

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عبد الحميد بن باديس – مستغانم
Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem
كلية العلوم الطبيعية و الحياة
Département des Sciences Agronomiques
قسم العلوم الزراعية



Mémoire en vue de l'obtention du diplôme du
Master en Sciences Agronomiques
Option
« **Gestion Conservatoire des Eaux, des Sols et de l'Environnement** »

Présenté par

Bouhacida Youcef

Thème

**Etude du dépérissement du cèdre (*Cedrus Atlantica*
Manetti) dans le parc national de Theniet El Had
(W.Tissemsilt).**

Devant le jury :

Président	Benkhelifa	Mohamed	Pr	Université de Mostaganem
Examineur	Boualem	Abdelkader	MCA	Université de Mostaganem
Promoteur	Larid	Mohamed	Pr	Université de Mostaganem

Année universitaire : 2019/ 2020

Remerciement

Avant tout nous remercions notre dieu tout puissant de nos avoir la force et le courage et la volonté pour faire ce travail.

Mes remerciements :

Une grande gratitude pour Larid Mohamed ; mon encadreur de m'avoir aidés à réalisés ce travail avec ses précieux conseils.

A tous mes professeurs qui m'ont enseigné durant mon cursus.

Mes profond respect et mes chaleureux remerciements sont dirigés vers le personnel du parc national de Theniet El Had sans exception le directeur du Parc National et Mr Seddiki N, Mr Masloub A, Mr Baghloul Dj, Belkaid B.

Mes remerciements pour Mr Ouabel Habib pour ses conseils
De m'avoir aidé durant mon travail effectuer.

J'exprime mes sentiments les plus affectueux à ma famille.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mes très chers parents

Mon frère et sœurs

Toute ma famille

Tous mes amis

Youcef.B

Sommaire

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction général.....1

Première partie : Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralité sur le cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica* Manetti)

I.1. Historique du cèdre.....3

I.2. Taxonomie et caractères botaniques.....4

I.2.1. Taxonomie.....4

I.3. Caractères botaniques.....5

I.3.1. Feuilles.....5

I.3.2. Port.....5

I.3.3. Ecorce.....5

I.3.4. Inflorescence.....6

I.3.5. Fructification.....6

I.3.6. Graines.....6

I.3.7. Reproduction.....6

I.4. Caractères écologiques.....7

I.4.1. Climat.....7

I.4.2. Sol.....8

I.4.3. Association végétale.....8

I.4.4. Altitude.....9

I.4.5. Aire de répartition.....10

I.4.5.1. Au niveau de l'Atlas tellien.....10

I.4.5.2. Au niveau de l'Atlas saharien.....10

I.4.6. Richesse floristique.....11

I.4.7. Richesse faunistique.....12

I.5. Etat sanitaire des cèdres de l'atlas.....12

I.6. Intérêt économique du cèdre.....	12
I.7. Les ennemis du cèdre.....	13
I.8. Le dépérissement dans la zone d'étude.....	13
I.9. Les causes de dépérissement du cèdre de l'Atlas.....	13
I.9.1 Les phases de dépérissement du cèdre de l'Atlas.....	13

Partie deuxième : Matériel et Méthodes

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

II. Choix et présentation de la zone d'étude.....	14
II.1. Historique.....	14
II.2. Situation géographique.....	14
II. 3. Situation administrative.....	15
II.4. Caractéristiques physiques.....	16
II.4.1. Le Relief.....	16
II.4.2. Altitude.....	16
II.4.3. Géologie.....	16
II.4.4. Pédologie.....	17
II.4.4.1. Sol peu évolué, groupe d'apport colluvial.....	17
II.4.4.2. Sol de la classe des minéraux bruts.....	17
II.4.4.3. Sols brunifiés lessivé.....	18
II.5. Hydrographie.....	19
II.6. Le Climat.....	20
II.6.1. Précipitation.....	20
II.6.2. Température.....	21
II. 6.3. La végétation.....	23
II.6.4. Faune.....	24
II.6.5. Flore.....	24
II.6.6. Actions anthropiques.....	25

Chapitre III : La partie expérimentale

III.1. Problématique.....	26
III. 2. Echantillonnage systématique.....	26
III.3. La typologie du dépérissement du cèdre de l'Atlas.....	26
III.4. Description des phases du dépérissement.....	27
III.5. Calcul du taux de dépérissement.....	29

