapins dans le méditerranés sont représentés en principe par six espèces (sans tenir compte ici d'*Abies tazaotana*, Cozar et d'*Abies pardei*, Gausson insuffisamment connus). Parmi celles-ci, il est possible de distinguer encore deux séries : les sapins à aiguilles aiguës qui réunit *Abies pinsapo*, Boiss., *Abies maroccana*, Trab. Et *Abies cephalonica*, Loudon. Et ceux à aiguilles émarginées ou obtuses qui englobent *Abies numidica*, De Lannoy, *Abies nebrodensis* (Lojac) Mattei et *Abies cilicica* (Ant. Et Kotschy) Carr. Les sapins à aiguilles aiguës, dont le caractère méditerranéen est très accusé sur le plan écologique, sont localisés de part et d'autre du détroit de Gibraltar et en Grèce méridionale.

2.1 Répartition géographique :

Les Sapins sont représentés sur le pourtour de la Méditerranée par plusieurs ensembles d'espèces :

- les sapins méditerranéens proprement dits ;

Chapitre 01 : Présentation du genre *Abies* et monographie de l'espèce *Abies numidica* De Lannoy

- les sapins nord anatoliens ou pontiques ;

- le sapin blanc qui pénètre plus ou moins profondément dans certaines portions de la région méditerranéenne ;

Et le sapin du Roi Boris, *Abies borisii* regis Mattf. De Grèce centro-septentrionale et de Macédoine, qui est considéré comme constitué par des populations hybridées et introgressées entre *Abies cephalonica* et *Abies alba* (Quezel,1998).

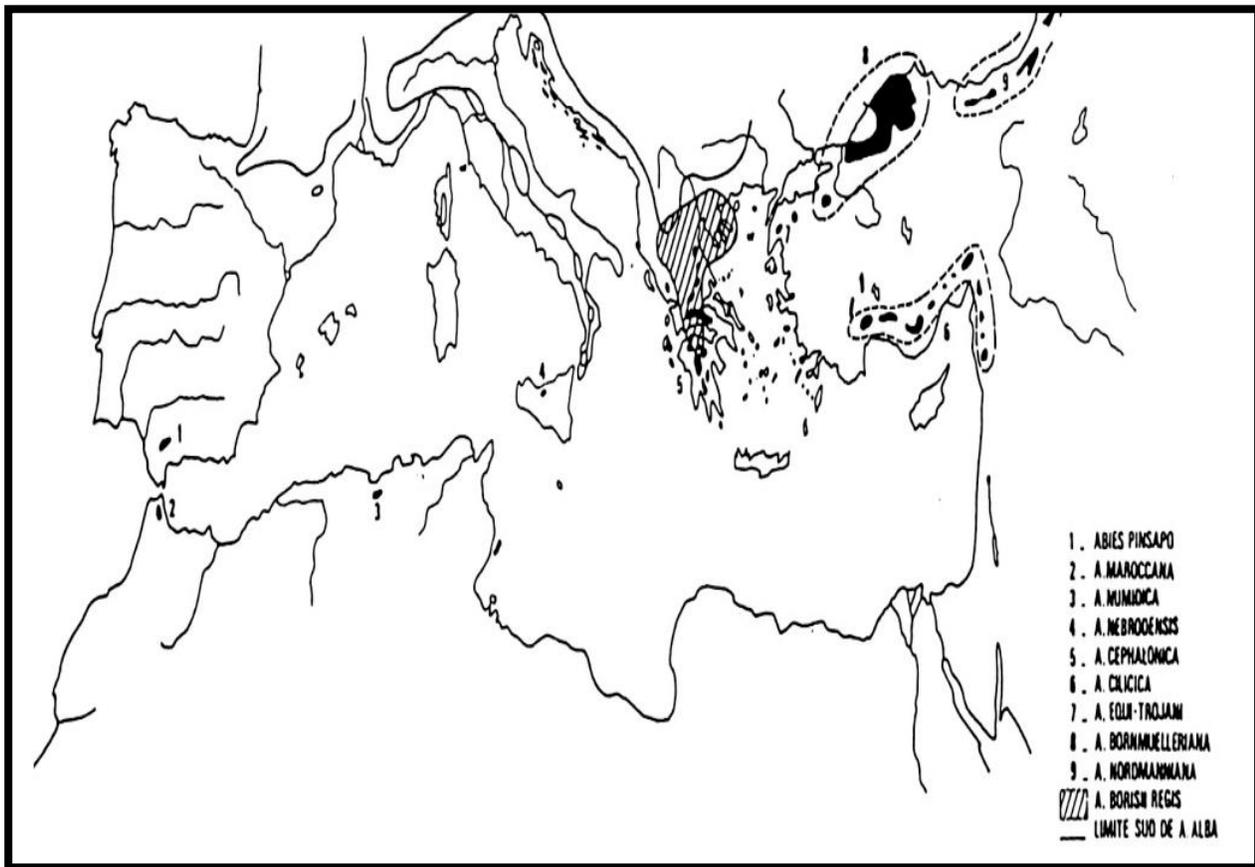


Figure 1-Aire de répartition des sapins méditerranéens (Quezel, 1998).

En considération des données paléobotaniques, l'idée d'une répartition d'un ancêtre commun des espèces d'*Abies* avant l'ouverture du détroit de Gibraltar, serait très probable. La rupture de la continuité de l'aire de distribution aurait provoqué une

Chapitre 01 : Présentation du genre *Abies* et monographie de l'espèce *Abies numidica* De Lannoy

évolution indépendante et les espèces locales se sont formées en altérant leurs caractéristiques originelles (Barbey, 1934 in Illoul,2016).

2.2 Exigences écologiques :

2.2.1 Climat :

Les Sapins méditerranéens sont très exigeants du point de vue hydrique, et semblaient plus ou moins circonscrite en bioclimat humide, voire per humide, c'est-à-dire qu'ils réclament dans leurs peuplements naturels des précipitations annuelles moyennes supérieures à 1000 mm, par contre du point de vue thermique, ils sont nettement plus plastiques, du moins certains d'entre eux (Quezel,1998).

Les observations de Quezel (1998), selon les critères bioclimatiques classiques (Bagnoul et Gausson 1953, Penman 1948, etc....) ont rendu possible de proposer les valeurs approximatives de la résistance de sécheresse suivantes pour les diverses espèces, tenant compte de la plasticité écologique et climatique de certaines d'entre elles :

Abies cephalonica : de 1 à 5 mois,

Abies pinsapo : de 1 à 4 mois,

Abies maroccana : de 1 à 4 mois,

Abies numidica : de 1 à 3 mois,

Abies cilicica : de 1 à 3 mois,

A. equi-trojani, *A. bornmuelleriana* et *A. nordmanniana* : de 0 à 2 mois,

A. alba (races medit.) et *A. nebrodensis* : de 0 à 1 mois.

Chapitre 01 : Présentation du genre *Abies* et monographie de l'espèce *Abies numidica* De Lannoy

| | Sub-humide | | | | Humide (inclus perhumide) | | | |
|----------------------------------|------------|-------|-------|------------|---------------------------|-------|-------|------------|
| | Tempéré | Frais | Froid | Très froid | Tempéré | Frais | Froid | Très froid |
| <i>Abies alba</i> | | | | | | | + | + |
| <i>Abies alba</i> (races médit.) | | | | | | + | | |
| <i>Abies bornmuelleriana</i> | | | | | | | + | (+) |
| <i>Abies equi-trojani</i> | | | | | | | + | |
| <i>Abies borisii-regis</i> | | | (+) | | | (+) | + | (+) |
| <i>Abies nebrodensis</i> | | | | | | | + | |
| <i>Abies cephalonica</i> | | + | + | (+) | (+) | + | + | (+) |
| <i>Abies cilicica</i> | | | + | (+) | | + | + | (+) |
| <i>Abies pinsapo</i> | | | | | | + | + | |
| <i>Abies numidica</i> | | | | | | | + | |
| <i>Abies maroccana</i> | | | | | | + | + | |

Tableau 1-Situation bioclimatique des sapinières circumméditerranéennes (Quezel, 1998).

2.2.2 Sol :

Selon Colombet (1988), Les limites de l'aire naturelle des sapins ne correspondent pas à des variations de la roche mère. Ils sont généralement indifférents à la nature de la roche mère, donc ils poussent sur des substrats de type variés : calcaires, marnes, schistes, roches éruptives et grès.

A. Maroccana, *A. numidica*, *A. cephalonica*, *A. pinsapo* et *A. cilicica* sont largement préférentiels de substrat calcaire-dolomitique notamment sur les reliefs karstifiés. Les Sapins Nord anatoliens se développent sur des substrats non calcaires (schistes, gneiss, rhyolites) en particulier. *A. alba*, en région méditerranéenne est exclusif au substrats calcaires et calcaire-dolomitiques alors que *A. borisi regis* préfère les flysch.

Chapitre 01 : Présentation du genre *Abies* et monographie de l'espèce *Abies numidica* De Lannoy

Les Sapins aiment les sols superficiels bien alimentés en eau ou suffisamment fissurés. Par contre ils craignent les sols compacts surtout s'ils ont tendance à être mouilleux (Colombet, 1988 in Hachi-illoul,2016).

2.2.3 Altitude :

Les Sapins méditerranéens à aiguilles aiguës ont une plasticité altitudinale particulièrement remarquable, à titre d'exemple *Abies cephalonica* apparait entre 600-700 m, et peut s'élever jusqu'à 2000-2300 m d'altitude (Barbero et Quezel, 1976) ;

Par contre, Les sapins méditerranéens à aiguilles obtuses sont beaucoup plus exigeants du point de vue altitudinal, et ne descendent guère au-dessous de 1500 m.

Les sapins pontiques du moins dans leurs peuplements des marges bioclimatiques méditerranéennes, c'est-à-dire sur le revers méridional des chaînes pontiques ne sortent guère eux non plus de l'étage montagnard méditerranéen puisqu'ils sont localisés au-dessus de 1300-1400 m. Par contre, en zone pontique, *Abies bornmuelleriana* en particulier peut descendre jusqu'au bord de la mer (Quezel, Barbero et Akman, 1980, Mayer, 1984).

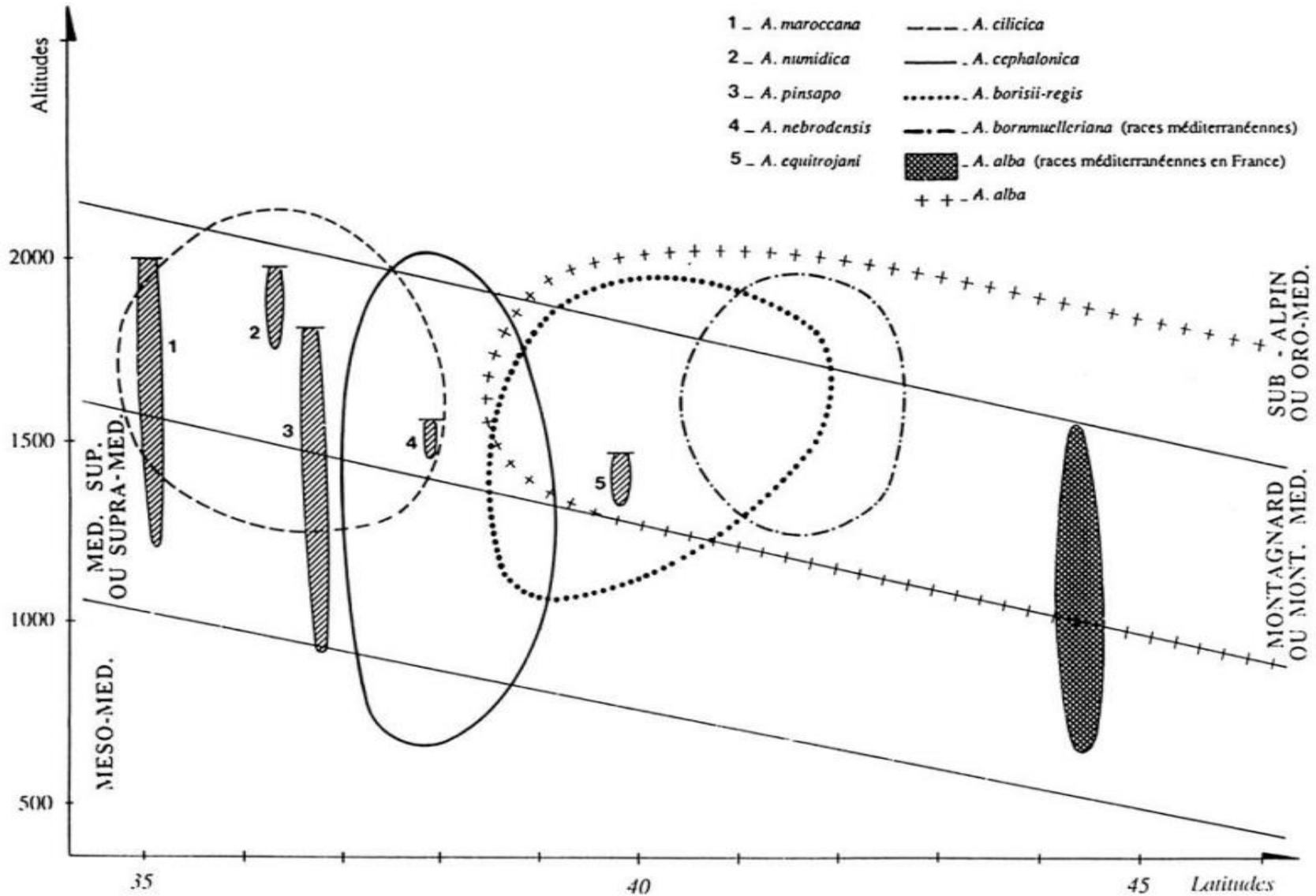


Figure 2-Situations altitudinales des sapinières circum-méditerranéennes (Quezel,1998).

3 Le Sapin de Numidie (*Abies numidica* De Lannoy)

3.1 Systematique :

Classification scientifique de *Abies numidica* (Quezel et Santa, 1963)

Règne : Plantae ;

Sous-règne : Tracheobionta ;

Division : Coniferophyta ;

Classe : Pinopsida ;

Ordre : Pinales ;

Famille : Pinaceae ;

Genre : *Abies* ;

Espèce : *Abies numidica*.

3.2 Appellation :

Abies numidica est communément appelé : sapin de Kabylie, sapin d'Algérie, sapin de Numidie et sapin des Babors. Les dendrologues et les botanistes ont désigné ce sapin sous diverses appellations dont : *A. numidica* De Lann, *A. pinsapo baborensis* Cosson, *A. numidica glauca* Hort, *Abies baborensis* Letourneux, *A. numidiensis* Alphand, *A. numidica aurea* Blaringhen, *Picea numidica* Gordon, *Pinus baborensis* Mac Nab, *Pinus pinsapo* Parlatore et *Pinus baborensis* Voss (Barbey, 1934 in Illoul, 2016).

3.3 Découverte :

Le sapin de Numidie a été découvert en 1861 sur les montagnes des Babors dans l'est algérien par le capitaine Deguilbert. Letourneux et Cosson considèrent ce sapin comme une variété des sapins espagnols, donc il a été appelé *Abies pinsapobaborensis*. En 1861, De Lannoy décrit pour la première fois ce sapin, d'où l'appellation *A. numidica* De Lannoy mais la publication valide était par Élie Abel Carrière en 1866 (Barbey 1934, in Hachi-illoul,2016).

3.4 Air de répartition :

3.4.1 Aire naturelle :

Le sapin de Numidie (*Abies numidica* de Lannoy) est une essence forestière endémique de l'Algérie, il a une aire de répartition restreinte dans le massif des Babors, en Kabylie orientale, entre 100 et 2000 m d'altitude, dans l'étage montagnard humide, d'après Kolai (1986) il couvre une superficie de 300 ha et Au Tababors, on ne compte que quelques pieds.

3.4.2 Aire artificielle et plantation :

Abies numidica a été planté en dehors de son air naturel en Algérie notamment dans l'arboretums el Merdja (blida), l'arboretum de Djbel Ouahch (Constantine) et la forêt de Serraidi (Annaba).

Généralement le sapin de Numidie n'est pas utilisé dans les opérations de reboisement en Algérie, sauf quelques tentatives timides dans les forêts de l'est et centre du pays, Selon Illoul (2016), il semble donner des résultats forts intéressants en termes de productivité et production de semences, particulièrement la forêt de Serraidi à Annaba, cette espèce fructifie avec une régénération naturelle qui semble s'installer progressivement.

Dans l'arboretum de Djbel Ouahch dans l'aire du Chêne liège, l'accroissement moyen annuel du sapin de Numidie est de 5.28 m³/ha/an (Hadjadj,1986 in Hachi-illoul,2016).

Chapitre 01 : Présentation du genre *Abies* et monographie de l'espèce *Abies numidica* De Lannoy

Guy albert et *al* (1976) note que le sapin de Numidie est selon les espèces qui donnent toute satisfaction dans les ptéridaies exposées au nord d'arboretum el Merdja ou il trouve les meilleures conditions écologiques.

Selon les mêmes auteurs, *Abies numidica* montre encore un bon comportement aux expositions sud et ouest, dans la mesure où les plantations sont faites dans les fonds de vallons.

Des introductions ont également été effectuées en France dans certains arboretums en 1861 (Parde, 1937 et Callen, 1976).

Les premières graines furent envoyées en France en 1862 par M. Davout, officier forestier ; et un autre ravitaillement et six jeunes plants furent expédiés en 1864 par M. de Lannoy' (Elwes & Henry 1906–1913). Les plantes issues de ces lots de semences ont dû être à l'origine des premiers arbres plantés dans des collections, non seulement en France, mais probablement dans d'autres pays européens aussi, car l'espèce est arrivée en Angleterre dès 1865 (Jacobson, 1996) et a été plantée à Pampisford, Cambridgeshire, seulement deux ans plus tard (Mitchell, 1972).

3.5 Végétation :

Même dans son aire d'origine, le sapin de Numidie ne se trouve pas seule, la sapinière pure n'existe pas, donc il est toujours mélangé avec d'autres résineux (Cèdre de l'Atlas et l'if) et avec d'autres feuillus (Chêne zeen, Tremble, Erable et Houx).

Les résultats d'analyse phytosociologique de kolai (1990), montrer qu'il y a une association à *Abies numidica* et *Asperula odorata* définie par les espèces suivantes : *Abies numidica*, *Calamintha baborensis*, *Galium rotundifolium*, *Asperula odorata* et *Taxus baccata*, cette association est considéré comme un climax unique.

Le sapin de Numidie dans son aire d'origine se trouve dans une structure déterminée avec trois strates bien distinctes :

Chapitre 01 : Présentation du genre *Abies* et monographie de l'espèce *Abies numidica* De Lannoy

-Une strate arborescente avec un taux de recouvrement très élevé, les arbres de Sapin et Cèdre de l'Atlas peuvent atteindre six mètres et parfois plus de circonférence et une hauteur maximale de 22 m pour le Sapin et 30 m pour le Cèdre ;

- une strate arbustive également très dense pouvant atteindre parfois plus de 90 pourcents de taux de recouvrement où il y a une bonne régénération de Sapin et Cèdre ;

-une strate herbacée bien représentée avec *Asperula odorata* et *Calamintha baborensis* (kolai ,1990).

3.6 Caractères botaniques :

Le sapin de Numidie est un arbre à forme conique dans le jeune âge puis il devient tabulaire, très caractéristique quand il est âgé, il peut atteindre une hauteur de 25-30 m, le feuillage est dense, persistant et touffu, les branches sont incurvées et retombantes.

- Le tronc : revêtu d'une écorce cendrée ou gris rosé, plutôt lisse chez les jeunes plantes, devenant plus rugueuses et découpées en plaques circulaires à mesure que l'arbre mûrit ;
- Les ramifications : verticillées, denses, partent horizontalement du tronc et le divisent souvent à une faible hauteur, de couleur vert olive ou brun, faiblement sillonné presque glabre ;
- Les feuilles : sont en forme d'aiguilles et elles sont de deux types :

- Les aiguilles des rameaux stériles, mesurant de 15 à 25 mm de long et environ 2 à 3mm de large sur 1mm d'épaisseur, elles sont disposées en demi-écouvillon, laissant les parties inférieures du rameau dégagées ainsi d'un écouvillon en forme de « V » au-dessus, elles sont droites, épaisses avec une extrémité variable généralement pointue mais parfois légèrement échancrée, en particulier sur les pousses à croissance lente des arbres les plus âgés, les aiguilles sont de couleur vert foncé brillant avec une tache de stomates blanc

Chapitre 01 : Présentation du genre *Abies* et monographie de l'espèce *Abies numidica* De Lannoy

verdâtre près de la pointe au-dessus et avec deux bandes de stomates blanc verdâtre en dessous.

- Aiguilles des rameaux fertiles disposées en brosse, relevées et épaisses ;

- Les cônes : cylindriques et oblongues de couleur verte glauque avec une teinte rose ou violette, brun mûrissant, de 10 à 20 cm de longue et 4 à 6cm de large, composés d'environ 150 à 200 écailles, chaque écaille avec une courte bractée (non visible sur le cône fermé) et deux graines ailées qui se désagrègent à maturité pour libérer les graines, laissant sur l'arbre l'axe principal du cône appelé « rachis » ;
- Les bourgeons : gros, ovoïdes, ou globuleux-coniques avec un sommet pointu rouge pâle à brun foncé et sans résine ou recouvert d'une fine couche de résine ;
- Les graines : obovales-ovoïdes et ailé, de 12mm de long et l'aile est de 18 mm de long.

3.7 Exigences écologiques :

3.7.1 Exigences climatiques :

Comme la majorité des sapins méditerranéens, *Abies numidica* est très exigeant du point de vue hydrique, il occupe les étages bioclimatiques humide et perhumide avec des précipitations importantes entre 800 mm et 2000 mm, dans les monts Babors (l'aire naturelle du sapin de Numidie) La moyenne des températures minimales quotidiennes du mois le plus froid (m), varie entre - 2,2 et 1,5 °C. Celle des températures maximales quotidiennes du mois le plus chaud (M) se situe entre 25,8 et 29,1 °C.

Selon Aussenac (2002) *Abies numidica* avec *Abies pinsapo* et *Abies cephalonica* montrent les signes de dommages causés par le gel (fissure de gel) lorsque la température descend en dessous de -15 °C, alors que les autres espèces de sapin peuvent supporter des températures allant jusqu'à -30 °C.

Chapitre 01 : Présentation du genre *Abies* et monographie de l'espèce *Abies numidica* De Lannoy

(Duckrey, 1998) précise qu'*A. numidica* et *A. nordmanniana* débourrent tardivement donc ils sont très peu sensibles aux gelées tardives de fin de printemps.

A. numidica et *A. cilicica* sont les espèces les plus résistantes à la sécheresse parmi les sapins méditerranéens (Debazac, 1964).



Photo 1 - *Abies numidica* sur le mont Babor en Algérie (Benfatta, 2022)

3.7.2 Exigences édaphiques :

Le sapin de Numidie est cantonné sur les substrats calcaréo-dolomitiques et surtout sur les reliefs karstifiés (Barbero et Quezel ,1975 in Quezel, 1985), où les sols sont généralement légers, profonds et bruns (Hachi-illoul,2016).

3.7.3 Exigences altitudinales :

Comme les sapins méditerranéens à aiguilles obtuses, *Abies numidica* est exigeants du point de vue altitudinal et descendent guère au-dessous de 1500 m (Quezel, 1985). Il est rencontré à partir de 1650 m et va jusqu'à 2000 m, ce qui le localise au montagnard méditerranéen de façon quasi absolue.

3.8 Les ennemis d'*Abies numidica* :

Les menaces qui pèsent sur le sapin de Numidie sont d'origine humaine et naturelles, les trois tordeuses d'Algérie *epinotia algeriensis*, *lazotaenia cedrivora* et *dichela numidicola* représentent les menaces naturelles les plus remarquables qui pèsent sur *Abies numidica*, mais ils restent moins importants que les menaces d'origine humaine. En effet, les causes de dégradation sont essentiellement le pâturage et les incendies qui causent des pertes importantes à ce sapin qui est très sensible au feu.

En 1988, lors de leur visite au Babors, Barbero et Quézel constatent la dégradation croissante d'*Abies numidica* à cause des coupes incontrôlées. La situation actuelle de cette espèce reste préoccupante.

Chapitre 2 :
Etude de Milieu
Physique

1 Milieu physique :

Située entre 1°00' et 2°10' de longitude Ouest et 34°45' et 35°18' de latitude nord. La région de Tlemcen selon Ghezlaoui et Benabadji (2017) repose sur la bordure septentrionale de la circulation tropicale, elle est cependant soumise en majeure partie aux influences polaires, elle est limitée administrativement par l'état du Maroc à l'ouest, la mer méditerranée au Nord, la wilaya de Naama au sud et la wilaya de sidi belabess et in Temouchent à l'est, Avec une superficie de 902 000 ha, la Wilaya de Tlemcen est une vaste éco complexe partant du littoral vers la steppe où l'on rencontre quatre ensembles physiques distincts :

- La zone nord, constituée des montagnes de Traras et de Sebaa Chioukh, se présente comme une haute altitude massive, caractérisée par une érosion assez remarquable et des précipitations peu importantes ;
- La région de la plaine de Maghnia, les basses vallées de Tafna et d'Isser et les plateaux d'Ouled Riah se caractérisent par un fort potentiel agricole ;
- Les montagnes de Tlemcen forment une véritable barrière naturelle entre les hautes plaines steppiques et le Tell. Par son étendue, sa configuration géologique, sa couverture végétale et ses apports pluviométriques. Cette chaîne de montagnes constitue l'une des plus importantes réserves hydrauliques au niveau régional et plus de 80% du potentiel forestier est concentré là-bas ;
- La zone sud est constituée par les hautes plaines steppiques à majorités dégradées suite à plusieurs facteurs (surcharge des parcours, défrichage, désertification...).

Avec une superficie forestière de 217 000 ha, (reboisement y compris), soit 24% de la superficie totale de la Wilaya. La région est considérée parmi les grandes zones forestières de l'ouest algérien, C'est un capital bois important, mais reste insuffisant par rapport aux potentialités existantes de la région.

Répartition forestière par espèces (C.F.T, 2019).

Essence forestière : Surface occupée en hectare

Pin d'Alep 83 000

Chêne vert 82 000

Chêne-liège 48 000

Thuya 16 500

Genévrier 13 000

Alfa 154 000

Autre 17 000

Reboisement 17 512

Total 431 012

2 Cadre géographique et administrative :

2.1 La forêt de Hafir :

A 50km de la mer méditerranéenne, au cœur des fameux monts de Tlemcen dans le Nord-Ouest de l'Algérie, se trouve la forêt de Hafir, à 15 Km au sud-ouest de la ville de Tlemcen avec les coordonnées Lambert X1=105,2 km X2=127,1 km Y1=163,6 km Y2=178,3 km, et avec une superficie de 9959 ha répartie en 08 cantons, Sur le plan administratif elle est divisée entre les circonscriptions forestières de Tlemcen (623 ha), Maghnia (7 586 ha) et Sebdou (1 750 ha)

Chapitre 02 : Etude de milieu physique

| Cantans | Superficie |
|-------------------------|-------------|
| Maison forestière Hafir | 188ha37a70c |
| Tidjit | 264ha |
| Krean | 22ha07a69c |
| Oued Tlet | 414ha40a |
| Tibrouine | 120ha |
| El Kroun | 146ha |
| Tatsa | 430ha |
| BledAini | 36ha60a |

Tableau 2 - Superficies des cantons de la forêt de Hafir (PNT, 1999)

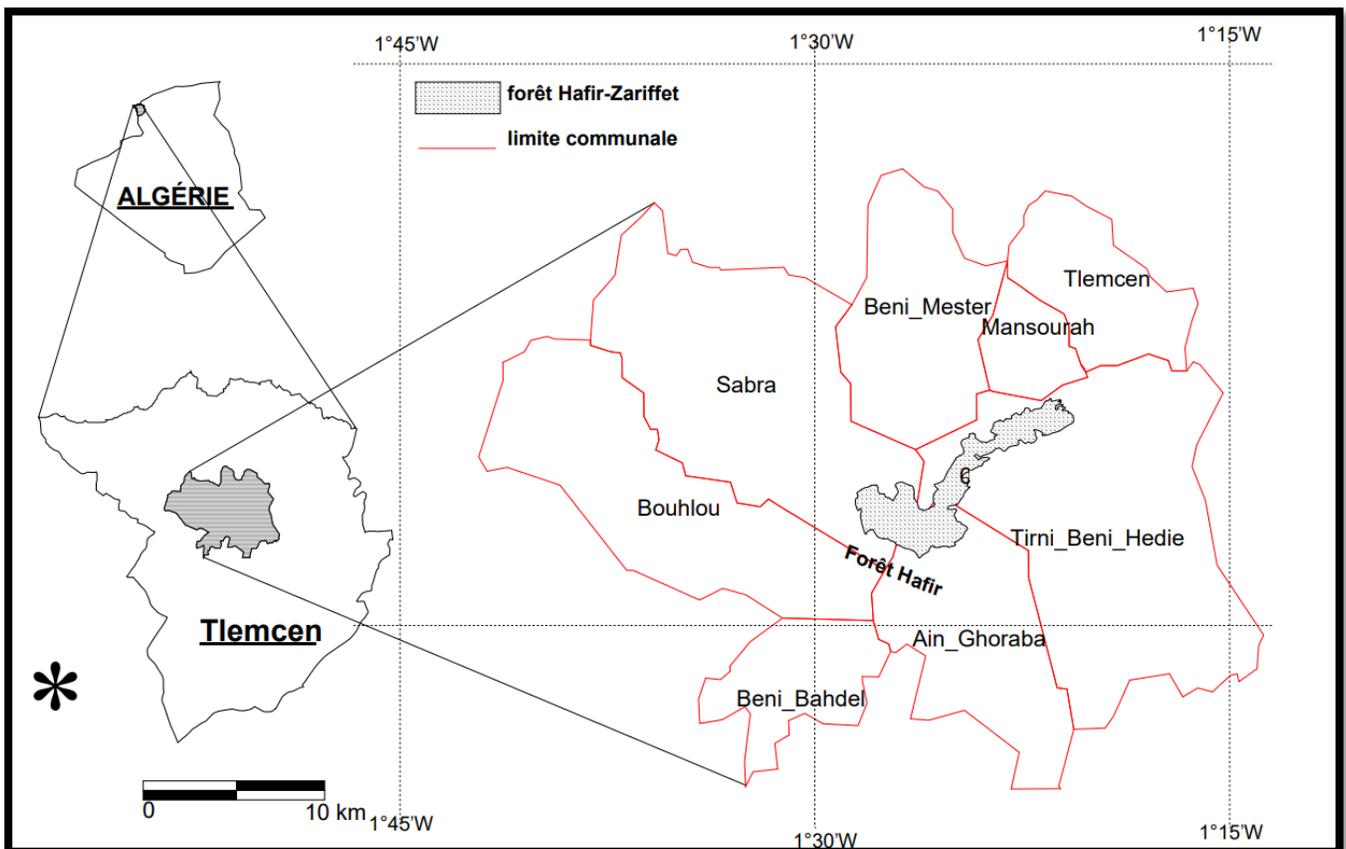


Figure 3 - Situation géographique de la forêt de Hafir (Letreuch, 2002)

2.2 Forêt domaniale de Tlemcen :

Une Vieille futaie de pin d'Alep plantée en 1890 pour éviter les inondations et protéger la ville de Tlemcen, devenu l'un des éléments les plus importants de l'esthétique de la ville « forêt des petits perdreaux », avec une superficie de 272 Ha 70 ares qui s'étendent sur le territoire des communes de Tlemcen, Mansourah et Terny, et divisée sur 08 cantons (Canton Boumediene ; Canton Dar Cheer ; Canton Sarrar ; Canton Attar ; Canton Moudjel), Administrativement, elle est gérée par la circonscription des forêts de Tlemcen et le parc nationale de Tlemcen.

| Canton | Superficie | Observation |
|------------------|-------------|---|
| Boumedién | 140ha 41are | Foret incendiée en majorité de pin d'Alep et de chêne vert sur une superficie de 40ha. |
| Dar Cheer | 40ha54are | La régénération naturelle est bien venante uniquement au niveau des clairières. Les arbres sont d'âges différents et font penser à une futaie irrégulière. |
| Sarrar | 66ha | La régénération de pin d'Alep se limite à des rares semis. Les parties les mieux régénérées sont situées en amont bien localisées vers les parties les plus hautes par le fait même que la pression anthropique n'a pas atteint ces parties. Repeuplement de 04ha de pin d'Alep |
| Attar | 13ha 18are | 04 ha au stade gaulis de Pin d'Alep. |
| Moudjel | 12ha36are | Régénération nulle. Sous-bois : <i>Chamérups humilis</i> , <i>Urginea mauritanica</i> et <i>Ampelodesma mauritanica</i> , quelque relique de <i>Quercus suber</i> Les plantations forestières installées dans ce canton ont été Complètement ravagées par les incendies. Repeuplement du canton en pin d'Alep et présence de quelques sujets au stade fourré. |

Tableau 3 - Données générales sur les cantons de FDT. (Source : PNT, 2015)

La forêt domaniale de Tlemcen s'inscrit entre les coordonnées Lambert suivants :

X1 : 131.80 Km Y1 : 180.70 Km

X2 : 137.00 Km Y2 : 182.80 Km

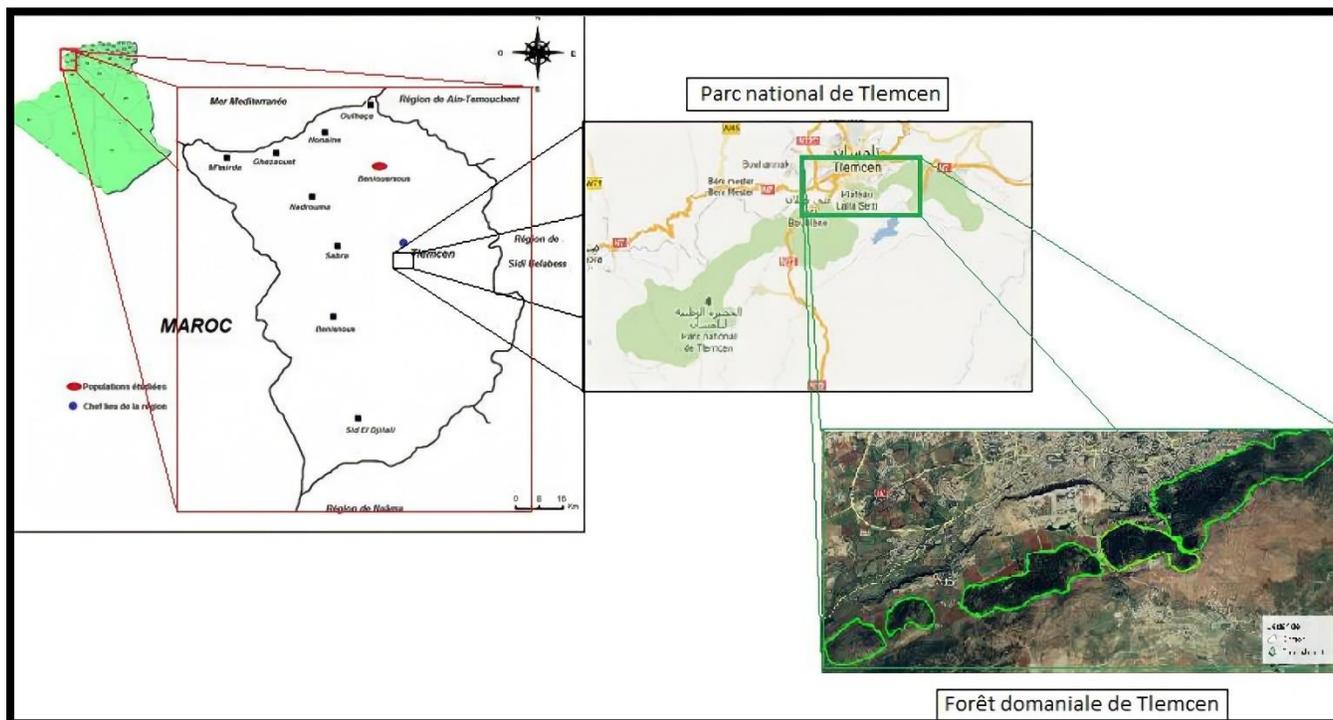


Figure 4 – Localisation de la forêt domaniale de Tlemcen (Bellahouel, 2020)

3 L'orographie :

3.1 Pentes :

L'Algérie du Nord est entièrement occupée par un gros bourrelet montagneux orienté WSW ENE tendu d'une frontière à l'autre. Au Nord, une chaîne plissée parfois dédoublée (Tell interne, Tell externe) ferme le pays sur la mer (Medjahdi, 2010), la région de Tlemcen n'est pas une exception, et surtout les monts de Tlemcen qui sont connus pour ses accidentalités, plus de la moitié de la superficie totale des monts de Tlemcen ont des pentes oscille entre 14 % et 50 % ; les pentes faibles (moins de 3 %) et abruptes (plus de 50 %) sont par contre moins fréquentes, ces valeurs donnent une image sur l'intensité de l'érosion hydrique dans la région, en particulier dans les zones dépourvues de la végétation.

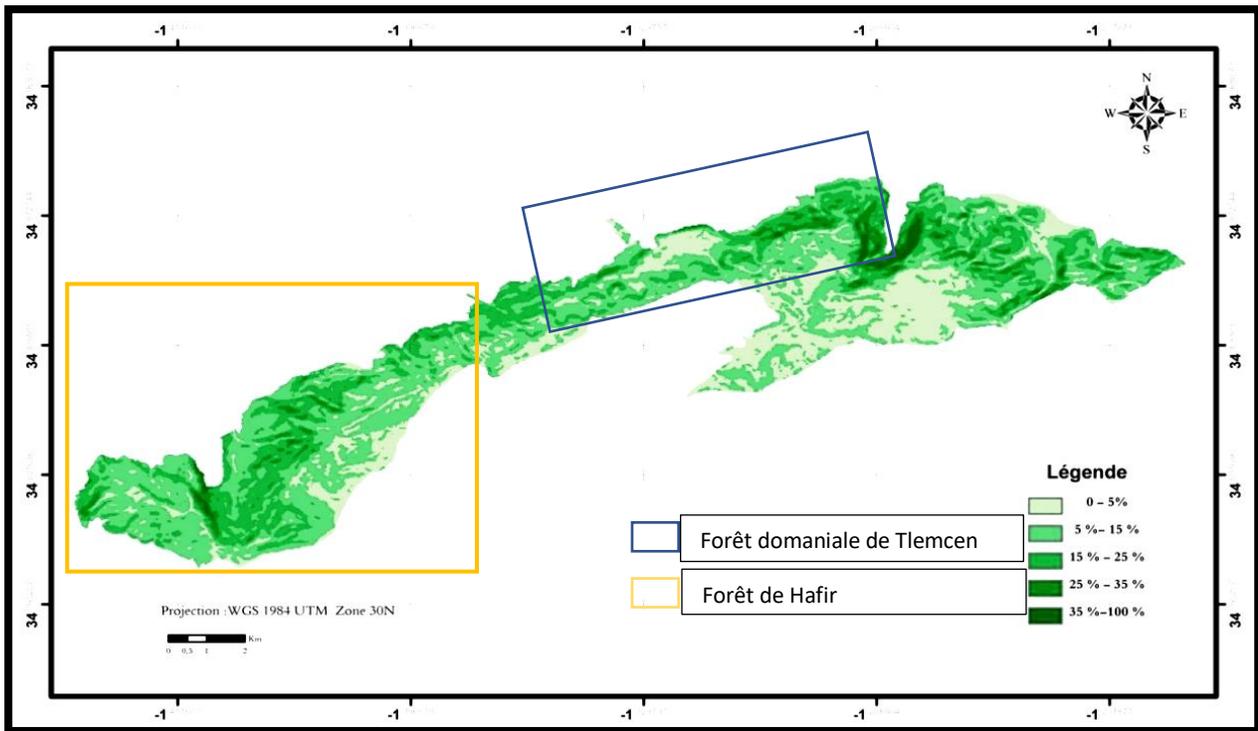


Figure 5 - Carte des pentes du parc national de Tlemcen

3.2 Expositions :

Les images satellitaires des monts de Tlemcen montrent l'importance du facteur exposition et son effet sur le climat et le sol est évident dans la couverture végétale, les versants exposés au nord captent bien l'humidité atmosphérique et le brouillard, faible évaporation des sols relativement équilibrée et de précipitations intéressantes ce qui résulte dans une couverture végétale plus dense que le versant sud qui souffre d'une sécheresse prolongée avec des sols relativement dégradés.

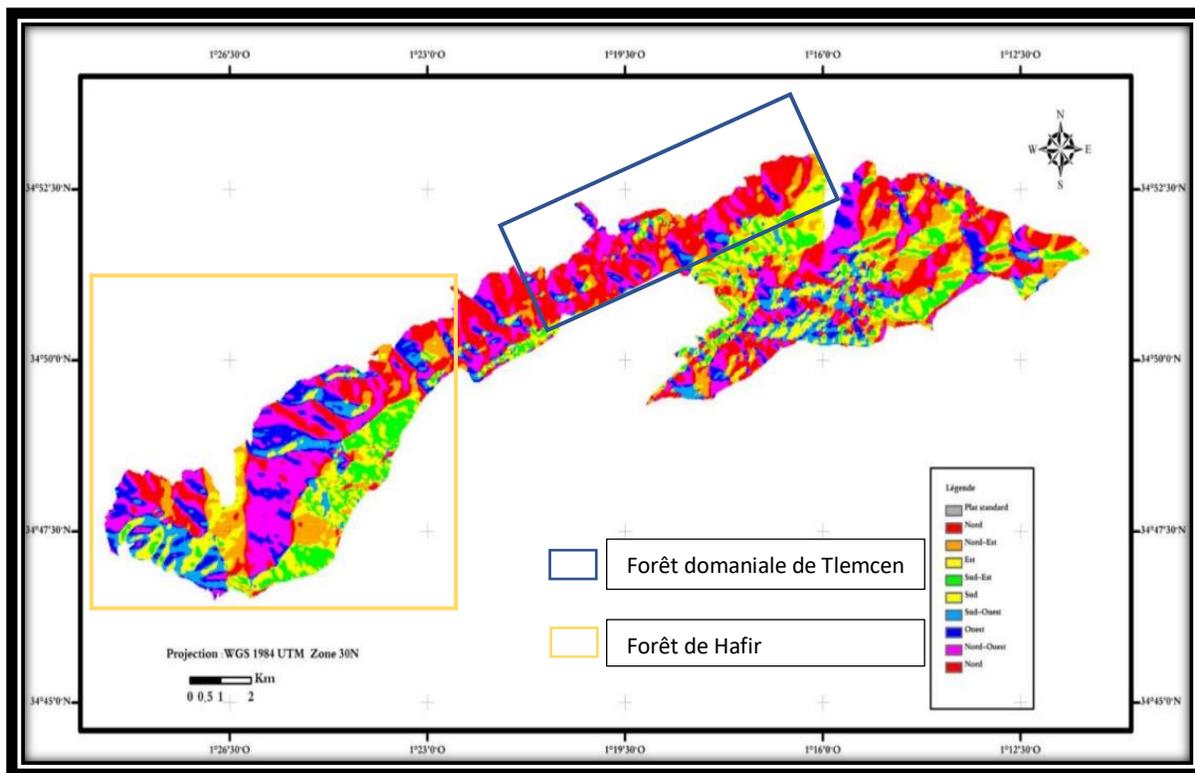


Figure 6 - Carte d'expositions du Parc National de Tlemcen.