Partie troisième : Résultat et Discussion

Chapitre IV : Etude Pédologique

IV.1. Définition du substrat.....	30
IV.2. Etude pédologique.....	30
IV.3. Les hypothèses probables de causes du dépérissement.....	32
IV.3.1. méthodes d'inventaires.....	32
IV.4. Le rôle du facteur édaphique.....	33
IV.5. Analyses physico-chimiques du sol.....	33
IV.5.1. Humidité.....	33
IV.5.2. Calcaire total.....	34
IV.5.3. pH (eau).....	34
IV.5.4. pH (KCl).....	35
IV.5.5. Carbone et matière organique	35
IV.5.6. Analyse granulométrique.....	35
IV.5.7. Azote.....	36
IV.5.8. Tassement du sol.....	37
IV.6. Caractéristiques édaphiques.....	37
IV.6.1. Texture du sol.....	37
IV.6.2. Humidité.....	38
IV.6.3. Taux de calcaire.....	39
IV.6.4. pH du sol.....	39
IV.6.5. Matière organique.....	39
IV.6.6. L'azote total et le rapport C/N.....	40
IV.6.7. Tassement du sol.....	41
IV.7. Les résultats des analyses de recherche.....	43
IV.7.1. Le rôle du facteur climatique	43
IV.7.1.1. Les résultats de recherche.....	44
IV.7.2. Le rôle du facteur intrinsèque.....	45
IV.7.3. Le rôle du facteur entomologique.....	45
IV.7.3.1. Le bupreste (<i>Buprestid rustica</i>).....	45
IV.7.3.2. La chenille processionnaire (<i>Thaumetopea pyocampae</i>).....	45

Conclusion

Références bibliographiques

Résumés

Index des abréviations

% : pour cent

A : Argile

C : Carbone organique

C_{1.30} : Circonférence à 1.30m.

CaCO₃ : Calcaire total.

Cm : Centimètre

Cm² : Centimètre carré

DGF : Direction Générale des Forêts.

DSF : Département de la Santé des Forêts

FAO : Food and Agriculture Organization

g : Gramme

G P S : Globale Position Système

Kg : Kilogramme

LF : Limon Fin

LG : Limon Grossier

m : Mètre

mm : Millimètre

ml : Millilitre

MO : Matière Organique

N : L'azote total

NS : Non significatif

H : Humidité.

ha : Hectare

P : Précipitation.

P N T E H : Parc National de Theniet El Had

SCPid : Société du Canal de Provence ingénierie développement

SF : Sable Fin

SG : Sable Grossier

T : Température.

T.E.H: Theniet El Had.

V: Volume total.

Liste des figures

Fig.1.1.Photos de rameau, cône et écorce jeune de cèdre de l'Atlas.

Fig.1. 2.Localisation du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) en Algérie
(Roche, 2006 modifié par Demarteau, 2006).

Fig.2.1.Carte de localisation du parc national de Theniet El Had

(Source) : parc national de Theniet El Had 2006

Fig.2.2.Carte des cantons du Parc National de Theniet El Had (PNTH, 2015)

Fig.1.3.Carte des sols du Parc National de Theniet El Had (PNTH, 2016)

Fig.2.4.Carte hydrographique du parc national de Theniet El Had. (Source : Département de protection et promotion des ressources naturelles).

Fig.2.5.Précipitations mensuelles du Parc National de Theniet El Had.

Fig.2.6. Température mensuelles du Parc National de Theniet El Had.

Fig.2.7.Diagramme ombrothermique du Parc National de Theniet El Had.

Fig.2.8.Carte de végétation du parc national Theniet El Had (PNTH, 2002).

Fig.2.9.Actions anthropiques dans le parc national de Theniet El Had.

Fig.3.1.cèdres sains (Classe 0)

Fig.3.2.Cèdre affaibli par la chenille processionnaire (Classe 1)

Fig.3.3.Cèdre dépéris (Classe 2)

Fig.3.4.Cèdres morts sur pied (Classe 3)

Fig.4.1.Prélèvement des échantillons du sol à l'aide de la tarière forestière pédologique.