3.3 Altitude :

Le mouvement de convergence des plaques afro-eurasiennes qui a commencé il y a environ 70 millions d'années et se poursuit aujourd'hui à provoquer l'établissement des zones de subduction dans le nord du Maghreb, donc les accidents observés à l'échelle des montagnes de Tlemcen sont en relation avec les mouvements d'approximation des plaques, les accidents géologiques résulte par un relief accidenté, les altitudes varie entre 800 et 1400 m dans le versant nord et aller jusqu'à 1843m au versant sud (**Djebel tenouchfi**).

Djebel Chouka 1166 m (commune de Terny, Daira de Mansourah), Djebel Beniane 1235 m (commune de Tlemcen, Daira de Tlemcen), Djebel Hanif 1279 m (commune d'Ain Fezza, Daira de Chetouane), et Djebel Tichtiouine 1206 m (commune d'Ain Fezza, Daira

Chapitre 02 : Etude de milieu physique

de Chetouane) sont les principales montagnes qui se trouvent à la périphérie de la forêt domaniale de Tlemcen.

Le massif de Hafir abrite le plus haut sommet du parc national de Tlemcen au Djebel Koudia à 1418 m d'altitude, et elle descend jusqu'à 800m au-dessus du niveau de la mer.

Les massifs montagneux du PNT d'est en ouest :

Djebel Bou-Arb dont l'altitude atteint 1 122 m au point géodésique au lieu-dit les grottes, Djebel Dokara 1113 m, Djebel Sebt 1084 m, Djebel Dahr el-Barhal 1230 m, Djebel Tichtiouine 1206 m, Djebel Hanif 1279 m, Djebel Chouka 1166 m, Djebel Beniane 1235 m, Djebel Guendouza 1272 m, Djebel Temama 1271 m, Djebel ElKoudia 1418 m, Djebel Taksempt 1393 m, Djebel El-Merdja 1309 m, Djebel Tatsa 1264 m et enfin Djebel El-Koun 1302m.

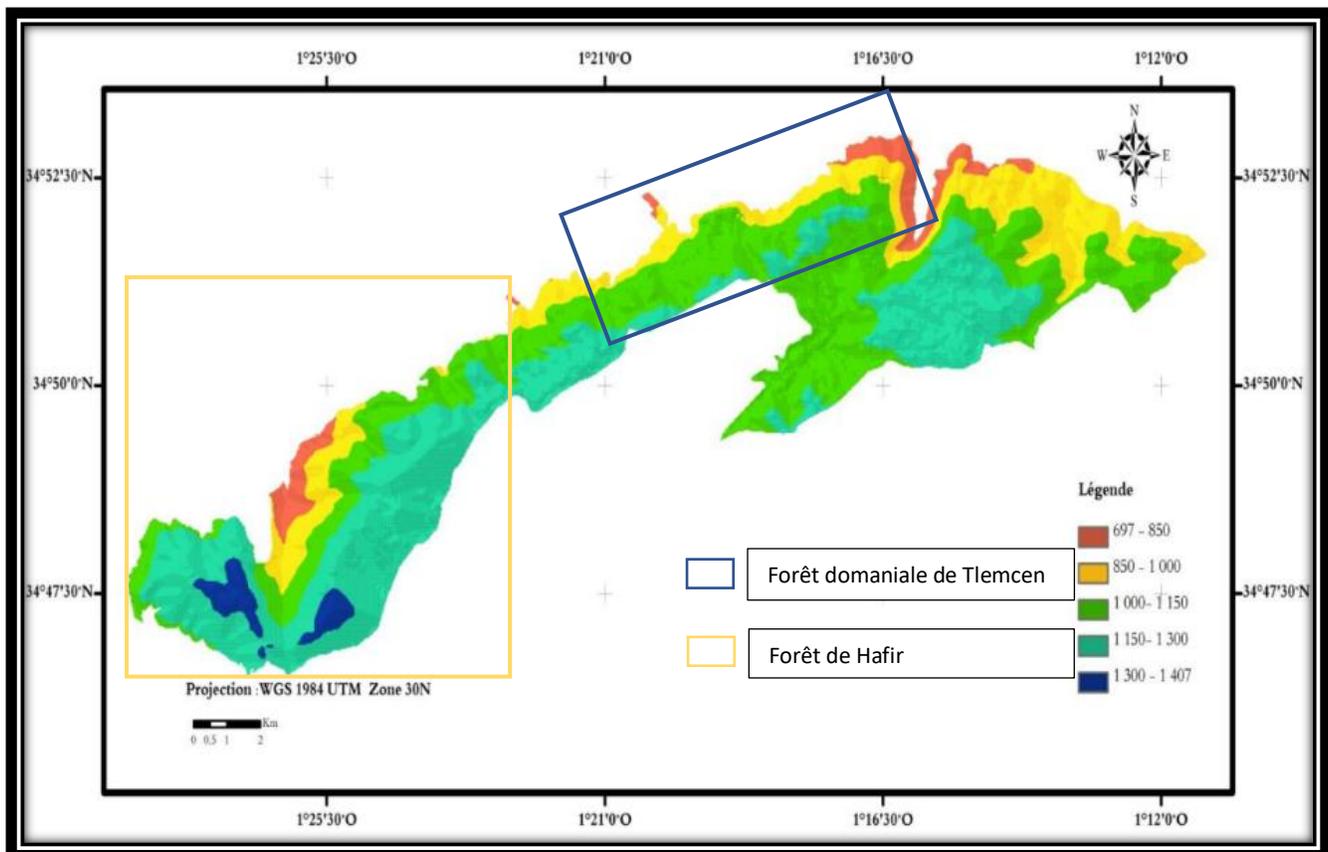


Figure 7 - Carte Hypsométrique du parc national de Tlemcen.

4 Réseau hydrographique

Compte tenu de la nature topographique des terrains montagneux, les monts de Tlemcen sont marqués par un réseau hydrographique dense alimenté par de nombreuses d'oueds principaux et secondaires qui sont eux-mêmes alimentés par plusieurs affluents et chaabats.

➤ Forêt domaniale de Tlemcen :

La ligne de crête du Djebel Taksemt divise le schéma hydrographique de la région en deux parties distinctes :

- Le réseau hydrographique nord : se compose d'Oued Tlat, Oued Bounasser, Oued Inndouz, Oued Reyenne, Oued Dar Ziata, Oued Zarifet, Oued Magramane,

Figure 8- Carte Hypsométrique du parc national de Tlemcen.

Oued Ouadallah et plusieurs chaabets.

- Le réseau hydrographique sud : se compose de tout le bassin versant de l'oued Nachef qui se continue en aval par l'oued El-Mefrouch. Cet oued traverse les Monts de Tlemcen au niveau du Djebel Chouka et Djebel Hanif par des gorges profondes occasionnant plusieurs cascades connues sous le nom de cascades d'El Ourit.

➤ Forêt de Hafir :

- **Oued tafna :**

Il est né à partir de la source de Ghar boumaàza dans les montagnes de Tlemcen près de la ville Sebdou, c'est la principale source du barrage de Béni-Bahdel et de ses deux affluents, La Tafna traverse les montagnes de Tlemcen jusqu'au niveau de Maghnia avec une orientation sud-est et nord-ouest.

Chapitre 02 : Etude de milieu physique

La Tafna reçoit de nombreux petits Oueds Durant son parcours avant sa confluence avec Oued Isser, il y a la jonction d'Oued Khémis, O/ Oucif et aussi O/ Zitoune et O/Atchane qui le rejoignent un peu plus au Nord, alors que O/ Kseb le rejoint au sud de Sabra. O/Barbata prend naissance dès les monts de Béni-Snous, après, Il coule principalement vers le Nord pour se jeter dans la méditerranée à la plage de Rachgoun.

- **Oued Isser :**

Prend sa source à Ain Isser, dans la gouttière synclinale de Meurbah qui est située dans la vallée de Béni Smiel et rejoint la Tafna au nord de Remchi et se termine sur le barrage de Sidi Abdelli. Avant de continuer à rejoindre la Tafna.

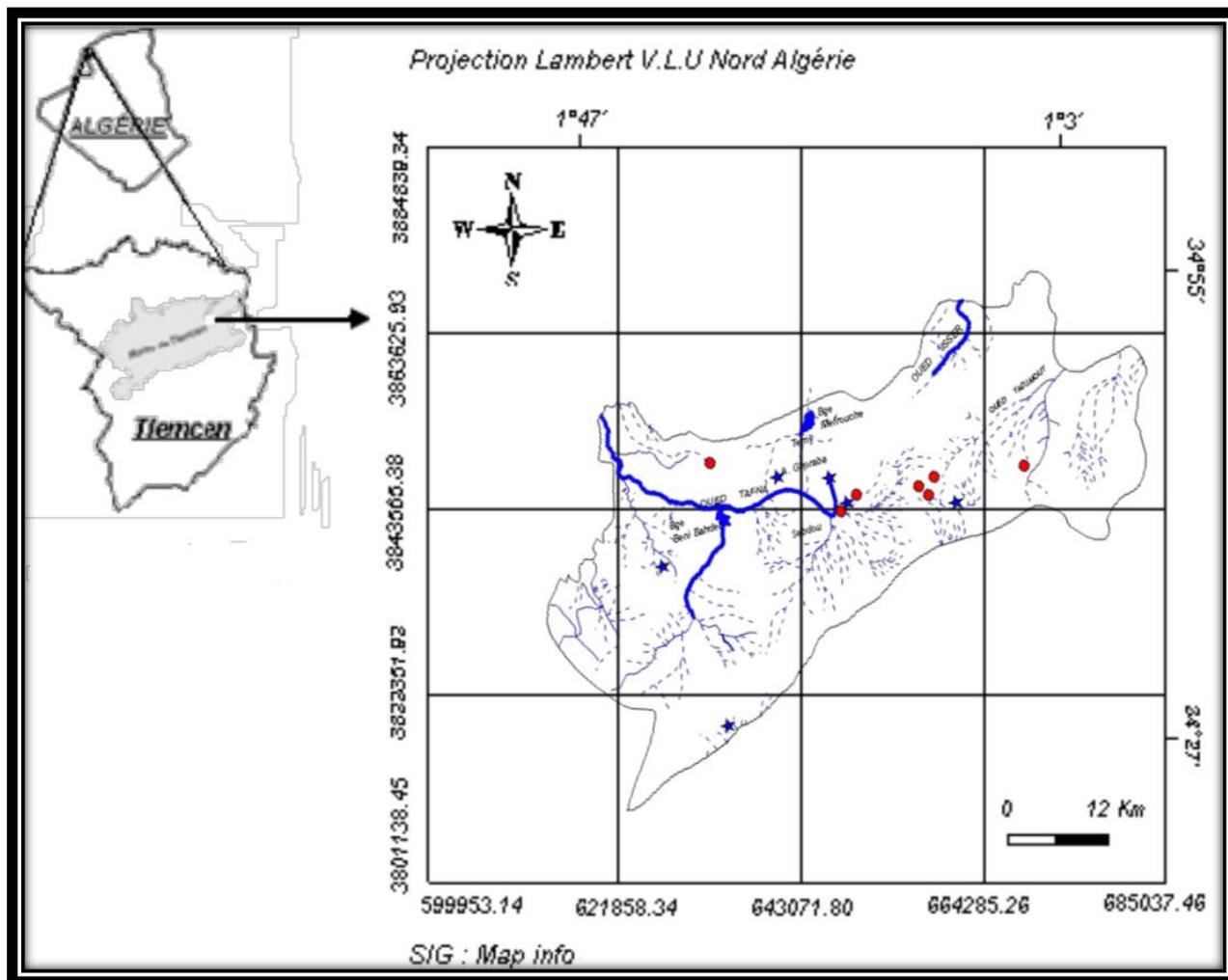


Figure 9 - Carte du réseau hydrographique des Monts de Tlemcen (A.N.A.T., 2003).

5 Ressources souterraines :

Le substratum géologique qui règne dans les montagnes de Tlemcen permet une perméabilité appréciable des eaux des pluies et favorise leur écoulement souterrain.

C'est la raison pour laquelle on trouve de nombreuses sources vaclusiennes réparties sur l'ensemble du Parc National, alimentant la quasi-totalité du réseau hydrographique parmi elles, Ain Meharras qui alimente l'oued Meffrouche , Ain Krannez , Ain El Mohguene , Ain El Djerad , Ain el Fouera , Ain el Rhenza , Ain Safah , Ain Shrifia et d'autres .

6 Géologie :

La région immédiate de Tlemcen, fait partie du Jurassique supérieur. Les grès de Boumediène, grès de Franchetti, se trouvent immédiatement sous les dolomies de Tlemcen. Celles-ci sont largement karstifiées à Lalla Setti jusqu'à EI-Mafrouch, Au Sud-Ouest de la ville, les dolomies à géodes de Zarifet affleurent enveloppant la formation de grès (320 m d'épaisseur env.). Vers Terni, les dolomies affleurent, déterminant le faciès végétal et pédologique.

Le territoire du P.N.T. est constitué d'une série de couches sédimentaires dont l'évolution verticale va du Jurassique en bancs supérieur au Quaternaire, et montre deux grandes séries litho stratigraphiques distinctes qui sont décrites de bas en haut (Fig-9)

L'aperçu géologique a permis (Ghezlaoui et Benabadji, 2017) d'affirmer que la plupart de ces monts de Tlemcen sont formés essentiellement de calcaires et de dolomies. Ces deux roches sédimentaires plus ou moins dures, elles sont facilement érodables par les eaux de pluies,

Claire (1973) précise que le substrat est caractérisé par des roches carbonatées d'âge jurassique supérieur et des marnes gréseuses d'âge tertiaire.

6.1 Les grès de Boumediene :

Ce sont des grès à éléments fins, se présentant sous la forme de grands bancs séparés par des lits inter-argileux. Le ciment est presque toujours du calcaire. Les grès stratifiés en biais et les alternances sont souvent rouges ou verts, cette formation affleure près de Tlemcen, en particulier près du sanctuaire de Sidi Boumediene avec une épaisseur moyenne de 200 à 400 m et un potentiel aquifère faible.

6.2 Les dolomies de Tlemcen :

Se trouvent immédiatement au-dessus des grès de Boumediène, d'après Bénest (1985) elles caractérisent les grands escarpements Dolomitiques qui dominent Tlemcen et notamment les falaises d'El-Ourit. Cette formation constitue le premier ensemble des dolomies du jurassique supérieur.

6.3 Les dolomies de Terni :

Ce sont des dolomites massives déposées sur le plateau de Terni où elles commencent par des niveaux de silex stratiformes. Cette formation, qui peut être en partie calcaire, présente souvent des stratifications obliques et entrelacées ainsi qu'une laminite stromatolotique (Bénest , 1985).

6.4 Les marno-calcaire de Raourai :

Située à Djebel Raourai. C'est une formation plutôt calcaire que marneuse avec une épaisseur moyenne de 75 à 150 m et près de 400 m, elle est limitée à sa base par les calcaires de Stah et au sommet par les calcaires de Lato.

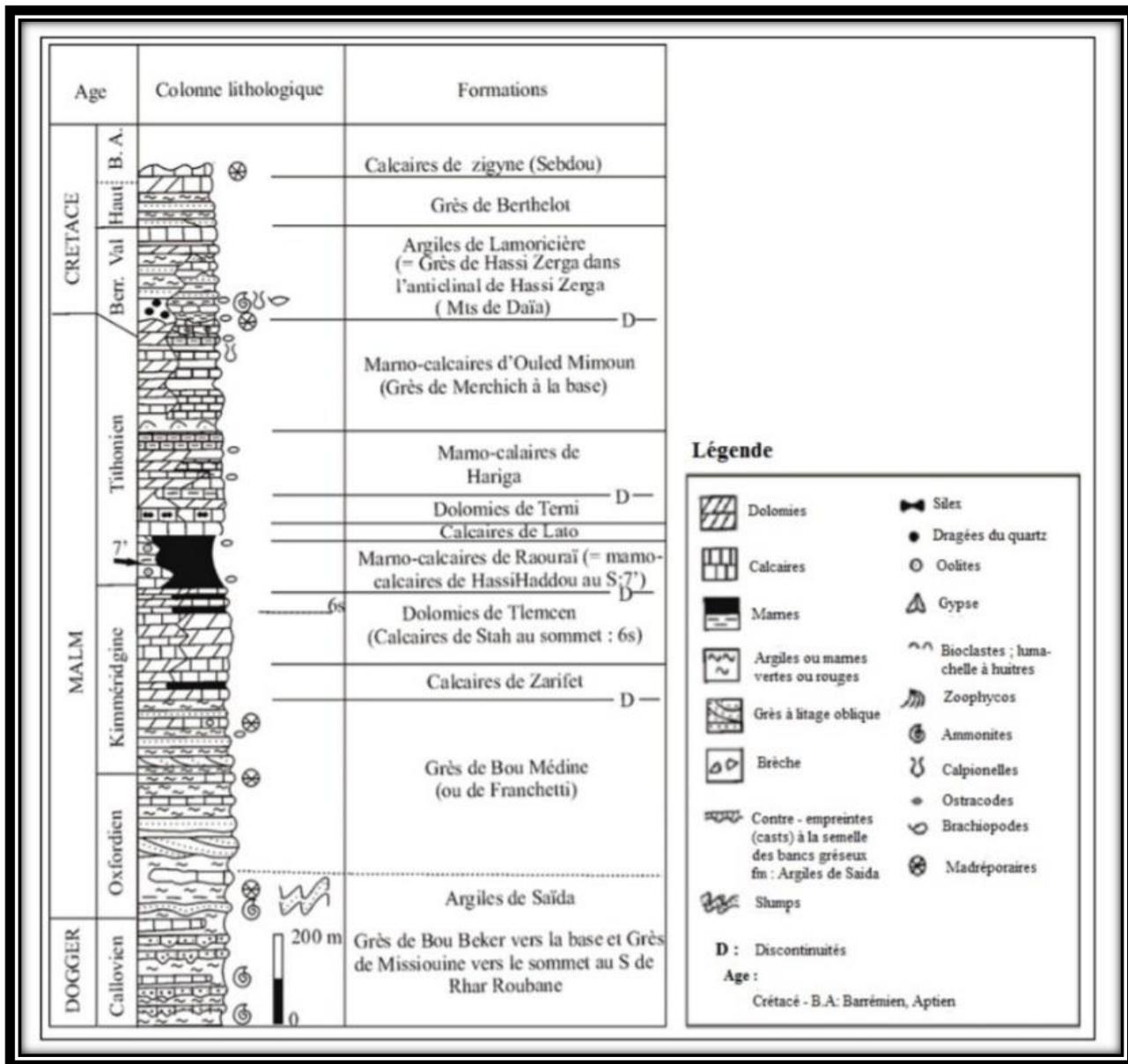


Figure 10 - Série litho-stratigraphique des Monts de Tlemcen (Bénest et al, 1999).

7 Pédologie :

Selon DUCHAUFOR (1977), La région méditerranéenne est caractérisée par des sols dits "fersiallitiques", Les monts de Tlemcen sont remarquablement définis par une variété de sols allant de la roche mère nue à des sols bruns forestiers de divers types suivant la nature de la roche mère, le bioclimat, le type de végétation et l'activité pédogénétique.

Chapitre 02 : Etude de milieu physique

D'après Gaouar (1998) ; Benest (1985) ; Kazi-Tani, (1996) ; Aïnad-Tabet, (1996) ; la région est caractérisée par :

- Sol ferssialitique rouge : C'est un sol lourd très pauvre en réserves d'eau, riche en bases notamment en Ca^{++} Mg^{++} et K^+ , Ce type de sol se rencontre à Zariffet, Ain fezza, Eubbad, Mefrouch. On y distingue le type lessivé et le type non lessivé avec une variante pseudogley
- Sol brun ferssialitique : Prend naissance sur roche mère calcaire, sous l'influence d'un climat froid à saison sèche moins marquée. Ce sol a les mêmes caractéristiques d'ensemble que le précédent, mais plus humide et plus poreux. Il se trouve au niveau de Zariffet et Hafir.
- Sol ferssialitique rouge à caractère vertique : C'est un sol qui pendant une certaine période surtout des années sèches présente dans les 50 premiers cm de l'horizon B des fentes larges de 1 cm ou plus. Il est plus lourd (riche en argiles gonflantes) que le sol ferssialitique rouge et possède une très bonne teneur en eau, c'est un sol difficile à mettre en culture. Il prend naissance sur des roches mères calcaires (Karst). Se trouvant à Mansourah, Plateau LallaSetti.
- Sol ferssialitique rouge et mosaïque dolomie : La mosaïque reflète le déséquilibre dans les sols qui sont le plus souvent peu profonds et où affleurent de temps à autre la roche dolomitique, Cette catégorie domine plus dans la tranche Est du Parc National de Tlemcen : une partie de la forêt domaniale de Tlemcen, Mefrouche, Djebel Massart, Djebel Tichtiouine, Ain-Fezza, Djebel Dokara, Djebel Dahr el Berhal, au sud-ouest de Zariffet et à l'est de Hafir.

L'existence des sols tels que la terra fusca, le sol brun « de climat stationnel » humide, les sols à caractère vertiques confèrent à la région qui se situe dans le sub-humide frais, un caractère « stationnel » humide, de sorte que le pédoclimat ne connaît une période de vraie sécheresse qu'au mois d'août début septembre.

8 Végétation :

Selon l'inventaire forestier de la D.G.F. (2008), La flore algérienne couvre environ 4,114 millions d'hectares, La répartition des terres forestières par type de formation révèle une superficie de 1.44 million d'hectares de forêts et le reste est constitué de maquis (2.423 millions) et jeunes reboisements (0.262 million). Plus de 60 % de ces terres se situent au nord en formant de véritables formations végétales dont forestières et le reste soit 36,5 % occupe quelques massifs des hautes plaines steppiques ;

La zone d'étude est constituée essentiellement avec des terres à vocation forestière, Souffre depuis plusieurs siècles des pratiques de cultures intensives, du déboisement et du surpâturage.

➤ Forêt domaniale de Tlemcen :

C'est une vieille futaie de pin d'Alep, avec la présence de quelques beaux sujets de cèdres, le sous-bois est peu abondant constitué par : le genévrier cade (*Juniperus oxicedrus l.*); le Chêne vert (*Quercus rotundifolia L.*) ; le chêne zeen (*Quercus faginea L*) ; l'asperge sauvage (*Asparagus acutifolius L*); le Calicotome épineux (*Calycotome spinosa*) ; l'Ampelodesma de Mauritanie (*Ampelodesma mauritanica*) ; le palmier doum (*Chamerops humilis*); L'Asphodèle (*Asphodelus microcaropus*) ; Scille maritime (*Urginea maritima*) ; Le Romarin (*Rosmarinus officinalis*) ; Le Ciste (*Cistus salvifolius*).

➤ Forêt de Hafir :

Benaïssa et Benabdeli (2019) ont montré que La zone de hafir est occupée généralement par des espèces caractéristiques des groupements du *Quercetum illicis* et du *Quecetum suberis* sous formes de matorrals et des maquis ouverts en raison de le fort pastoralisme à la région.

La strate arbustive de la subéraie de Hafir, se compose essentiellement de *Quercus suber L.*, *Quercus rotundifolia Lam*, *Quercus faginea subsp. Tlemcenensis* et *Juniperus*

oxycedrus L. Par contre, le sous-bois est peu développé, il est composé principalement d'espèces caractéristiques du groupement de la chênaie mixte avec : *Cistus salvifolius L.*, *Cistus monspeliensis L.*, *Cistus ladaniferus L.*, *Erica arborea L.*, *Lavandula stoechas L.*, *Arbutus unedo L.*, *Lonicera implexa Aiton*, *Viburnum tinus L.*, *Rhamnus alaternus L.*, *Genista tricuspidata Desf.*, *Rosa canina L.*, *Ruscus aculeatus L.*, *Ulex boivini Webb.*, *Asparagus acutifolius L.*, *Ampelodesmos mauritanica (Poir.) T. Dur.* *Stipa tenacissima Loeft. Ex L.*, *Rosmarinus tournefortii de Noé*, *Chamaerops humilis L.*, *Calycotum villosa Lam.*, *Rumex tuberosus L.*, *Pulicaria odora (L.) Reichenb.*, *Cytisus triflorus Lam.*, *Asphodelus cerasiferus. Gay.*, *Eryngium tricuspidatum L.*, *Pteris aquilina L. et Pteridium aquilinum (L.) Kuhn* (Letreuch-belarouci, 2010).

9 Faune :

D'après le PNT (2010), la faune de la forêt domaniale de Tlemcen se compose de 174 espèces dont 49 espèces sont protégées. On y trouve des espèces placées au sommet de la chaîne trophique (l'aigle, *Aquila chrysaetos* ; le faucon, *Falco tinnunculus* ; la buse, *Buteo buteo* ; le chacal, *Canis aureus*.) qui sont actuellement plus présents par rapport aux années antérieures. La quiétude engendrée par la diminution de la fréquentation humaine offre des aires qui favorisent aussi bien l'accroissement et le développement de la faune en général et plus spécialement La Perdrix gabra (*Alectoris barbara*) ; le Lièvre brun (*Lepus europaeus*) et le chacal (*Canis aureus*). Le Parc National de Tlemcen abrite 16 espèces de mammifères, soit 17.7% de l'ensemble de la faune nationale avec 08 espèces protégées ce qui représente aussi 17% de la faune mammalienne protégée.

10 Climat :

Comme Thinthoin (1948) souligne, le climat est un facteur déterminant qui se place en amont de toute étude relative du fonctionnement des systèmes écologiques, sur ce sujet, Emberger (1936) précise que les données écologiques, et en particulier bioclimatiques,

influent considérablement sur l'individualisation de la végétation, ils sont directement responsables de la répartition et du développement des plantes.

La forêt de Hafir se situe dans une région typiquement méditerranéenne caractérisée par deux saisons bien différenciées : l'une estivale longue et sèche à fort ensoleillement et à température élevée, l'autre hivernale peu froide et humide à précipitations parfois violentes et de courtes durées.

A cause de la rareté des stations de référence implantées dans les forêts ; celle de Hafir a ainsi été opérationnelle jusqu'en 1996, date de son sabotage (Bouhraoua, 2003), nous avons choisi les stations météorologiques les plus susceptibles de nous fournir des données fiables et les plus proches de notre zone d'étude, celles de MEFROUCHE et BENI -BAHDEL

Les principales caractéristiques de ces stations sont regroupées dans les tableaux 4,5,6,7,8 et 9.

Nous avons exploité les données climatiques pour deux périodes différentes, une étude de 26 ans (1913-1938) réalisée par SELTZER (1946), l'autre récente de 44 ans (1975- 2019).

10.1 Précipitation :

Les zones d'études sont soumises au climat méditerranéen qui se caractérise d'après Thintoin (1948) par l'irrégularité de la pluviométrie dans l'espace et également dans le temps.

Djebaili (1978), définit la pluviosité comme étant le facteur primordial qui permet de déterminer le type de climat, en effet, elle conditionne le maintien de la répartition du tapis végétal d'une part, et la dégradation du milieu naturel par le phénomène d'érosion d'autre part.

Chapitre 02 : Etude de milieu physique

La pluviométrie croit au fur et à mesure qu'on s'élève en altitude et les versants nord sont plus arrosés que les versants sud.

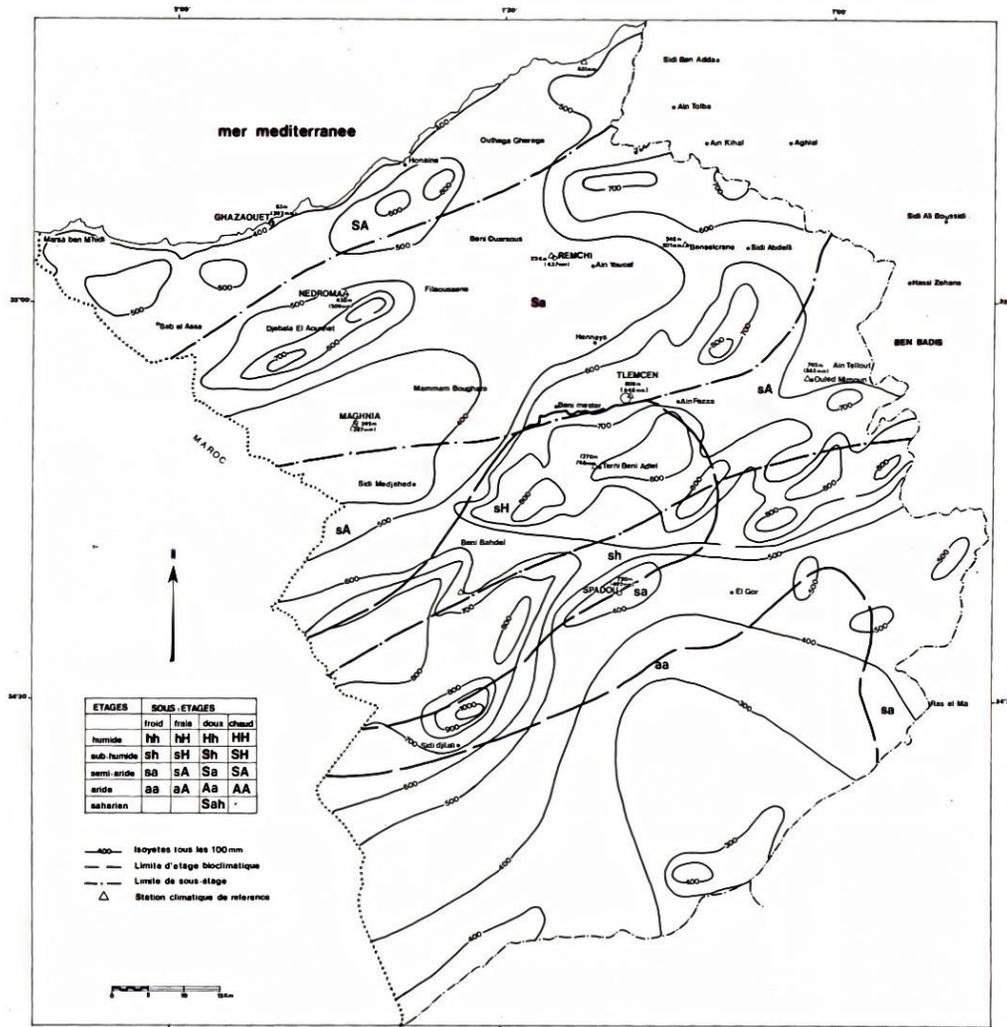


Figure 11 - Carte climatique de la région de Tlemcen (service des forêts in GAOUAR 1980)

10.2 Le régime pluviométrique :

10.2.1 Répartition annuelle de la pluviométrie :

| années | Meffrouch P(mm) | beni bahdel P(mm) |
|--------|--------------------|----------------------|
| 1980 | 773,6 | - |
| 1981 | 502 | - |
| 1982 | 583,2 | - |
| 1983 | 522,4 | - |
| 1984 | 297,5 | - |
| 1985 | 476,4 | - |
| 1986 | 622,8 | 489,3 |
| 1987 | 568,6 | 397,8 |
| 1988 | 298,1 | 226,9 |
| 1989 | 452,2 | 326,9 |
| 1990 | 621,4 | 498,5 |
| 1991 | 715,4 | 420,9 |
| 1992 | 603,9 | 511,3 |
| 1993 | 439,4 | 368,3 |
| 1994 | 435,4 | 349,7 |
| 1995 | 633,7 | 451 |
| 1996 | 745,5 | 597,7 |
| 1997 | 584,5 | 488 |
| 1998 | 369,6 | 281,8 |
| 1999 | 680,4 | 493,4 |
| 2000 | 319,2 | 249,5 |
| 2001 | 595,6 | 419,1 |
| 2002 | 503,2 | 409,9 |
| 2003 | 720 | 484,8 |
| 2004 | 552,7 | 378,4 |
| 2005 | 357,6 | 223,1 |
| 2006 | 460,9 | 393,9 |
| 2007 | 512,4 | 379,5 |
| 2008 | 542,4 | 508,5 |
| 2009 | 610,8 | 407,7 |
| 2010 | 668,1 | 465,5 |
| 2011 | 746 | 434,6 |
| 2012 | 708,6 | 480 |
| 2013 | 1003,3 | 620,8 |
| 2014 | 721,6 | 464,1 |
| 2015 | 439 | 344,7 |
| 2016 | 648,7 | 436,6 |

Tableau 4 - Répartition annuelle de la pluviométrie (source : ANRH)

La figure 13 et le tableau 4 montrent une variabilité interannuelle de distribution des précipitations dans les deux stations, les chutes extrêmes caractérisent les années 1980,1991,1996,2003 et la série excédentaire de 2011 à 2014, également il y a des années caractéristiques négatives avec des précipitations très faibles, notamment 1984,1988,1998,2000 et 2005.

10.2.2 Répartition mensuelle moyenne des précipitations :

L'étude de la variation des précipitations saisonnières est très importante. Elle permet d'apprécier les variations des précipitations et leurs tendances vers telle ou telle période. Les valeurs moyennes des hauteurs mensuelles des précipitations varient globalement d'une période à l'autre.

Le régime pluvial est plus intense durant les mois de janvier, février, mars, novembre, décembre (>60 mm) ; Les autres mois affichent des tranches pluviométriques moins accusées surtout entre juin et septembre ce qui indique un déficit hydrique important

La moyenne pluviométrique enregistrée durant la période d'observation allant de 1975 à 2019 est de l'ordre de 632,26 mm à la station de Mefrouche et 452,58 mm à Beni Bahdel ;

L'analyse comparative, entre les deux périodes nous montre qu'il y a un changement ou plutôt un déficit de précipitation annuelle d'environ 149 mm dans la station de Mefrouche et 90 mm au Beni Bahdel ;

Ces chiffres augmentent nos préoccupations au sujet de changements climatiques et leur impact sur les écosystèmes de la région et cela nous pousse à repenser nos travaux d'aménagements, choix des espèces pour le reboisement et les travaux sylvicoles appliqué.

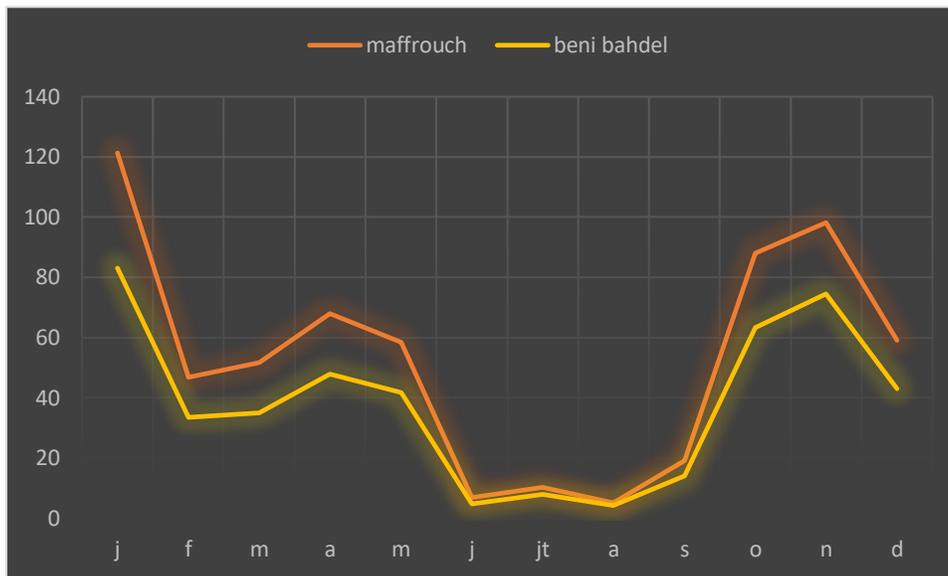


Figure 12 - Variation des précipitations mensuelles (Nouvelle période : 1975-2019)

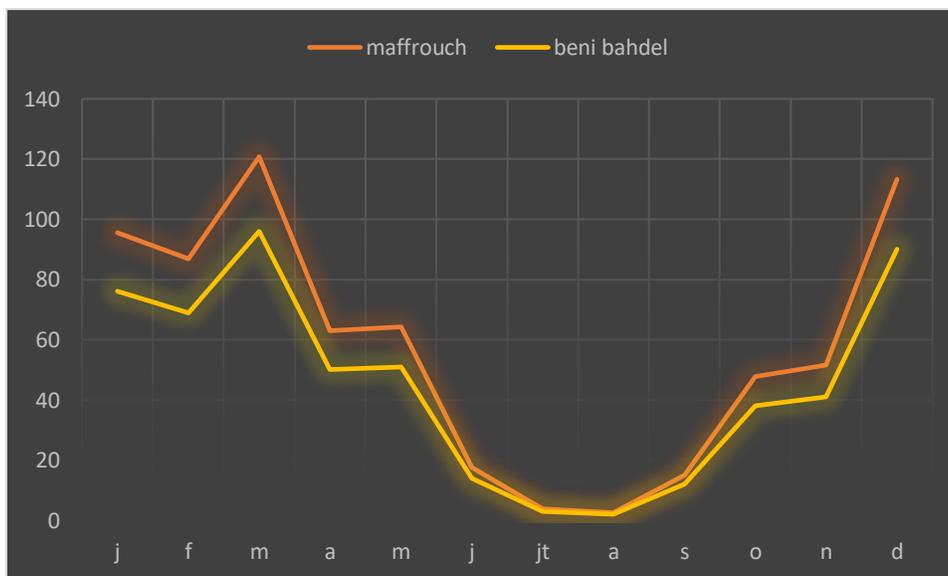


Figure 13 - Variation des précipitations mensuelles (Ancienne période : 1913-1938).

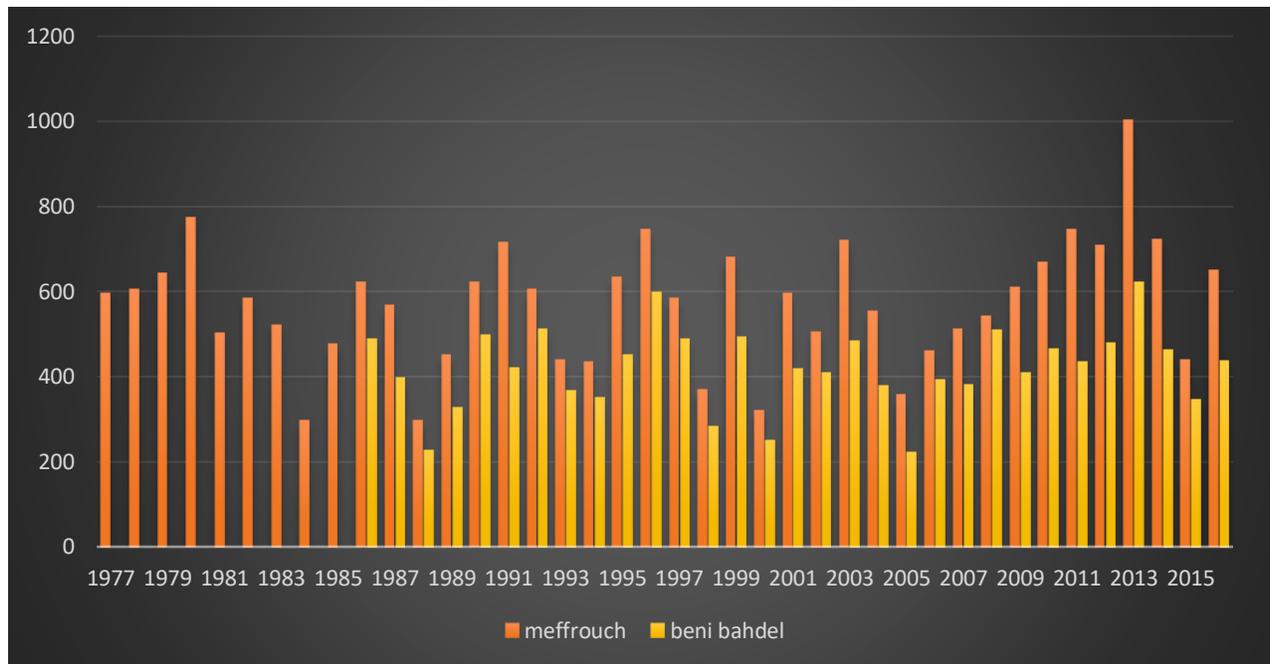


Figure 14 - Variations des précipitations mensuelles dans les stations de Mefrouche et Beni-Bahdel

Les deux stations ont une abondance de pluie en hiver et au printemps (Fin septembre – Fin avril),

Les tableaux regroupent les chutes de pluies moyennes mensuelles pendant les deux périodes (1913- 1938) et (1975- 2019).

| Stations | Altitude(m) | Longitude | Latitude |
|-------------|-------------|-----------|----------|
| MEFROUCHE | 1100 | 1°16'W | 34°51'N |
| BENI-BAHDEL | 700 | 1°36'W | 34°45'N |

Tableau 5 - Données géographiques des stations météorologiques.