Fig.4.2.Schéma du mode opératoire des analyses du sol

Liste des tableaux

Tableau 1: Répartition mensuelle de la pluviosité de la station de Miliana-Tiaret 1988-2018 (Infoclimat, 2019).

Tableau 2: Précipitations mensuelles corrigées à partir de la station de Miliana-Tiaret enregistrées durant la période 1988-2018 (Infoclimat, 2019).

Tableau 3: Données thermiques de la station de Miliana-Tiaret (Infoclimat, 2019)

Tableau 4: Données thermiques corrigées à partir de la station de Miliana-Tiaret enregistrées durant la période 1988-2018

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Actuellement, la superficie globale du couvert forestier en Algérie est de 4.1 millions hectares dont 1.3 millions hectares représentent la forêt naturelle, le reste représente les maquis, les matorrals, les reboisements et les terres improductives (FAO, 2000).

Le cèdre de l'Atlas est une essence endémique du Maghreb, peut atteindre 40 mètres de hauteur et 2 à 3 mètres de circonférence. C'est une essence très plastique vis-à-vis des précipitations. Elle résiste aux basses températures et indifférente à la nature chimique du sol. (Helis L, 2006).

Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti), est l'espèce noble par excellence des hautes montagnes de l'Algérie et du Maroc (Boudy., 1950). Il est endémique aux deux pays où il occupe une aire géographique très morcelée (Derridj, 1990 et M'hirit, 1994 et Yahi, 2007). En général, les cédraies se trouvent dans un état de dégradation plus ou moins avancé (Benabid, 1994 et Yahi, 2007). Cette dégradation est le résultat de l'interaction de plusieurs facteurs: conditions climatiques défavorables, actions anthropiques (incendies, défrichement, surexploitation) (Benabid., 1994). Elle se manifeste par une difficulté de régénération (Derridj, 1990 ; Ezzahiri et Belghazi, 2000 ; Khanfouci, 2005) et l'apparition du dépérissement depuis les années 1980 dans certaines cédraies (Anonyme, 1994 et Zine El Abidine, 2003 et Bentouati et Bariteau, 2006).

Le cèdre de l'Atlas est une espèce monoïque ; les inflorescences sont portées par les rameaux courts. Il commence à fructifier à l'âge de 30ans, mais dans certaines stations favorables, la fructification intervient à l'âge de 18 ans (Derridj, 1990 et Toth, 2005). Le cycle de reproduction de *Cedrus atlantica* Manetti est intermédiaire entre le cycle de deux ans (le plus courant chez les conifères et les feuillus) et le cycle de trois ans trouvé chez la plupart des espèces de genre *Pinus* (Derridj, 1990 et Toth, 2005).

En ce qui concerne le dépérissement, les causes actuelles de ce fléau n'ont pas pu être déterminées avec précision. Les investigations menées avancent plusieurs hypothèses tel que : les attaques des parasites, sécheresse et conditions mésologiques difficiles (Anonyme, 1994, Zine El Abidine, 2003, Bentouati et Bariteau, 2006).

Le travail est mené dans la cédraie de Theniet El Had. Le choix de cette zone est dicté par l'existence d'arbres dépéris et morts sur pied depuis les années 1980 (Anonyme, 1994).

Ce travail peut être inscrit dans une démarche globale de l'étude des causes du dépérissement du cèdre de l'Atlas en Algérie, mais aussi dans un contexte des changements climatiques qui s'opèrent en Algérie, marquées par une sécheresse persistante depuis les années 1980 (Arrus, 1997 et Medjrab, 2005).

Selon (Helis, 2006), l'origine de ce phénomène reste encore inconnue. Plusieurs hypothèses ont été émises pour expliquer ce phénomène notamment :

- Attaque d'insectes défoliateurs
- Attaque mycosique
- Surpâturage
- Sécheresse climatique
- Nature des sols

En plus, aucune étude axée sur la relation sol-dépérissement n'a été élaborée au niveau de la cédraie.

D'une façon globale, notre travail est scindé sur 05 chapitres ; le premier sur la monographie du cèdre, ensuite dans un deuxième sur état des connaissances sur le dépérissement des essences forestières puis la partie expérimentale répartie sur 03 chapitres : zone d'étude, évaluation du taux de dépérissement et enfin une étude pédologique.