Chapitre 02 : Etude de milieu physique

| s | | (Ancienne période : 1913-1938) les Précipitations et les températures moyennes mensuelles | | | | | | | | | | | | Moyenne |
|---|--------|---|---------|--------|-------|-------|-------|---------|-------|-----------|---------|----------|----------|---------|
| M | | Janvier | Février | Mars | Avril | May | Juin | Juillet | Aout | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre | 681,83 |
| | P(mm) | 95,61 | 86,8 | 120,77 | 62,9 | 64,16 | 17,61 | 3,77 | 2,52 | 15,1 | 47,8 | 51,58 | 113,2 | |
| | T (°C) | 7,92 | 8,76 | 10,07 | 12,11 | 15,17 | 18,03 | 21,63 | 22,94 | 19,08 | 14,7 | 10,79 | 8,02 | |
| B | P(mm) | 76 | 69 | 96 | 50 | 51 | 14 | 3 | 2 | 12 | 38 | 41 | 90 | 542 |
| | T (°C) | 9,8 | 10,7 | 12,3 | 14,8 | 18,6 | 22,1 | 26,5 | 27,6 | 23,4 | 18 | 13,2 | 9,8 | 17,23 |

Tableau 6- Moyennes mensuelles des précipitations et des températures (Ancienne période : 1913-1938) données de SELTZER, 1946

| s | | (Nouvelle période : 2019-1975 Moyennes mensuelles des précipitations et des températures.) | | | | | | | | | | | | Moyenne |
|---|--------|---|---------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-----------|---------|----------|----------|---------|
| M | | Janvier | Février | Mars | Avril | May | Juin | Juillet | Aout | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre | 632,26 |
| | P(mm) | 121,34 | 46,73 | 51,68 | 68,01 | 58,35 | 6,76 | 10,16 | 5,08 | 19,09 | 87,97 | 98,09 | 58,99 | |
| | T (°C) | 6,25 | 7,40 | 9,41 | 10,76 | 14,92 | 18,65 | 23,03 | 23,36 | 19,58 | 14,95 | 10,81 | 8,60 | |
| B | P(mm) | 83,06 | 33,47 | 35,07 | 47,82 | 41,81 | 4,66 | 7,80 | 4,20 | 14,05 | 63,21 | 74,47 | 42,97 | 452,58 |
| | T (°C) | 8,26 | 9,45 | 11,70 | 13,66 | 17,92 | 21,62 | 26,18 | 26,38 | 22,55 | 17,75 | 13,22 | 10,78 | 16,62 |

Tableau 7-Moyennes mensuelles des précipitations et des températures (Nouvelle période : 1975-2019). (Source : ANRH)

Chapitre 02 : Etude de milieu physique

| Les moyennes des minima et maxima. (Ancienne période : 1913_1938) | | | | | | | | | | | | | | Moyenne |
|---|---------|---------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-----------|---------|----------|----------|-------|---------|
| | Janvier | Février | Mars | Avril | May | Juin | Juillet | Aout | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre | | |
| M | m (°C) | 3,96 | 4,28 | 4,82 | 6,14 | 11,35 | 12,65 | 15,14 | 16,8 | 14,48 | 9,88 | 6,24 | 4,32 | 9,184 |
| | M (°C) | 11,88 | 13,24 | 15,32 | 18,09 | 18,98 | 23,42 | 28,11 | 29,07 | 23,68 | 19,51 | 15,35 | 11,72 | 18,95 |
| | (M+m)/2 | 7,92 | 8,76 | 10,07 | 12,11 | 15,17 | 18,03 | 21,63 | 22,94 | 19,08 | 14,7 | 10,79 | 8,02 | 14,07 |
| B | m (°C) | 5,2 | 5,35 | 6,03 | 7,67 | 14,19 | 15,81 | 18,93 | 21 | 18,1 | 12,35 | 7,8 | 5,4 | 11,48 |
| | M (°C) | 14,4 | 16,05 | 18,57 | 21,93 | 23,01 | 28,39 | 34,07 | 34,2 | 28,7 | 23,65 | 18,6 | 14,2 | 22,98 |
| | (M+m)/2 | 9,8 | 10,7 | 12,3 | 14,8 | 18,6 | 22,1 | 26,5 | 27,6 | 23,4 | 18 | 13,2 | 9,8 | 17,23 |

Tableau 8 - Moyennes des minima et maxima (Ancienne période : 1913-1938) données de (SELTZER, 1946)

| Les moyennes des minima et maxima. (Nouvelle période : 1975_2019) | | | | | | | | | | | | | | Moyenne |
|---|---------|---------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-----------|---------|----------|----------|-------|---------|
| | Janvier | Février | Mars | Avril | May | Juin | Juillet | Aout | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre | | |
| M | m (°C) | 4,20 | 5,23 | 7,82 | 8,41 | 13,19 | 15,89 | 19,87 | 20,59 | 16,41 | 12,31 | 8,13 | 5,60 | 11,47 |
| | M (°C) | 8,73 | 10,38 | 11,48 | 12,95 | 16,41 | 22,72 | 27,50 | 26,96 | 22,61 | 16,97 | 13,61 | 11,09 | 16,78 |
| | (M+m)/2 | 6,47 | 7,80 | 9,65 | 10,69 | 14,80 | 19,31 | 23,68 | 23,77 | 19,51 | 14,64 | 10,87 | 8,35 | 14,13 |
| B | m (°C) | 5,77 | 6,46 | 9,27 | 11,46 | 15,65 | 18,07 | 22,99 | 22,98 | 18,94 | 14,66 | 9,92 | 7,33 | 13,62 |
| | M (°C) | 11,35 | 13,11 | 14,78 | 16,46 | 20,80 | 27,33 | 30,64 | 31,49 | 27,32 | 20,90 | 16,87 | 13,70 | 20,4 |
| | (M+m)/2 | 8,56 | 9,78 | 12,03 | 13,96 | 18,23 | 22,70 | 26,82 | 27,24 | 23,12 | 17,78 | 13,40 | 10,52 | 17,01 |

Tableau 9 - Moyennes des minima et maxima (nouvelle période : 1975-2019) (source : ANRH).

M : mefrouche B : Beni-Bahdel

Chapitre 02 : Etude de milieu physique

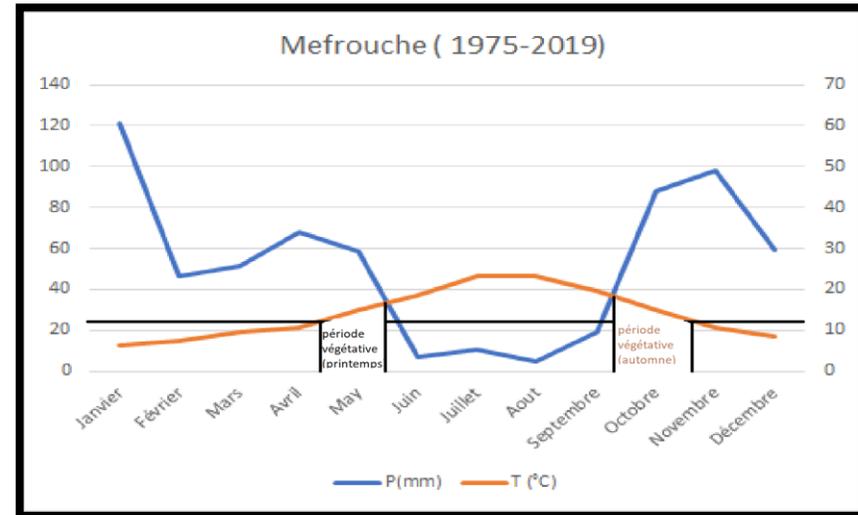
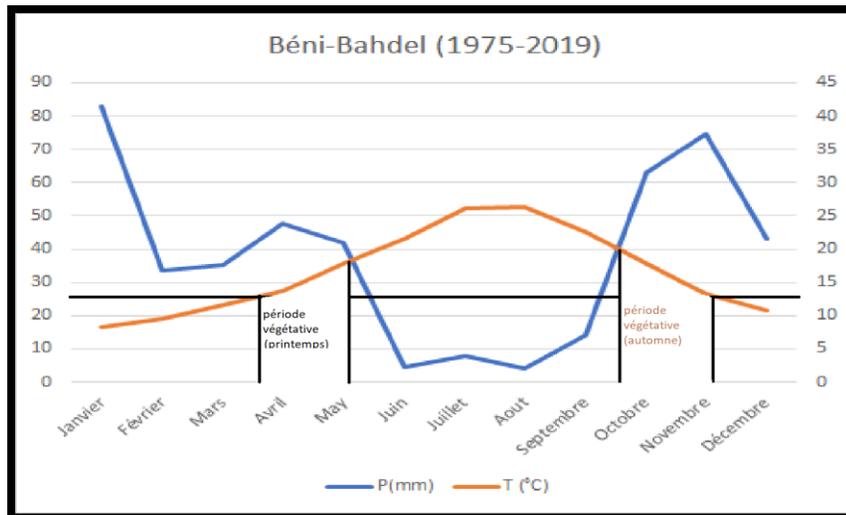
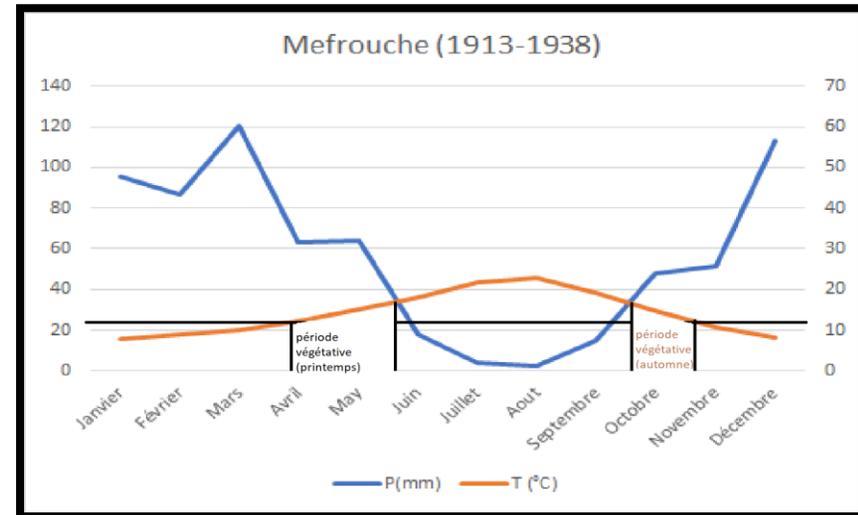
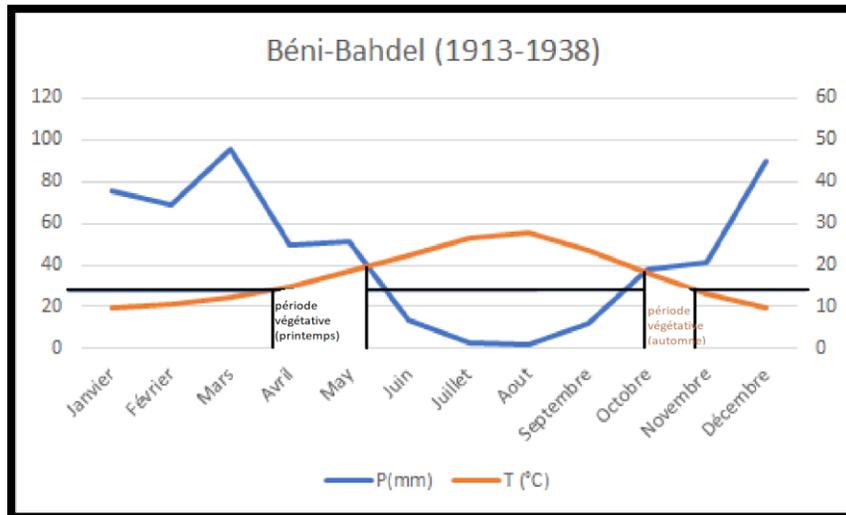


Figure 15 - Diagrammes ombro-thermiques de Bagnouls et Gausson

Chapitre 02 : Etude de milieu physique

Bagnouls et Gaussen (1953), ont imaginé de comparer les courbes de pluie (courbes ombriques) et les températures (courbes thermiques), alors ils proposent en utilisant une double échelle en ordonnée à gauche des précipitations et à droite les températures de sorte que l'échelle des températures soit double des précipitations (1 °C= 2mm)

Comme la figure 14 montre, les deux stations sont caractérisées par une sécheresse estivale qui s'étend de 4 à 5 mois. Cette sécheresse estivale particulièrement importante peut aussi perturber les phénomènes de régénération en bioclimat aride et semi-aride et provoque des modifications notables dans la répartition de certaines espèces (Quezel, 2000).

10.3 Températures :

Au niveau des pays du bassin méditerranéen, le facteur thermique est moins important que le facteur eau, mais il reste un facteur écologique fondamental, car il assure le déclenchement de l'activité biologique chez les végétaux, mais également il augmente l'évapotranspiration, réduit l'efficacité des précipitations et provoque une diminution de la réserve en eau du sol et celle de l'énergie auquel la végétation manifeste son rythme biologique.

Selon Emberger (1955), les valeurs prises en considération sont celles ayant une signification biologique, et sont :

- Températures moyennes mensuelles (°C) ;
- Moyenne des maxima du mois le plus chaud (M) (°C) ;
- Moyenne des minima du mois le plus froid (m) (°C)

Chapitre 02 : Etude de milieu physique

10.3.1 Températures moyennes mensuelles et annuelles

L'étude comparative entre les deux périodes donne les résultats suivants :

Les températures moyennes annuelles, variant entre 14,07 °C (Mefrouche) et 17,23 °C (Béni-Bahdel) pour l'ancienne période. Et 14,13 °C (Mefrouche) et 17,01°C (Béni-Bahdel) Pour la nouvelle période. Donc, il y a une stabilité entre les deux périodes.

Les températures moyennes les plus basses dans l'ancienne période, se situent au mois de janvier (Mefrouche : 7,92 C°, Béni Bahdel : 9,8 °C) Pour la nouvelle période, elles se situent au mois de janvier pour les deux stations

Les températures moyennes les plus élevées dans l'ancienne période, se situent au mois d'août (Mefrouche : 22,93 °C, Béni-Bahdel : 27,6 °C). Pour la nouvelle période, elles se situent aussi au mois d'août pour les deux stations (Mefrouche : 23,77 °C, Béni-Bahdel :27,23 °C).

En général, la période froide s'étend de décembre à mars ; ce qui correspond à la période pluvieuse. La période chaude correspond à la saison estivale avec des pics importants durant les mois de juillet et d'août.

10.3.1.1 Température moyenne des maxima du mois le plus chaud « M » :

Le tableau ci- dessus montre que dans l'ancienne période et dans les deux stations le mois le plus chaud de l'année est le mois d'aout avec 34,2 °C pour la station de Beni Bahdel et 29,7 °C pour Mefrouche ;

Néanmoins il y a eu un changement dans la nouvelle période observé dans les données de la station de Mefrouche, le mois le plus chaud est devenu le mois de juillet avec qui a une moyenne des maxima de 27,5 °C ce qui est deux degrés plus bas qu'avant, et la station de Beni Bahdel a également enregistré une diminution de 2,71 °C par rapport à l'ancien période, mais le mois d'aout reste le plus chaud.

Chapitre 02 : Etude de milieu physique

10.3.1.2 Température moyenne des « minima » du mois le plus froids «m»

- Ancienne période

Le tableau ci- dessus montre que le mois le plus froid de l'année est le mois de janvier pour les deux stations (meffrouch 3,96 °C ; beni bahdel 5,2 °C) et que la période froide s'étale sur sept mois où les températures sont inférieures à 10 °C d'après Emberger (1955).

- Nouvelle période

Une légère augmentation a été enregistré par rapport à l'ancienne période, mais le mois de janvier reste le plus froid (meffrouch 4,20 °C ; beni bahdel 5,77 °C)

10.3.1.3 Quotient pluvio-thermique d'EMBERGER (1952)

Le calcul du quotient pluvio-thermique « Q2 » d'Emberger est pour déterminer l'étage bioclimatique de la région ; Ce quotient pluvio-thermique d'Emberger « Q2 » est déterminé par la combinaison des 3 principaux facteurs du climat :

P : Précipitation annuelle en mm.

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud en Kelvin (K) ;

m : moyenne des minima du mois le plus froid en Kelvin (K).

La formule utilisée pour le calcul est la suivante : $Q2 = 2000P/M2 - m2$, où :

P : moyenne des précipitations annuelles (mm).

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud ($^{\circ}K = ^{\circ}C + 273,2$).

m : moyenne des minima du mois le plus froid ($^{\circ}K = ^{\circ}C + 273,2$).

Chapitre 02 : Etude de milieu physique

| Station | P(mm) | Période | M(°C) | M (°C) | Q2 |
|-------------|--------|---------|-------|--------|-------|
| Mefrouche | 681,83 | Anc | 29,07 | 3,96 | 93,14 |
| | 632,26 | Nou | 27,50 | 4,20 | 93,08 |
| Béni-Bahdel | 542,00 | Anc | 34,20 | 5,20 | 64,11 |
| | 452,58 | Nou | 31,49 | 5,77 | 60,35 |

Tableau 10 - Quotients pluvio-thermiques d'EMBERGER (1952).

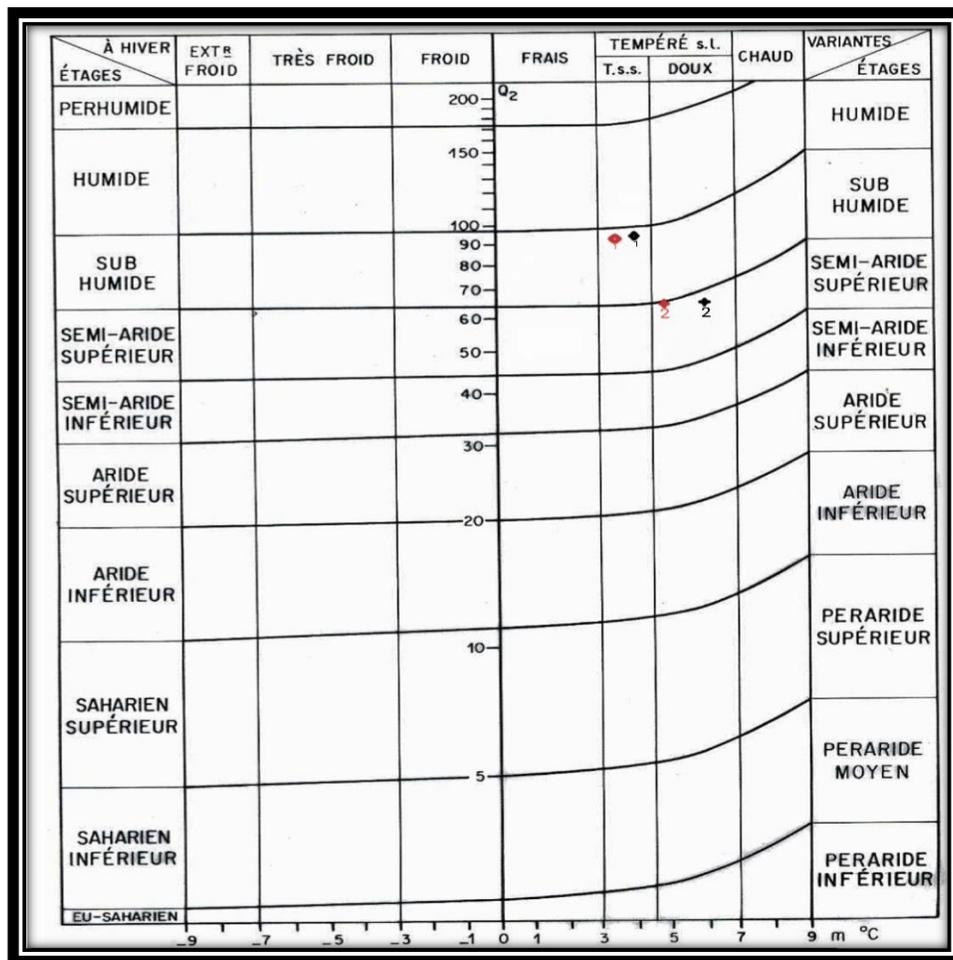


Figure 16 - Climagramme pluviothermique du quotient (Q2) d'EMBERGER (1952).

1 : station de Mafrouche 2 : station de béni Bahdel

◆ Nouvelle période ◆ Ancienne période

10.4 Autres paramètres climatiques :

Les précipitations et les températures restent les seuls paramètres à bénéficier d'une mesure quasi régulière et une étude approfondie, en raison de leur grande importance, néanmoins l'analyse des autres paramètres climatiques, permet de compléter les interprétations.

10.4.1 Neige :

C'est la forme solide des précipitations qui peut constituer un approvisionnement en eau appréciable pour la végétation, d'après Djebaili (1984), Collignon 1986, note qu'à l'échelle régionale, les précipitations solides ne constituent qu'une faible part des précipitations totales.

C'est au niveau des altitudes du massif forestier Hafir –Zariffet, Qu'on observe plus de neige. Pendant longtemps, l'enneigement arrive jusqu'à 25 jours par an avec une épaisseur cumulée de l'ordre de 1.5 m (Seltzer, 1946).

Les neiges autres fois fréquentes deviennent de plus en plus rares et restent variables selon les années (Kazi-Tani, 1995), le sol et la végétation ont des réactions différentes quand les précipitations tombent sous forme de neige et lorsqu'elles tombent sous forme de pluies.

10.4.2 Grêle :

L'un des types solides de précipitation atmosphériques, elle est constituée des billes disjointes de glace dont le diamètre peut varier de quelques millimètres à une vingtaine de centimètre qui tombent dans les averses, lors des orages. Cela cause des dommages considérables aux cultures et à la végétation d'une manière générale. Il a été dénombré annuellement trois (03) jours de grêle.

Chapitre 02 : Etude de milieu physique

10.4.3 Gellée

Un phénomène ordinaire, mais qui n'est pas moins préjudiciable ; selon le moment où elles se produisent, elles peuvent avoir des conséquences plus ou moins importantes.

La région reçoit des gelées fréquemment durant l'hiver (Novembre à Février) mais généralement elles sont présentes jusqu'à fin mars

10.4.4 Humidité

Les zones d'études caractérisent par une hygrométrie atmosphérique assez importante, elle peut atteindre 70 % en moyenne.

10.4.5 Brouillard :

Un amas de fines gouttelettes d'eau ou de fins cristaux de glaces en suspension dans l'air, il est courant surtout sur les altitudes, entre décembre et fin avril, souvent en périodes humides. Il cache la chaleur et la lumière ou adoucissent leurs effets, mais leur nocivité peut être constatée lorsqu'il forme la gelée blanche sur le végétal ou au ralentissement du dégel et dans le refroidissement du sol.

10.4.6 Vent :

C'est la conséquence de masses d'air se déplaçant dans des zones de haute pression vers des zones de basse pression, la région de Tlemcen connaît tout au long de l'année du vent de direction et de vitesse variable. En hiver ce sont des courants nord-ouest froids et humides qui dominent et qui s'opposent à ceux venant du sud qui sont chauds et secs (sirocco) fréquents en été avec généralement (15 Jours / an),

Ainsi que des vents de sable qui en devenue plus fréquent ces dernières années (le printemps de cette année « 2022 » a été remarquable concernant le nombre de tempêtes de sables dans la région avec plusieurs vagues violents dans une courte durée) ;

Chapitre 03 :
Matériels et méthodes

1 Objectif de l'étude :

Le sapin de Numidie représente tout d'abord un patrimoine génétique de très grande importance vue leur endémisme au massif des Babors et leur rôle dans l'équilibre écologique, cette richesse subit une érosion due aux plusieurs raisons, essentiellement humaines, Notamment par le pâturage et les incendies qui causent chaque année d'importantes pertes, le Sapin de Numidie qui est très sensible aux feux et qui se trouve remplacé par le cèdre l'espèce la plus résistante.

Le choix du Sapin de Numidie est dû à ces caractéristiques forestières remarquables, sa valeur écologique indéniable et la rareté de cette espèce, son aire de répartition se réduit de jour en jour et son existence en Algérie se voit menacée.

Pour les raisons mentionnées, le sapin de Numidie doit être conservé *in situ* et *ex situ*, et le présent travail porte principalement sur l'étude des possibilités d'introduction du sapin de Numidie dans la région de Tlemcen, dans l'objectif de préserver cette espèce rare et pour rafraîchir la biodiversité floristique dans la région.