Notre but est de dégager :

- Les principales caractéristiques physico-chimiques du sol et d'examiner brièvement leur structure pour bien cerner les conditions d'alimentation minérale des peuplements du cèdre de Theniet El Had.
- L'obtention des renseignements sur la quantité et la qualité d'éléments contenus dans le sol.
- L'influence des facteurs stationnels en l'occurrence le climat, la pente, la roche mère et la profondeur sur la nature du sol.

Partie
Partie
Bibliographique
Bibliographique

Chapitre I

Chapitre I

Cèdre de l'Atlas

Cèdre de l'Atlas

I.Généralité sur le cèdre de l'atlas(*Cedrus atlantica* Manetti)

I.1.Historique du cèdre

Le dépérissement des forêts est un phénomène complexe qui a commencé de prendre l'ampleur vers la fin des années 1970, en Amérique du Nord (Ford et Brooks, 2002), puis dans l'Europe centrale et occidentale (Bonneau et Landman, 1988) et enfin l'Afrique du Nord vers le début des années 80 (Anonyme, 1994 et Zine El Abidine, 2003). Toutefois, des écrits rapportent que ce phénomène remonte à des dates plus anciennes (Boudy, 1950, Landman, 1994, Gagnon et Roy, 1994). Le dépérissement affecte aussi bien des espèces résineuses (Becker, 1987, Guyon, 1991, Gandolfo et Tessier, 1994, Landman et Bonneau, 1994), que des caducifoliés (Guillaumin et al, 1985, Lévy et al, 1994, Gagnon et Roy, 1994, Hasnaoui et al, 2006).

Les gymnospermes, quoiqu'elles dominent lors de l'aire secondaire, essentiellement en jurassique, ils ne sont représentés actuellement que par 600 à 1000 espèces. Entre autres ces espèces on en cite le genre *Cedrus* (Guignard, 1983, Guignard et Dupont, 2004).

Le cèdre de l'Atlas, découvert par WEBBS en 1826, sa présence relève du tertiaire au début du quaternaire. Son aire naturelle s'étend du Maroc (Rif, Moyen et Grand Atlas) à l'Algérie (Djurdjura, Monts des Aurès, Hodna et Babors, Atlas de Blida et massif de l'Ouarsenis) (Boudy, 1950 et Bouchon, 1995).

En forêt méditerranéenne française, l'introduction du cèdre de l'Atlas en 1862, est jugée comme étant une opération ayant donné satisfaction et succès à travers le sud du Mont Ventoux. Cette introduction est à l'origine de graines des Aurès récoltées en vue des opérations d'ornement et pour le reboisement à des basses et moyennes montagnes méditerranéennes (soit entre 600 et 1100m d'altitude). En peuplements forestiers complets, les cèdres se trouvent aussi en Bourgogne, dans les régions Rhône-Alpes, Auvergne Poitou-Charentes, Midi Pyrénées et Aquitaine avec une superficie de 10000 ha. Récemment (une trentaine d'années maximum), il est utilisé en Bretagne et se limite à des plantations couvrant des superficies très réduites (Lanier, 1986, Sabatier et Barthelemy, 1994, Toth, 1994, Hainry et Colombet, 2009).

En Italie, le cèdre de l'Atlas a été introduit vers la fin du 19^{ème} siècle où il peuple aujourd'hui près de 1000 ha. En 1876, il a été introduit en Bulgarie (Andrea et Roberto, 1994, Demarteau, 2006).

I .2. Taxonomie et caractères botaniques

I.2.1.Taxonomie

La valeur taxonomique du genre *Cedrus* a été longtemps intégrée dans une seule espèce, soit celle de *Cedrus libanotica* Link (M'hirit et Benzyane, 2006). Cependant, quatre espèces bien distinctes, de diverses répartitions biogéographiques, sont mentionnées dans la littérature (Arbez et al, 1978, Arbez, 1987, Quezel et Medail, 2003) :

- ✓ Cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica* Manetti : Afrique du Nord (Algérie et Maroc) ;
- ✓ Cèdre du Liban *Cedrus libani* Barrel : Turquie, Syrie et Liban ;
- ✓ Cèdre de Chypre *Cedrus brevifolia* Henri : Ile du Chypre ;
- ✓ Cèdre de l'Himalaya *Cedrus deodara* Loudon : Afghanistan, Népal, Indu-Kush et à l'Ouest de l'Himalaya,

Ces quatre espèces s'identifient à travers la taxonomie suivante :

- ** - Embranchement *Spermatophyta*
- ** - Sous-Embranchement *Gymnosperma*
- ** - Classe *Coniferopsida*
- ** - Ordre *Coniferales*
- ** - Groupe *Conifères*
- ** - Famille *Pinacées ou Abiétacées*
- ** - Sous-Famille *Laricoïdées*
- ** - Genre *Cedrus*.

Nom Arabe : Medded ou Arz.

Nom Berbère : Biguenoun ou Inguel.

Nom Français : Cèdre de l'Atlas.

Le cèdre de l'Atlas, espèce faisant l'objet d'étude, est identifié communément par Cèdre de l'Atlas (nom vernaculaire), Arz ou Meddad (nom arabe) et Begnoune ou Idguel (nom berbère).

Selon (Rameau et al, 2008) *Cedrus atlantica* est un nom d'origine gréco-latin dont la signification est la suivante :

- ✓ *Cedrus* du grec *Kedros* : veut dire Arbre ;
 - ✓ *Atlantica* du latin *atlanticus* : veut dire des régions atlantiques (Atlas marocain).
- Quoique cette position taxonomique du cèdre de l'Atlas, celui-ci est tantôt considéré comme espèce, tantôt considéré comme une variété de *Cedrus libani*, vue la grande ressemblance des caractères utilisés habituellement pour la distinction entre les espèces (Pijut, 2000 et Toth, 2005).

I.3.Caractères botaniques

Le cèdre de l'Atlas est une espèce monoïque ; Le cycle de reproduction de *Cedrus atlantica* Manetti est intermédiaire entre le cycle de deux ans (le plus courant chez les conifères et les feuillus) et le cycle de trois ans trouvé chez la plupart des espèces de genre *Pinus* (Derridj, 1990, Toth, 2005). La fructification varie en fonction des conditions stationnelles. Elle peut être précoce (15 à 20 ans) dans des conditions appropriées et débute à l'âge de 25 ans dans des conditions moyennes (Macquart, 1852, Lapie et Maige, 1914, Toth, 1978, Lamhamedi et Chbouki, 1994, Coombes, 2001, Riou-nivert, 2001).

I.3.1.Feuilles :

Ce sont des aiguilles persistantes de 1 à 3cm de longueur et de 1 à 1,3mm de largeur. De couleur verte ou glauque, leur durée de vie est de trois ans. Elles sont rassemblées en rosettes portées sur des rameaux courts (mésoblastes) et sur d'autres rameaux de taille moyenne (auxiblastes) sur lesquels elles sont en spirales (Pontoppidan, 1997, Toth, 2005, Godet, 2007).

I.3.2.Port :

Port pyramidal au jeune âge, il est de forme tabulaire à l'âge adulte (Boudy, 1952, Riou-nivert, 2001, Losange, 2008). Le tronc est souvent monopodial orthotrope (Rameau et al, 1994, 2005, 2008, Sabatier et Barthelemy, 1994, Riou-nivert, 2001). Le port, rectiligne, peut atteindre 40m voire 60m de hauteur totale et 3m de diamètre à hauteur d'homme voire plus (Sari, 1977, White, 1986, Meddour, 1994, Coombes, 2001, Jacmon, 2001, Riou-nivert, 2001).

Selon (Hoefler, 1850), le cèdre de l'Atlas peut atteindre une circonférence de douze mètres.

I.3.3.Ecorce :

De couleur grise, composée de petites écailles lisses à l'état jeune, l'écorce devient crevassée à l'âge adulte (Toth, 1981 in Khanfouci, 2005, Coombes, 2001, Riou-nivert, 2001, Duperat et Polese, 2007).

I.3.4.Inflorescence :

Les inflorescences sont portées par les rameaux courts. Il commence à fructifier à l'âge de 30ans, mais dans certaines stations favorables, la fructification intervient à l'âge de 18 ans (Derridj, 1990, Toth, 2005).