2 Choix de la zone d'étude :

Le choix de la région de Tlemcen était dû à l'existence d'espèces accompagnant le sapin de Numidie dans son air naturel, tel que le chêne zeen (*Quercus faginea*), le cèdre de l'atlas (*cedrus atlantica*) et l'if (*Taxus baccata*), qui se trouvent dans les monts de Tlemcen spécifiquement, les stations d'études étaient focalisées dans le territoire du parc national de Tlemcen à cause de la disponibilité des données de milieu et la présence de quelques spécimens du sapin de Numidie dans la région.

Le chêne zeen (*Quercus faginea*): cette espèce qui présente une difficulté d'identification, celle-ci a pour principale origine un polymorphisme foliaire extraordinaire Bouazzaoui, (2011). Dans les monts de Tlemcen, on localise la zeenaie

la plus occidentale de l'Algérie. Elle commence à envahir les zones les plus humides et apparaît comme une succession naturelle au groupement à chêne vert et à chêne liège.

Le cèdre de l'atlas (*cedrus atlantica*) : se trouve uniquement dans des petits groupements reboisés il y a plus de 60 ans dans la maison forestière de Hafir. Bencherif (2016) note la présence de quelques beaux sujets de cèdres dans la forêt domaniale de Tlemcen.

L'if (*Taxus baccata*) : quelque sujets reliques ont été remarqués au niveau de mont Asfour, malheureusement la région occidentale des monts de Tlemcen n'a pas été étudié dans ce travail en raison de contraintes de temps.

3 Méthode d'étude sur le terrain :

3.1 Inventaire floristique :

Les inventaires précisent la qualité et la quantité du matériel végétale, voire la diversité dans un lieu. Dans notre cadre d'étude, l'inventaire floristique avec les données bibliographiques sur la flore de la région nous permettent de comparer les associations végétales dans la zone d'introduction avec le phytotype (cortège floristique) du sapin de Numidie.

La méthodologie consiste à installer une placette de 1 m sur 1 m et compter le nombre d'espèces à l'intérieur, puis on augmente la surface de la placette en multipliant la largeur de cette dernière, elle deviendra alors 2 m sur 1 m, et on refait la même processus (1 m/1m – 1m/2m – 2m/2m – 2m/4m – 4m/4m...), jusqu'à ce que le nombre d'espèces devienne constant.

3.2 Recherche des spécimens du sapin dans la région de Tlemcen :

En 1987 Mr Bellifa M. a apporté des plants du sapin de Numidie et du cèdre de l'Atlas de la pépinière Merdja afin de les planter dans la forêt de Hafir, en fait 30 Ha ont été

Chapitre 03 : Matériel et méthode

planté avec plusieurs répétitions, mais il a été détruit par le cheptel et les agriculteurs de cerise, certains plants ont été dispersés et plantés individuellement à la pépinière de Timsadart, l'ancien département d'agronomie (Direction Des services Universitaires maintenant) et Birouana pour des raisons ornementales.

Notre étude consiste à évaluer le développement de ces individus, leur état sanitaire et leur comportement avec le milieu.

- Analyse visuelle de l'état sanitaire des sujets ;
- Inventaire floristique des plants qui se trouvent à proximité des sujets ;
- Test acide chlorhydrique pour déterminer la présence du calcaire ;
- Mesures dendrométriques :
 - La hauteur ;
 - Le diamètre (à 0 m et à 1,30 m de hauteur) ;
 - La longueur des branches ;
 - La densité.

3.3 Matériel utiliser :



Photo 4 - Altimètre



Photo 2 - Mètre ruban

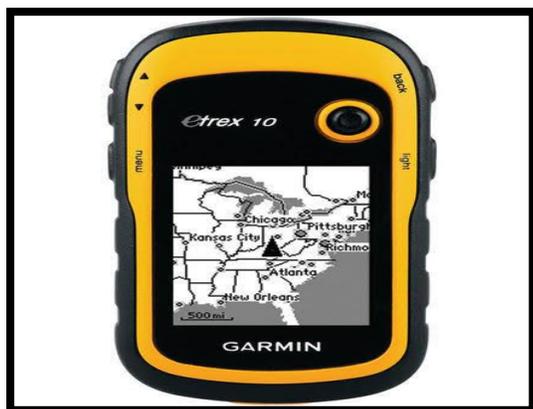


Photo 6 - GPS

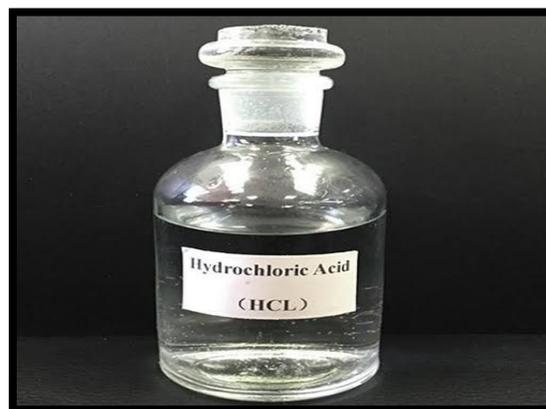


Photo 7 - Hcl



Photo 5 - Mètre ruban

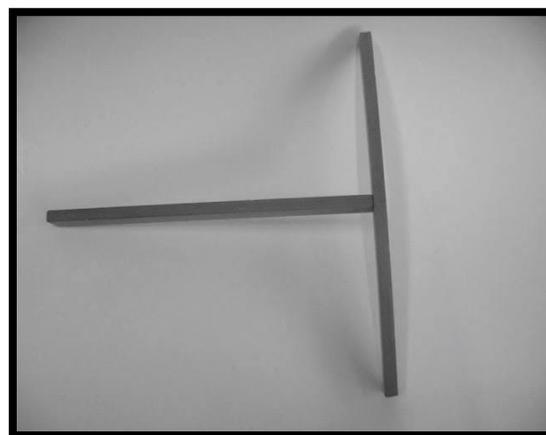


Photo 3 - Croix de bucheron

4 Analyses pédologiques :

Les études pédologiques se basent sur deux volets à savoir, l'observation des différents types de sols sur le terrain, complétée par une prise d'échantillon de sols, ces derniers sont destinés à faire l'objet d'analyses au laboratoire, ce qui constitue le second volet de l'étude.

L'objectif de cette étude étant un diagnostic pédologique la forêt de Hafir, deux profils pédologiques dans deux situations écologiques ont été repérés. Il s'agit d'un premier avec une exposition sud, le second étant exposé à l'ouest.

La confrontation des observations des différents profils de sols sur le terrain et les résultats des analyses pédologiques au laboratoire ; permettent de se prononcer sur les types de sols ainsi que sur leur pédogénèse.

Les analyses pédologiques ont été effectuées au laboratoire de pédologie de la faculté (SNV STU).

4.1 Préparation des échantillons :

Au laboratoire les échantillons prélevés ont été étalés, sur le papier journal pour sécher à l'air libre, les agrégats sont pulvérisés et les débris organiques sont éliminés.

Après séchage, les échantillons sont pesés, tamisés à l'aide d'un tamis à trou de 2 mm de diamètre, ce processus nous permet de séparer les éléments grossiers des éléments fins et les pesés et calculer leurs proportions

La terre fine est recueillie dans des sacs en plastique structurés et étiquetée en vue de subir toute une série d'analyses.

4.2 Mesure du pH :

Le pH joue un rôle considérable sur la dynamique des éléments, il est considéré comme une variable maîtresse dans les sols puisque qu'il affecte de nombreux processus chimiques en contrôlant les formes chimiques des différents nutriments et en influençant les réactions chimiques qu'elles subissent et par conséquent la disponibilité la nutrition des végétaux.

Le pH est défini comme le logarithme négatif de l'activité des ions hydronium dans une solution, dans les sols, il est mesuré dans une boue de sol mélangé à de l'eau et se situe normalement entre 3 et 10, 7 étant neutre, les sols acides ont un pH inférieur à sept et les sols alcalins ont un pH supérieur à sept.

La mesure des valeurs du pH des suspensions de sol est réalisée en faisant appel à la méthode électrométrique en utilisant un pH mètre à électrode de verre. Cette méthode consiste à mesurer la force électromotrice d'une suspension de sol.

Le mode opératoire consiste à mélanger 40 g de sol séché et tamisé avec 40 mL d'eau distillée (ou une autre quantité, mais toujours en proportion 50-50 avec le sol) avec une cuillère.

Remuer le mélange sol/eau avec une cuillère ou autre jusqu'à ce qu'il soit totalement mélangé. Remuer le mélange sol/eau pendant 30 secondes puis attendez durant trois minutes et répétez cinq fois ce cycle, remuer/attendre.

Ensuite, laissez le mélange reposer jusqu'à ce qu'une couche surnageante (liquide plus clair au-dessus du sol) se forme (environ cinq minutes).

Mesurer le pH de la couche surnageante en utilisant le pH-mètre

Répétez les étapes 1 à 3 pour les deux autres échantillons du même horizon.

4.3 Analyse granulométrique (Méthode CASAGRANDE) :

L'analyse granulométrique d'un sol consiste à déterminer la proportion des diverses classes de grosseur des particules. (Sable, limon, argile)

Méthode par tamis : Une portion d'échantillon est séchée et séparée par vibration sur une série de tamis superposés. Par la suite, le contenu de chaque tamis est pesé et la fraction d'échantillon recueillie par tamis est rapportée sur la quantité d'échantillon totale.

Méthode hydrométrique : Une portion d'échantillon séchée est mélangée à un volume d'eau contenant un agent dispersant (dans nos cas, **l'hexamétaphosphate de sodium**), lequel est ensuite introduit dans un cylindre. La densité du mélange est mesurée à l'aide d'un hydromètre à divers intervalles de temps. La densité obtenue en fonction du temps de sédimentation permet d'obtenir la portion d'échantillon ayant une granulométrie inférieure à 75 μm . Après la mesure finale, l'échantillon est passé à travers une série de tamis pour déterminer la granulométrie supérieure à 75 μm .

Pour la réalisation de cette analyse, le matériel suivant a été utilisé, à savoir : deux tamis (2 et 0,2 mm), une balance de précision, une étuve, des éprouvettes de sédimentations graduées de 100 à 1000 ml, un densimètre de MERIAUX, un thermomètre, un sel neutre (l'hexamétaphosphate de sodium) et l'eau distillée.

4.4 Détermination de la couleur :

La couleur est un caractère physique qui peut révéler certaines conditions de pédogenèse et parfois les vocations possibles du sol considéré (Aubert, 1978). Elle est extraite grâce aux tables des couleurs MUNSSELL, les échantillons doivent être secs et bien éclairés. Cette dernière condition est nécessaire pour déterminer plus aisément les différentes teintes.

4.5 Matériel utiliser :



Photo 10 - Eprouvette



Photo 9 - Plaque chauffante agitatrice



Photo 8 - Etuve



Photo 13 - pH metre



Photo 12 - Densimètre



Photo 11 - Eau distillée



Photo 15 - Tamis

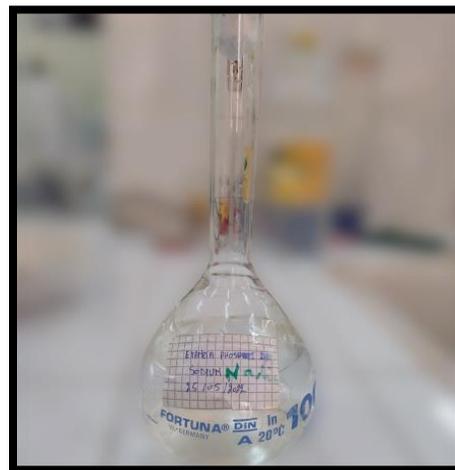


Photo 14 - Hexametaphosphate de sodium

Chapitre 04 :
Résultats et discussion

1 Les spécimens d'*Abies numidica* dans la région de Tlemcen :

1.1 Station de Timsadart :

Altitude : 1120 m

Coordonnées : 34° 44' 36''N - 1°26'41''O

Dans l'entrée de la pépinière, quatre sujets identifier comme sapin de Numidie, ils étaient tous morts ; selon un travailleur de la pépinière, trois entre eux sont morts l'année dernière et l'un d'eux est mort il y a plusieurs années ;

Le Test acide chlorhydrique montre la présence du calcaire au niveau du sol au-dessous des sujets de sapin ;

Le sol à l'intérieur de la pépinière est défriché de la végétation et planter par l'avoine, donc on a fait l'inventaire floristique dans les alentours de la pépinière.

Les quatre sujets ont été plantés il y a environ 30 ans et ils ont été arrosés pendant toutes ces années selon un vieux travailleur de la pépinière.



Photo 16 - Sapin de Numidie mort dans la pépinière de Timsedart (Belkhir, 2022).

Chapitre 04 : Résultats et discussion

En raison de l'absence de signes évidents de maladie sur les organes restants sur les arbres, la cause de la mort est probablement due aux conditions climatiques (déficit hydrique ou températures extrêmes), Aussi triste que ce soit, ça reste un mystère détournant.

1.1.1 Inventaire floristique :

| Nom commun | Nom scientifique | Famille | Indication |
|-----------------------------|-----------------------------|----------------|---|
| Saul blanc | <i>Salix alba</i> | Salicaceae | Sol humide |
| Jonc | <i>Juncus maritimus</i> | Juncaceae | Sol alcalin |
| Pistachier l'entisque | <i>Pistacia lentiscus</i> | Anacardiaceae | Températures chauds, sol non salé |
| Palmier nain | <i>Chamaerops humilis</i> | Arecaceae | Températures chauds, Sol non salé |
| Aubépine noire | <i>Rhamnus lycioides</i> | Rhamnaceae | Températures chauds - Sol non salé |
| Olea europea | <i>Olea europea</i> | Oleaceae | Pas d'humidité atmosphérique - Températures chauds - Sol non salé |
| Chèvrefeuilles des baléares | <i>Lonicera implexa</i> | Caprifoliaceae | Sol non salé |
| Euphorbe arborescente | <i>Euphorbia dendroides</i> | Euphorbiaceae | Sol non salé |

Tableau 11- Résultat du relevé floristique dans les alentours de la pépinière.

L'analyse des plantes indicatrices affirme qu'il y a une certaine humidité dans le sol en raison du passage d'un oued juste à côté de l'arborétum, ces plantes indiquent aussi que la station située dans un climat un peu chaud et possède un sol alcalin non salé.

1.1.2 Mesures dendrométriques :

| | Sujet 1 | Sujet 2 | Sujet 3 (élagué) | Sujet 4 |
|------------------------------------|---------|---------|------------------|---------|
| Hauteur (m) | 5,10 | 5 | 5,30 | 4,90 |
| Circonférence au Colet (cm) | 62 | 62 | 74 | 60 |
| Circonférence à 1,30m (cm) | 37 | 33 | 46 | 40 |

Tableau 12 - Dimensions des sapins morts

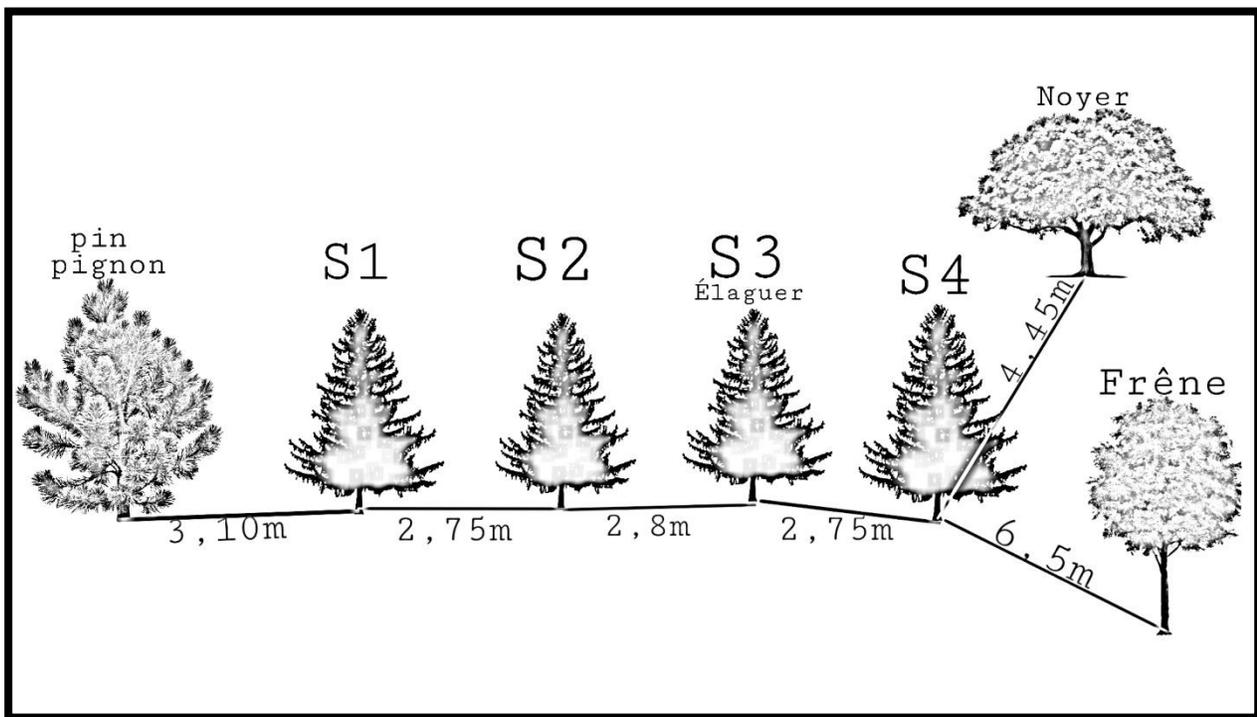


Photo 17 - Densité de plantation des sapins et les arbres en voisinage.

- Arbre échantillon (S3) :

En mesurant la longueur entre les branches de l'arbre élaguer (l'arbre qui est mort il y a des années), on peut évaluer l'évolution de la croissance au fil des années et comparer ces données avec les mesures des autres spécimens qui se trouvent dans la région d'étude.

On n'a pas mesuré toutes les distances entre les branches jusqu'au sommet de l'arbre à cause de manque d'instrument sur lequel grimper ;

1.2 Station de Birouana :

Altitude : 944m

Coordonnées : discrète

Un sujet de sapin qui mesure 4,5 m de hauteur et 24 cm de circonférence à 1,3 m, il est en bon état, et il a même fructifié l'année dernière et a donné deux cônes.

Le Test acide chlorohydrique montre la présence du calcaire au niveau du sol au-dessous de l'arbre.

L'arbre est entouré par deux cèdres un pin noir et un pin pignon, les semences de ce dernier régénèrent d'une manière extraordinaire.

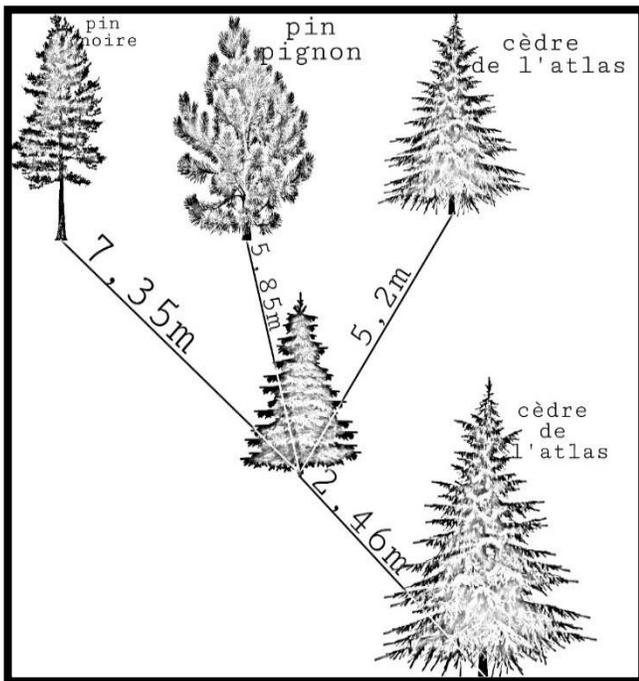


Photo 19 - Distance entre le sapin (sujet de Birouana) et les arbres qui l'entourent.

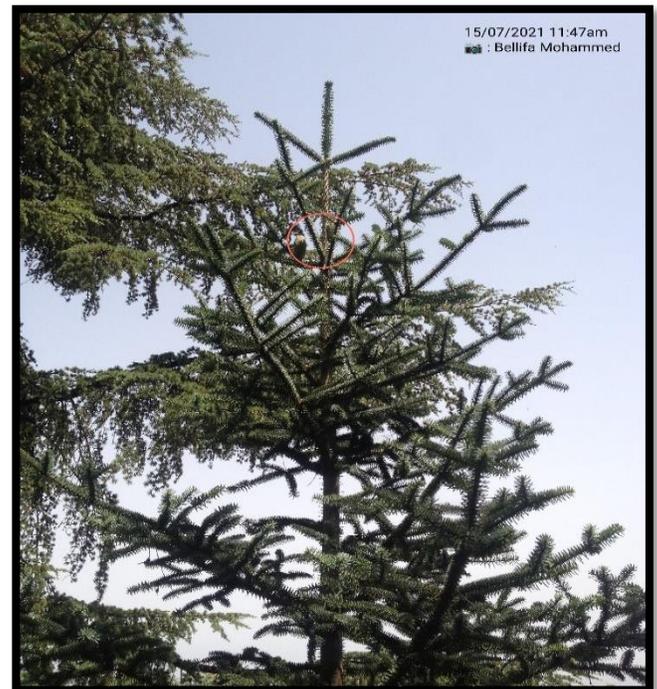


Photo 18 - Fructification du sapin de Birouana en 2021.

Chapitre 04 : Résultats et discussion

1.2.1 Inventaire floristique :

| Nom commun | Nom scientifique | famille | indication |
|----------------------------|--------------------------------------|----------------|---|
| Laiteron des champs | <i>Sonchus arvensis L.</i> | Astéracées | Sol non salé |
| Inule visqueuse | <i>Inula viscosa (L.) Ait.</i> | Astéracées | Sol calcaire |
| Porcelle enracinée | <i>Hypochoeris Radicata L.</i> | Astéracées | Sol sec pauvre de la matière organique et non salé |
| Panicaut champêtre | <i>Eryngium campestre</i> | Apiaceae | Sol peu alcalin sec pauvre de la matière organique et non salé |
| Thapsie | <i>Thapsia garganica L.</i> | Apiacées | Sol rocheux |
| Daucus carotte | <i>Daucus carota L.</i> | Apiacées | Sol non salé |
| Bugrane épineux | <i>Ononis spinosa L.</i> | Fabacées | Haute altitude - humidité faible (atmosphérique et du sol) – sol calcaire non salé |
| Calycotome épineux | <i>Calycotome spinosa (L.) Lamk.</i> | Fabacées | Sol non salé |
| Trèfle à feuilles étroites | <i>Trifolium angustifolium L.</i> | Fabacées | Sol sec pauvre de la matière organique et non salé |
| Marrubio | <i>Ballota hirsuta Benth</i> | Lamiaceae | Sol non salé |
| Satureja graeca | <i>Satureja graeca</i> | Lamiaceae | Faible humidité atmosphérique – Sol calcaire sec pauvre de la matière organique et non salé |
| Panicaut champêtre | <i>Eryngium campestre</i> | Apiaceae | Faible humidité atmosphérique -Sol pauvre de la matière organique et peu alcalin |
| Mouron rouge | <i>Anagallis arvensis L.</i> | Primulacées | Sol non salé |
| Asperge sauvage | <i>Asparagus acutifolius</i> | Liliacées | Températures chaud – sol sec non salé |
| Liseron de provence | <i>Convolvulus althaeoides L.</i> | Convolvulacées | Températures chaud |
| Gaillet gratteron | <i>Galium aparine</i> | Rubiaceae | Sol riche en nutriments et non salé |

Tableau 13 - Résultat du relevé floristique sous le sapin à Birouana

Le cortège floristique sous le sapin de Numidie confirme que cette espèce s'installe sans problème sur les sols superficiel et pauvre.

1.2.2 Mesures des branches :

L'évolution de la longueur des branches affirme que le taux d'élagage naturel est trop faible, il convient de préciser que l'arbre est déjà situé dans une zone bien ombragée et que la quantité de lumière qu'il reçoit est relativement faible.

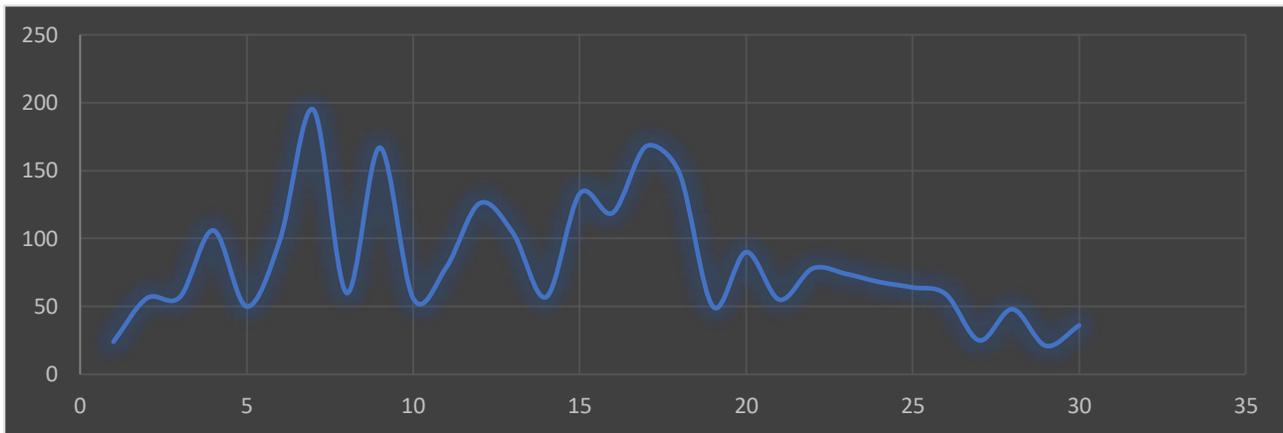


Figure 17 - Courbe de longueur des branches.

1.2.3 Comparaison des Croissance :

La figure montre que l'évolution des deux sujets était presque identique à une légère supériorité de spécimen de Birouana, Comme la majorité des sapins méditerranéens *Abies numidica* a une croissance très lente les premières décennies qui s'accélère ensuite, il est clair que les deux sujets n'ont pas encore atteint le stade de croissance rapide et la quantité du bois produit par les deux arbres est infime, par contre Le sapin de Numidie vit longtemps (2 à 3 siècle) et cela lui permet de produire une quantité importante de bois tout en préserve le paysage forestier et leur rôle de protection.

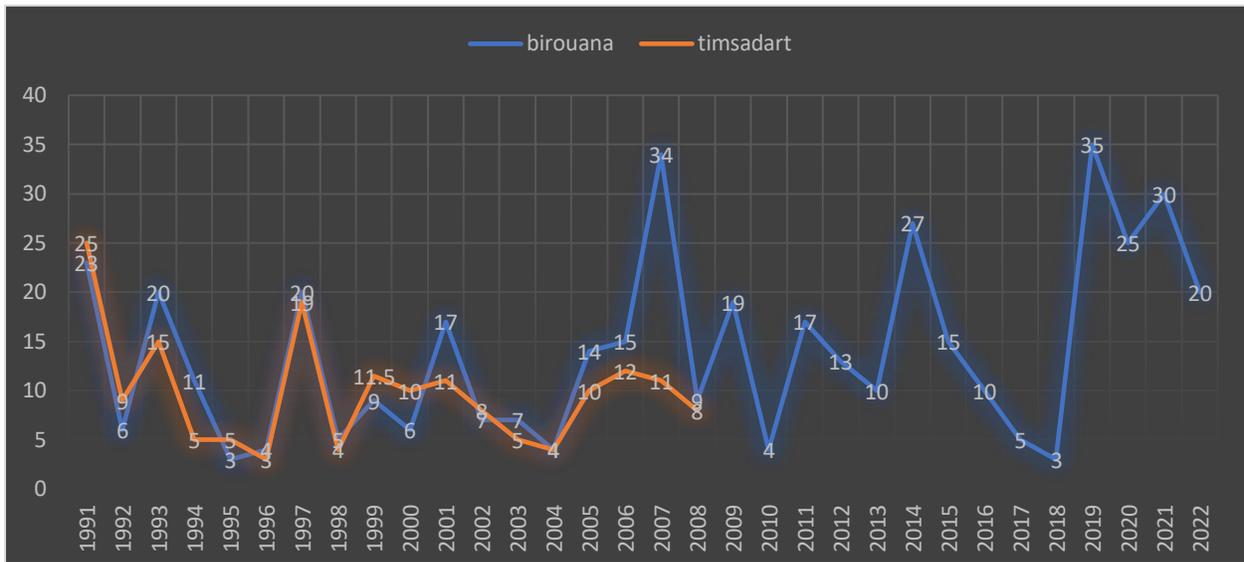


Figure 18 - Graph comparatif des croissances des sujets de Timsadart et Birouana.

Malheureusement aucunes traces des sapins plantées dans l'ancienne département des forêts, d'autre part deux nouveaux sujets d'à peu près cinq ans ont étaient trouvées dans le Park de loisir à Hafir ($34^{\circ}46'33''\text{N}$ - $1^{\circ}26'02''\text{O}$), et ils sont en excellent état.



Photo 20 - les jeunes plants de sapin au niveau du parc de Hafir (Belkhir, 2022)

2 Stations d'introduction

2.1 Foret de Hafir :

2.1.1.1 Etude pédologique :

- **Echantillon 01 :**

Ce sol est composé de trois horizons, il présente une profondeur de 140 cm et une quantité importante d'éléments grossiers (environ 50%)

La texture présente un gradient le long du profil, qui va de la texture équilibrée (Ls et La-s) dans les horizons A et B vers la texture argileux (horizon Cca-a).

Le calcaire est présent dans tout le profil et le pH reste voisin de la neutralité, mais il diminue régulièrement avec l'augmentation de la profondeur.

- **Echantillon 02 :**

Ce sol est composé de trois horizons, il présente une profondeur de 160 cm et une quantité moins importante d'éléments grossiers que le premier profile.

La texture varie de La-s dans le premier horizon vers une texture argileux dans le deuxième, tandis que dans le troisième horizon, elle est devenue Ls.

Absence totale du calcaire le long du profil et le pH reste voisin de la neutralité.

| Echantillon N° 01 | | | |
|--|------------------------|-----------------------|------------------------|
| Altitude (m) | 1280m | | |
| Topographie | Montagneuse | | |
| Exposition | Sud | | |
| Pente (%) | 15% | | |
| Substrat géologique | Marne | | |
| Horizons | A | B | Cca-a |
| Profondeur des horizons (cm) | 40 | 40-70 | 70-140 |
| Taux des éléments grossiers (%) | 53,24 | 54,25 | 44,53 |
| Structure | GRUMELEUSE | PRISMATIQUE | GRUMELEUSE |
| Granulométrie | | | |
| Argiles (%) | 7,79 | 22,22 | 53,84 |
| Limons (%) | 23,1 | 16,66 | 15,38 |
| Sables (%) | 69,2 | 61,11 | 30,8 |
| Type de texture | Limono-sableux | Limono-argilo-sableux | Argileux |
| Couleur selon MUNSELL | 7/5YR 4/6 strong brown | 2,5Y 6/8 Olive yellow | 7/5YR 4/6 strong brown |
| pH | 7,19 | 7,06 | 6,95 |
| Calcaire | Présent | Présent | Présent |

Tableau 14 - Résultats des analyses du sol (échantillon 1)

| Echantillon N° 02 | | | |
|--|-------------------------|---------------|--------------------------|
| Altitude (m) | 1280m | | |
| Topographie | Montagneuse | | |
| Exposition | Ouest | | |
| Pente (%) | 15% | | |
| Substrat géologique | | | |
| Horizons | A | B | Cca-a |
| Profondeur des horizons (cm) | 20 | 20-90 | 90-160 |
| Taux des éléments grossiers (%) | 29.16 | 28.52 | 59.30 |
| Structure | PARTICULAIRE | PARTICULAIRE | GRUMELEUSE |
| Granulométrie | | | |
| Argiles (%) | 28 | 57,14 | 12 |
| Limons (%) | 24 | 19,05 | 28 |
| Sables (%) | 48 | 23,81 | 60 |
| Type de texture | Limono-argileux-sableux | Argileux | Limono-sableux |
| Couleur Selon MUNSELL | 7.5YR7/4 Pink | 7.5YR8/4 Pink | 7.5YR 6/6 Reddish Yellow |
| pH | 7.06 | 6.95 | 6.84 |
| Calcaire | Absent | Absent | Absent |

Tableau 15 - Résultats des analyses du sol (échantillon 2)

Chapitre 04 : Résultats et discussion

○ Les triangles de textures :

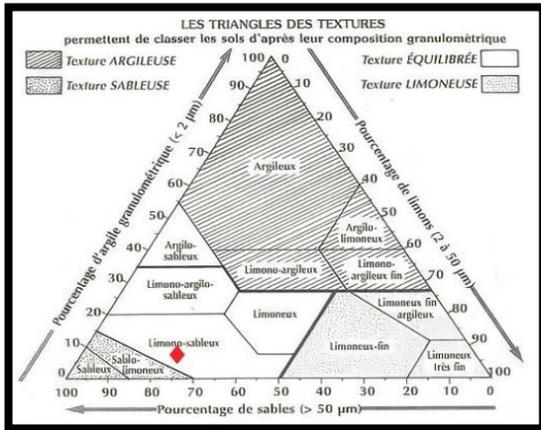


Figure 20- texture de l'horizon A (Echantillon 1)

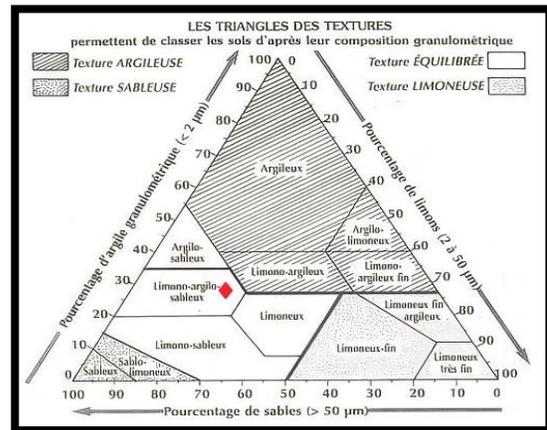


Figure 19- texture de l'horizon A (Echantillon 2)

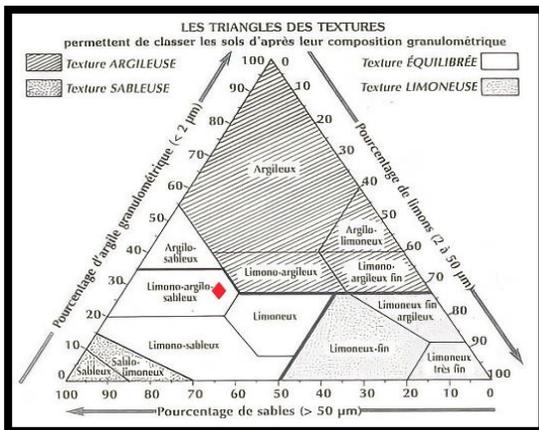


Figure 22- texture de l'horizon B (Echantillon 1)

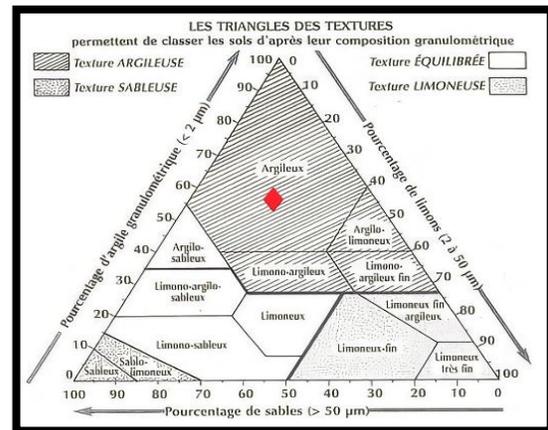


Figure 21- texture de l'horizon B (Echantillon 2)

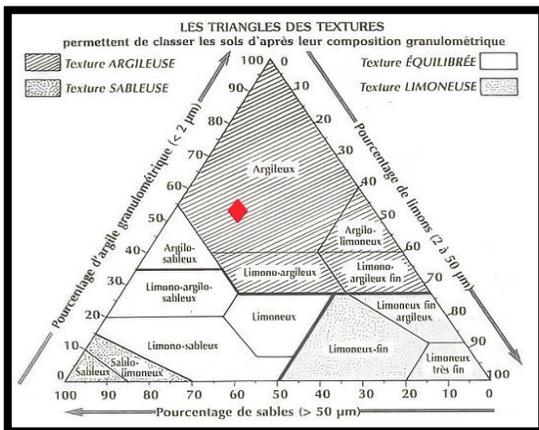


Figure 23- texture de l'horizon cca-a (Echantillon 1)

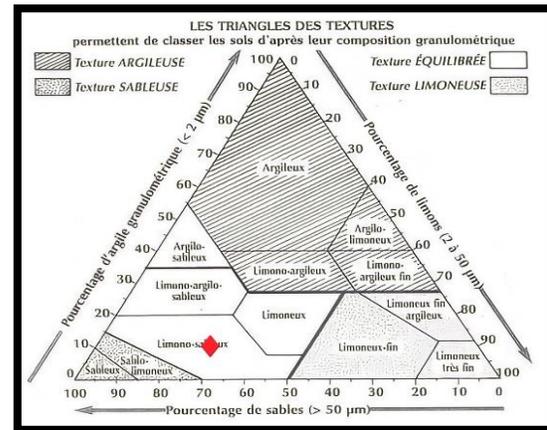


Figure 24-- texture de l'horizon cca-a (Echantillon 2)

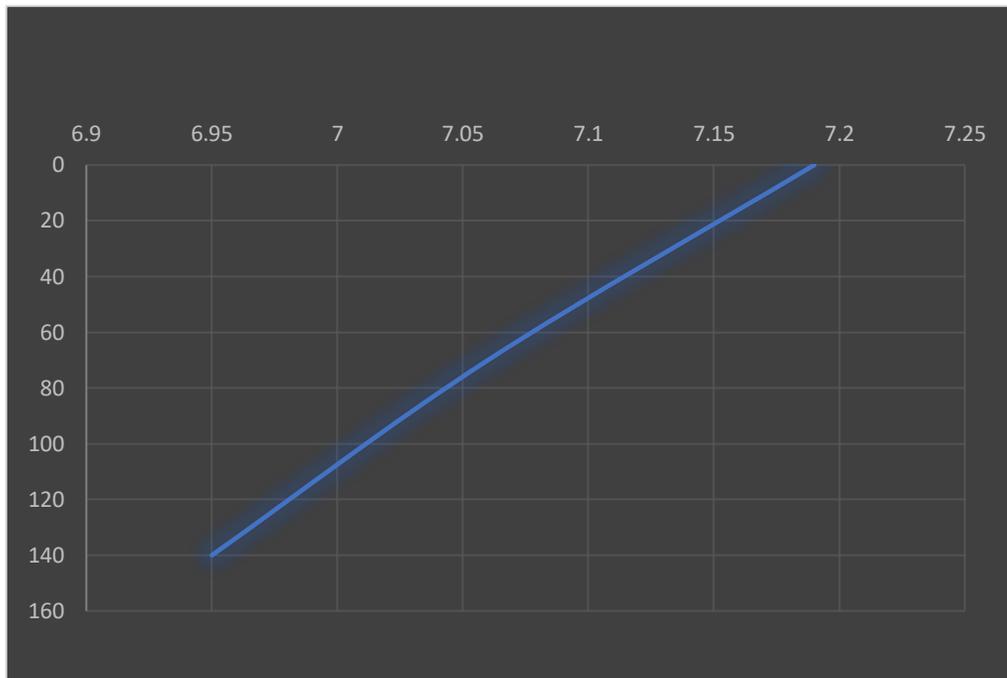


Figure 25 - Evolution de degré de pH en fonction de la profondeur (échantillon 1)

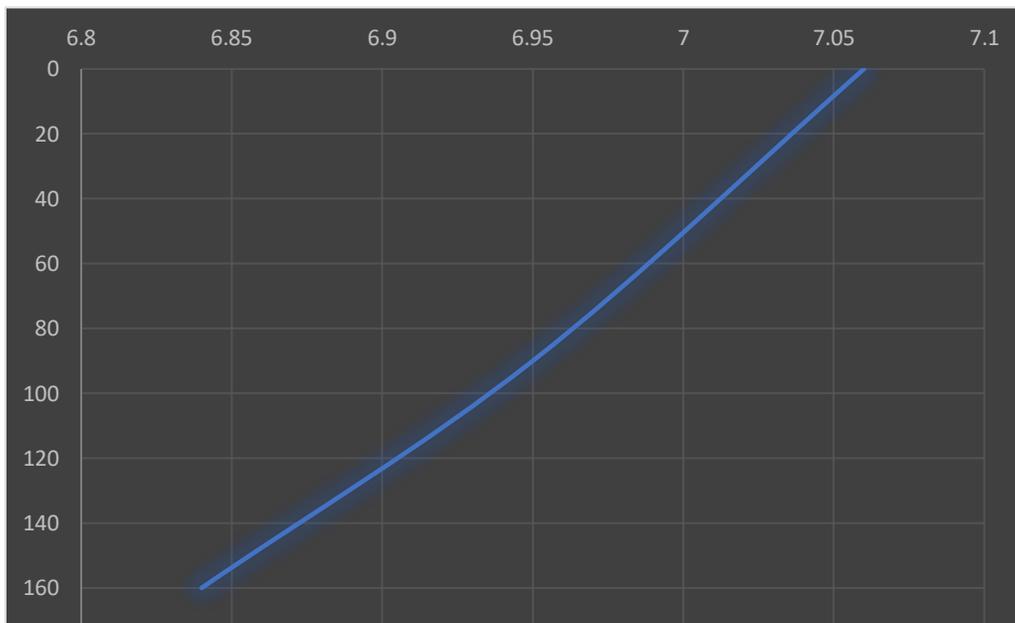


Figure 26 - Evolution de degré de pH en fonction de la profondeur (échantillon 2)

2.1.1.2 Relevé floristique :

| Nom commun | Nom scientifique | Famille | Indication |
|-------------------------------------|---------------------------------|-----------|--|
| Bruère arborescente | <i>Erica Arborea</i> | Ericaceae | Sol siliceux acide et non salé – températures minima ne descendent pas au-dessous de -10°C |
| Le Ciste à feuilles de sauge | <i>Cistus salviifolius</i> | Cistaceae | Sol siliceux acide et non salé |
| Avoine à grosses graines | <i>Avena sterilis</i> | Poaceae | Sol riche en nitrates |
| Jonc | <i>Juncus maritimus</i> | Juncaceae | Faible humidité atmosphérique -Sol acide |
| Chêne vert | <i>Quercus rotundifolia Lam</i> | Fagaceae | Haute altitude (plus de 800m) |
| Lavande papillon | <i>Lavandula stoechas</i> | Lamiaceae | Faible humidité atmosphérique- sol non salé |
| Scille maritime | <i>urginea maritima</i> | Liliaceae | Surpâturage |

Tableau 16 - Résultat du relevé floristique dans la forêt de Hafir

Les résultats de l'inventaire montre qu'on est dans un sol acide gréseux (l'air naturel de chêne liège), mais l'état de la végétation annonce une alerte de dégradation accentuée de paysage forestier dans la région, le principal agent causal est l'homme (incendies, surpâturage, défrichements, etc....) et les variations climatiques ont aggravé la situation.

Chapitre 04 : Résultats et discussion

2.1.2 Forêt domaniale :

2.1.2.1 Relevé floristique :

| Nom commun | Nom scientifique | Famille | Indication |
|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------|--|
| Le Chardon champêtre | <i>Eryngium campestre L.</i> | Apiaceae | Sol sec pauvre de la matière organique |
| Diss | <i>Ampelodesma mauritanicum</i> | Poaceae | Très faible humidité atmosphérique et du sol – températures chauds - sol alcalin |
| Genévrier oxycèdre | <i>Juniperus oxycedrus L</i> | Cupressacées | Sol alcalin |
| Chêne vert | <i>Quercus rotundifolia Lam</i> | Fagacées | Haute altitude (plus de 800m) |
| Asperge sauvage | <i>Asparagus acutifolius</i> | Liliacées | Températures chaud – sol sec non salé |
| Aubépine noire | <i>Rhamnus lycioides L</i> | Rhamnacées | Températures chaud - Sol non salé |
| Palmier nain | <i>Chamaerops humilis L.</i> | Palmacées | Sol non salé |
| olivier sauvage | <i>Olea europea L. var. oleaster</i> | Oléacées | Pas d'humidité atmosphérique - Températures chauds - Sol non salé |
| Asperula hirsuta L | <i>Asperula hirsuta L</i> | Rubiacees | - |
| Calycotome épineux | <i>Calycotome spinosa (L.) Lamk.</i> | Fabacées | Sol non salé |
| Le Ciste à feuilles de sauge | <i>Cistus salvifolius L.</i> | Cistacées | Sol siliceux |
| Marrubio | <i>Ballota hirsuta Benth</i> | Lamiaceae | Sol non salé |
| Gaillet gratteron | <i>Galium aparine</i> | Rubiaceae | Sol riche en nutriments et non salé |
| Malope malacoides | <i>Malopa malacoides</i> | Malvaceae | Pas d'humidité atmosphérique - Températures chauds – sol pauvre en matière organique et non salé |

Tableau 17 - Résultat du relevé floristique dans la forêt domaniale de Tlemcen

3 Comparaison

| Facteur | Aire naturel (Babors) | Zones d'introduction | | Observation |
|---------|--|----------------------|----------------------------|---|
| | | Hafir | Forêt domaniale de Tlemcen | |
| Sol | <p><u>Géologie :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - les formations carbonatées du Jurassique représentées essentiellement par le Lias, - petites calcaires et schistes constituant le crétacé inférieur, - crétacé supérieur, marno-calcaire à la base (céno-manien) et marneux ensuite | (+) | (++) | La forêt domaniale de Tlemcen possède des formations similaires avec celles des Babors, la région de Hafir a une superficie relativement plus large et par conséquent une diversité plus importante de roches mères donc la ressemblance avec les Babors est moindre. |
| Climat | Altitude(m):P(mm) 1200m : 1521mm 1500m :1685mm 1800m :1883mm 2000m :2001mm | (-) | (-) | Grande différence de climat représenté par beaucoup plus de précipitations et des températures plus basses dans les Babors et cela conduit à le placer dans des étages bioclimatiques différents. |
| | m = 2,2°C et M = 20,9 à 1500 mètres et m = 0,7°C et M = 17,6°C à 2000 mètres | (-) | (-) | |
| | Bioclimat Alt 1800m : Perhumide frais 2000m : Perhumide froid | (-) | (-) | |

Chapitre 04 : Résultats et discussion

| | | | | |
|-------------|---|------|-------|---|
| Topographie | <u>Exposition</u> : | (++) | (+++) | Il y a une nette similitude en termes de topographie sauf en altitude qui est considéré particulièrement élevé dans les monts de Tlemcen mais reste significativement plus bas que l'air naturel du sapin |
| | Deux versants principaux : un versant Sud et un versant nord | | | |
| | <u>Pentes</u> : fortes | (++) | (++) | |
| | <u>Altitude</u> : l'air du sapin va de 1600m vers 2004m Culminant | (-) | (-) | |
| Végétation | <u>La strate arborescente</u> : | (++) | (+) | Les monts Babors est clairement plus diversifié, mais il y a une certaine similitude notamment en termes d'espèces ligneux ; |
| | <i>Quercus faginea</i> - <i>Cedrus atlantica</i> - <i>Taxus baccata</i> - <i>Juniperus oxycedrus</i> L - <i>Juniperus phoenicea</i> L - <i>Populus tremula</i> - <i>Populus alba</i> L - <i>Populus nigra</i> L - <i>Quercus rotundifolia</i> Lam - <i>Quercus canariensis</i> Willd - <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl - <i>Pistacia terebinthus</i> L. - <i>Ilex aquifolium</i> L. - <i>Acer campestre</i> L. - <i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz ... | | | |
| | <u>Strate arbustive</u> : | (+) | (-) | |
| | <i>Rosa sicula</i> - <i>Rosa canina</i> L - <i>Rhamnus alaternus</i> L. - <i>Salix pedicellata</i> Desf. - <i>Berberis hispanica</i> Boiss. & Reuter- <i>Rhamnus lycioides</i> L | | | |
| | <u>Strate herbacée</u> : | (+) | (+) | Les herbacées sont nettement moins |
| | <i>Bellis sylvestris</i> L- | | | |

| | | | | |
|--|---|--|--|--|
| | <i>Tulipa Silvestris-</i> <i>Asperula odorata-</i> <i>Calamintha aborensis-</i> <i>Galium rotundifolium -</i> <i>Galium tunetanium...</i> | | | similaires, mais certaines correspondances existent quand même. |
|--|---|--|--|--|

Tableau 18 - Comparaison entre l'air naturel et les zones d'études

4 Discussion :

La comparaison de l'air naturel du sapin avec les zones d'introduction donne des résultats intéressants, commençant par la topographie qui est très similaire entre les trois zones et c'est normal puisqu'elles appartiennent à la même chaîne montagnarde (Atlas tellienne), mais la différence apparaît dans l'un des facteurs les plus importants pour l'apparition du sapin dans son aire d'origine, qui est l'altitude, dans les forêts de Hafir et Tlemcen l'altitude dépasse rarement les 1200 m par contre dans les Babors le sapin de Numidie apparaît dès 1600 m et monte jusqu'à 2000 m.

Le sapin de Numidie est considéré comme peu exigeant vis-à-vis au sol, il n'avait aucun problème avec le sol pauvre et superficiel au Birouana qui est proche à celui trouvé dans les Babors, la forêt de Hafir est un défi, car elles possèdent plusieurs types de sols, *A. numidica* craignent seulement les sols compacts et lourds, il n'a donc aucun problème avec les sols sableux et la présence des deux sujets en très bon état dans le parc de Hafir est la meilleure preuve.

Le climat et en particulier les précipitations sont les principaux obstacles face au sapin pour s'adapter à la région, bien qu'il est parmi les sapins les plus résistants à la sécheresse, mais sa plasticité reste insuffisante face au période sèche qui dure plus de quatre mois dans la région de Tlemcen.

Sans oublier le problème des gelées tardif qui peut causer des dommages importants aux nouvelles pousses et entraver la croissance de l'arbre.

Chapitre 04 : Résultats et discussion

La présence des espèces accompagnatrices du sapin de Numidie dans la région d'introduction, c'est certainement un facteur qui aide à l'adaptation de la plante au nouveau milieu, mais la quantité et la fréquentation de ces espèces reste relativement faible, de sorte que les opérations de reboisement doivent contrôler la densité et la fréquentation de ces espèces pour obtenir un rendement optimal tout en conserve un écosystème stable.

Conclusion générale

Conclusion générale

La préservation des écosystèmes forestiers constitue une obligation pour un pays comme l'Algérie où la majeure partie de sa superficie est désertique, au regard du rôle tant écologique qu'économique qu'ils jouent.

La conservation *in situ* et *ex situ* des espèces rares et endémiques algériennes est une pierre angulaire de notre démarche pour conserver notre patrimoine forestier et le valoriser.

Le sapin de Numidie est l'un des espèces rares et endémiques qui ont le plus besoin d'être conservé, en raison de son aire naturelle restreinte et les intérêts qu'il confère (scientifique dans la biodiversité de la flore naturelle, sylvicole et forestier par la qualité de son bois et phytosanitaire par l'huile essentielle de ses aiguilles), Bruno (2007), a même proposer de remplacer *Abies alba* par *Abies numidica* dans la forêt de sapin provençale en France, à cause de sa rusticité et sa tolérance des périodes de sécheresses prolongées provoqué par les variations climatiques.

L'étude des possibilités d'introduction du sapin de Numidie dans la région de Tlemcen ; peut sembler simple, mais la réalité est cependant un peu plus complexe, en raison de la rareté de la documentation sur le sapin de Numidie et ses exigences, et la difficulté d'obtenir les données climatiques précise de la région d'introduction.

Le sapin de Numidie dans son aire naturelle préfère les substrats calcaires et dolomitiques, mais ces exigences sont sans doute plutôt liées aux critères géologiques locaux, ce qui ne devrait pas exclure a priori leur utilisation sur des substrats métamorphiques, notamment les substrats gréseux de la région de Tlemcen.

Du point de vue altitudinal, il est à leur place au montagnard méditerranéen, mais peuvent dans diverses conditions être utilisés au supra-méditerranéen, voire au méso-

méditerranéen et la présence des spécimens qui fructifie et produit des semences dans les monts de Tlemcen et à Serraidi est éloquent à cet égard.

Abies numidica, contrairement à des idées préconçues, a une large plasticité aux facteurs thermiques, mais il reste toujours assez exigeant vis-à-vis des facteurs hydriques, il situe naturellement sur l'étage bioclimatique perhumides à hiver frais ou froid, c'est le seul obstacle majeur empêchant l'opération d'introduction, car dans les circonstances actuelles il est impossible pour le sapin de s'adapter dans la majeure partie des zones d'introduction,

Sa survie au sub-humide est toutefois possible du moins en ubac, sur des sols profonds, ou dans des zones à compensation hydrique évidente, c'est l'aire occupée par le chêne *zeen* au niveau des monts de Tlemcen, mais même dans cette situation sa survie à long terme paraît encore douteuse surtout dans un scénario de variations climatiques attendus (augmentation des températures et des déficits hydriques) liés aux phénomènes de l'effet de serre, les données bioclimatique montre que la nouvelle période est nettement déficitaire par rapport à l'ancienne période (1913-1938).

Les méthodes d'aménagements doivent être repensés, y compris les opérations sylvicoles le choix des espèces et leur densité dans les futures plantations, la mise en place des arboretums et des stations météologiques absolument nécessaires pour suivre les variations climatiques ainsi que le comportement des espèces en fonction les éléments liés au alias naturels essentiellement les facteurs climatiques.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

- Ainad tabet M., 1996 : Analyses ecofloristiques des grandes structures de végétation dans les Monts de Tlemcen (Approche phyto-écologique). Thèse Mag. ISN., Univ. Tlemcen. 111p.
- Aubert G., Loisel R., Zeraia L., 1976 : Première contribution à la mise en évidence de l'intérêt présenté par l'Arboretum de Meurdja (Algérie). In : *Ecologia mediterranea*, tome 2. pp. 123-130.
- Aussenac G., 2002: Ecology and ecophysiology of circum-Mediterranean firs in the context of climate change. *Ann. For. Sci.*, 59 823-832.
- Barbero M. et Quezel P., 1976 : Les forêts du pourtour méditerranéen. Forêts et maquis méditerranéens. *Ecologie, conservation et aménagement*. Note technique du MAB, UNSCO, 2.
- Barbey A., 1934 : Une relique de la sapinière méditerranéenne : Les monts Babors. Librairie Agricole de la maison rustique. Paris. (1-11).
- Benaissa.H et Benabdeli.Kh.,2019 : Evaluation de l'impact du parcours sur la végétation du Parc national de Tlemcen (Algérie nord-occidentale. *Geo-Eco-Trop.*, 43, (1) : 129-136.
- Bencherif, K., 2016. Réflexion sur l'aménagement des forêts de protection particulièrement vieilles. Cas de la forêt domaniale de Tlemcen (ALGÉRIE). Master. Aménagement forestier. Etude de cas, département des ressources forestières, Algérie. ffccl-0228120
- Bene, M. 1985 : Evolution de la plateforme de l'ouest algérien et du Nord-est Marocain au cours du jurassique supérieur et au début du crétacé : stratigraphie, milieux de dépôt et dynamique sédimentaire". Doc – Lab-Géol. Lyon n°95. (Fasc1). Département des sciences de la terre. Université Claude Bernard. Lyon. 367 p
- Bennadja, S. and Tlili Ait Kaki, Y. 2013: The Fir of Numidia: A Threatened Species. – *Kastamonu. Univ., J. Forest. Fac., Special Issue* : 283-286.
- Bouhraoua R T., 2003 : Situation sanitaire de quelques forêts de chêne liège de l'ouest Algérien : étude particulière des problèmes posée par les insectes. Thèse Doctorat : Université de Tlemcen. 290p.
- Bruno F., 2007 : Utiliser le sapin d'Algérie pour sauvegarder la forêt de sapin provençale. Rapport scientifique final. [Contrat] INRA 21A02654. ffhal-02816144f.
- Callen G., 1976 : Les conifères cultivés en Europe. Ed.J.B. Bailliere. 55P.

- CLAIRE, A. 1973 : Notice explicative de la carte lithologique de la région de Tlemcen au 1/100000
- Collignon, B. 1986 : Hydrologie appliquée des aquifères karstiques des Monts de Tlemcen (Algérie), Tome 1. Mémoire de Doctorat nouveau régime, en hydrogéologie, Univ. D'Avignon.
- Colombet M. 1988 : Ecologie des sapins méditerranéens. Mem.3ème année. CEMAGREF, Groupement d'Aix en Provence. D.T.F.M. (3-17).
- Debazac E. F. 1964 : Manuel des conifères. ENGREF, Nancy.
- Djebaili S., 1978 : Recherche phytoécologique et phytosociologique sur la végétation des hautes plaines steppiques de l'Atlas saharien algérien. Thèse. Doct. Univ. Sci. et Tech. du Languedoc. Montpellier. 299 p + annexes.
- Duckrey M., 1998 : Aspects ecophysiologiques de la réponse et de l'adaptation des sapins méditerranéens aux extrêmes climatiques : gelées printanières et sécheresse estivale. Forêt méditerranéenne t.XIX, n°2.
- Elwes et Henry: the trees of Great Britain and Ireland. 1906-1913. 15 parts in 7 volumes
- Emberger L., 1936 : Remarques critiques sur les étages de végétation dans les montagnes marocaines. Bull. Soc. Bot. Suisse, 46 : 614 : 625.
- Gaouar A., 1980 : Hypothèse et réflexion sur la dégradation des écosystèmes forestiers dans la région de Tlemcen. Forêt médit, n°2, Marseille, pp 1-8.
- Gaouar A., 1998 : Esquisse pédologique : les types de sols rencontrés dans le territoire du parc national de Tlemcen. Document interne département de forêt, U.A.B.T.
- Ghezlaoui S., & Benabadji N., 2018 : La végétation des monts de Tlemcen (Algérie), Aspect phytoécologique. *Botanica Complutensis*, 42, 101-124.
- Gharzouli, R., & Djellouli, Y. 2005 : Diversité floristique de la Kabylie des Babors (Algérie). *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 16(3), 217-223
- Hachi-illoul, M., 2016 : Variabilité morpho-anatomique, diversité génétique, potentiel de régénération et efficacité de la production grainière du sapin de Numidie (*Abies numidica* de Lannoy) en plantation (cas de Serraidi) Annaba. Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri.
- Kazi Tani C., 1995 : Aperçu sur la systématique des insectes. Collection cours universitaires biologie. O.P.U., Alger.5-10p.
- Kazi-Tani L., 1996 : Esquisse pédologique des zones à vocation forestière (Monts des Traras et monts de Tlemcen). Thèse. Ing.Inst. Forst.Univ.Tlemcen, 68p.

- Kolai L., 1986 : La sapinière d'Abies numidica dans le mont Babors. Ann.Rech.For, INRF Bainem (Algérie). 85-97.
- Medjahdi, B. 2010 : Réponse de la végétation du littoral oranais aux perturbations : cas des monts des Trara (nord-ouest de l'Algérie). Thèse de doctorat. UNIVERSITE ABOU BAKR BELKAID TLEMCEM.
- Parde L., 1937 : Les conifères. La maison Rustique (64-93).
- Quezel, P. & Santa S. 1962-1963. Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. C.N.R.S. Paris. 1170 p.
- Quezel P. 1985 : Les Sapins du pourtour méditerranéens. For. Médit., 7(1), 27-34.
- Quezel P. ,1998 : Diversité et répartition des sapins sur le pourtour méditerranéen. Forêt méditerranéenne 19 (2) : 93-104.
- Quezel, P. 2000 : Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb Méditerranéen. Ibis Press. Edit. Paris, 117 p.
- Seltzer P., 1946 : Le climat de l'Algérie. Inst. Météor. et de Phys. du Globe. Alger.219P.
- Thinthoin R., 1948 : Les aspects physiques du Tell Oranais. L. Fouques. Oran, 639p.
- Wu Z.,1991: The areal-types of Chinese genera of seed plants. Acta Bot Yunnan, (Suppl 4): 1–139.
- Xiang X., Cao M. et Zhou Z., 2007: Fossil history and modern distribution of the genus Abies (Pinaceae), Translated from Acta Botanica Yunnanica, 2006, 28(5): 439–452.

ETUDE DES POSSIBILITES D'INTRODUCTION DU SAPIN DE NUMIDIE (*ABIES NUMIDICA*) DANS LA REGION DE TLEMCEN

Résumé

Le sapin de numidie (*Abies numidica*) se trouve dans l'état naturel uniquement dans les monts de Babors et Tababors, et cet endémisme lui confère une tout autre valeur, c'est un bien naturel rare qu'il faut conserver et protéger et le présent travail consiste à déterminer la possibilité d'introduction de cette espèce dans la forêt de Hafir et la forêt domaniale de Tlemcen.

La méthode de travail repose sur l'étude des caractéristiques des stations d'introduction (sol, topographie, climat et la végétation) et les comparer avec celles du milieu naturel du sapin de Numidie ainsi que rechercher des spécimens de cette espèce dans la région de Tlemcen et analyses son comportement dans le milieu.

Les résultats ont affirmé que la topographie, le sol, les températures, et même les formation végétale des station d'introduction sont capables de supporter le sapin de Numidie sans problèmes, néanmoins les précipitations dans la région de Tlemcen sont incapable de répondre aux besoins de sapin de Numidie, sa survie est encore possible dans les zones à compensation hydrique évidente, mais sa durabilité reste douteuse en raison des variation climatiques actuels, car les données bioclimatiques montrent que la nouvelle période (1975-2019) est nettement déficitaire par rapport à l'ancienne (1913-1938).

Mots clefs : *Abies numidica*, forêt domaniale Tlemcen, forêt de Hafir, introduction des espèces, climat.

دراسة إمكانية إدخال نوع التنوب النوميدي الى منطقة تلمسان

المخلص

يتواجد التنوب النوميدي في حالته الطبيعية فقط في جبال بابور و تابابور بالجزائر، وهذا التوطن يعطيه قيمة مختلفة تمامًا، وهو مورد طبيعي نادر يجب حفظه وحمايته، ويتمثل العمل الحالي في تحديد إمكانية إدخال هذا النوع في غابة احفير والغابة الوطنية (تلمسان) تستند طريقة العمل إلى دراسة خصائص الغابات المستقبلية (التربة، التضاريس، المناخ والغطاء النباتي) ومقارنتها بخصائص البيئة الطبيعية للتنوب النوميدي (جبال البابور)، وكذلك البحث عن عينات من أشجار التنوب النوميدي في منطقة تلمسان وتحليل تأقلمه مع البيئة. وذكرت النتائج أن التضاريس والتربة ودرجات الحرارة وحتى تكوين النباتات لغابة احفير والغابة الوطنية (تلمسان) قادرة على استيعاب التنوب النوميدي دون مشاكل، ومع ذلك، فإن كمية الأمطار التي تهطل في المنطقة غير قادرة على تلبية احتياجات التنوب النوميدي، ومع ان نجاحها يبقى ممكنا في المناطق ذات خاصية التعويض عن المياه، لكن نجاحها لا تزال محل شك بسبب التغييرات المناخية الحالية، حيث تُظهر البيانات المناخية أن الفترة الجديدة تعاني من عجز واضح في التساقطات مقارنة بالفترة القديمة **الكلمات المفتاحية** التنوب النوميدي – الغابة الوطنية تلمسان - غابة احفير – إدخال الأنواع – المناخ

STUDY OF THE POSSIBILITIES OF INTRODUCTION OF THE NUMIDIAN FIR (*ABIES NUMIDICA*) IN THE REGION OF TLEMCEN.

Abstract

The numidian fir (*Abies numidica*) is found in its natural state only in the mountains of Babors and Tababors, and this endemism gives it a completely different value, it is a rare natural asset that must be preserved and protected and This work consists in determining the possibility of the introduction of this specie in the forest of Hafir and the national forest of Tlemcen.

The working method is based on the study of the characteristics of the introduction stations (soil, topography, climate and vegetation) and comparing them with those of the natural environment of the numidian fir as well as looking for specimens of this specie in the region of Tlemcen and analyzes its behavior in the new environment.

The results affirmed that the topography, the soil, the temperatures and even the floristic procession of the introduction stations are able to support the numidian fir without problems, nevertheless the rainfall in the region of Tlemcen is unable to meet the needs of the numidian fir. of Numidia, its survival is still possible in areas with obvious water compensation, but its sustainability remains doubtful due to current climatic variations, because bioclimatic data shows that the new period (1975-2019) is clearly deficient compared to the old one (1913-1938).

Key Words: *Abies numidica*, national forest of Tlemcen, forest of Hafir, introduction of species, climat.