I.3.5.Fructification :

Les cônes sont ovoïdes, dressés et de couleur verdâtre, puis marron foncé à maturité. Déprimés au sommet, ils mesurent 5 à 8cm de longueur et 4 à 5cm de largeur (Pontoppidan, 1997, Rameau et al, 2008). Les cônes parviennent à maturité deux ans après la floraison, soit vers la mi-septembre dans des conditions favorables. La désarticulation a lieu du mois d'octobre vers la fin du mois de novembre de la deuxième année (Toth, 1978, Ezzahiri et Belghazi, 2000, Rameau et al, 2008). Ils engendrent des huiles essentielles utilisées à des fins pharmaceutiques (Barrero et al, 2005).

I.3.6.Graines :

Elles sont de forme irrégulièrement triangulaire d'une taille variant de 8 à 12mm. Elles sont de couleur marron roux à marron claire avec des cavités en parties résineuses comportant une aile développée (Mathieu, 1860, Seigue, 1985, Philippe et al, 2006).

Elles perdent assez vite leur pouvoir germinatif (Boudy, 1950, Seigue, 1985). Selon (Derridj, 1990), les cônes de cèdre portent deux types de graines : des graines fertiles se localisant au milieu du cône et des graines stériles se localisant à la base et au sommet du cône.

I.3.7.Reproduction :

Selon (Till, 1985 in Salgues, 2008) le cycle de reproduction peut se résumer comme suit :

- ✓ Année 01 : Apparition des cônelet, floraison et pollinisation ;
- ✓ Année 02 : Fécondation des ovules par les gamètes males et croissance des cônes.
- ✓ Année 03 : Maturation des cônes et leur désarticulation sous l'effet alternatif de la chaleur, humidité et gel.

Les graines sont disséminées par le vent sur une distance de 20 à 50m (Ezzahiri et Belghazi, 2000).



Fig.1.1.Photos de rameau, cône et écorce jeune de cèdre de l'Atlas

I.4.Caractères écologiques

I.4.1.Climat

Le cèdre de l'Atlas est caractéristique des étages bioclimatiques subhumides à per-humides froids à très froids (White, 1986, Demarteau et al, 2007). Il connaît ainsi des précipitations allant de 500 à 2000mm par an (Benabid, 1994). Ce grand écart entre le minima et le maxima des précipitation reflète clairement son adaptation à la sécheresse où il profite des précipitations de la bonne saison favorisant la reconstitution d'une importante réserve en eau du sol pour subvenir à ses besoins pendant la saison sèche estivale (Finkelstein, 1981, Dahman et Khouja, 1994, Hocine et al, 1994). Il s'accommode aux températures minimales du mois le plus froid pouvant se situer entre -1 et -8°C. Il tolère les températures basses et élevées jusqu'à respectivement -25°C et 39°C. La température ambiante correspondant à une bonne productivité varie entre 3 et 7°C (Quezel, 1980 *in* Benabid, 1994, M'hirit et Blerot, 1999, Rameau et al, 2008). La relation entre le cèdre et le climat a fait l'objet de plusieurs synthèses (Boudy, 1950, Derridj, 1990, M'hirit, 1994, Yahi, 1995). En absence des stations météorologiques suffisantes couvrant toutes les cédraies, il est difficile de définir avec précision l'autoécologie de cette espèce vis-à-vis les conditions climatiques (Quézel, 2000).

I.4.2.Sol

Indifférent à la nature lithologique et aux propriétés chimiques du sol, il préfère néanmoins les sols meubles, profonds et caillouteux (Toth, 1970, Benabid, 1994, Benmouffok, 1994, Ripert et Boisseau, 1994, Demarteau et *al*, 2007, Lecomte, 2007). Sa croissance demeure faible sur sols peu profond (Harfouche et Nedjahi, 2003).

Le cèdre se rencontre sur des substrats et des sols variés : sur des basaltes, de la dolérite, des marno-calcaires dolomitiques, des schistes et des grès.

* Du point de vue lithologique, le cèdre semble se développer mieux sur substrats acides et plus particulièrement sur basalte (Batel, 1990).

Il accepte tous types de sols (pH 4 à 8) craignant l'excès d'argile (sol asphyxiant et mal drainé ainsi que l'excès de magnésie sur calcaire dolomitique; il préfère les sols meubles (éboulis, cailloutis) et sols développés sur roches fissurées (système racinaire pivotant et puissant).

En résumé:

a. Substrats favorables

- Les sols profonds évolués (sols bruns lessivés)
- Les sols sur substrats rocheux fissurés, les éboulis et les dépôts filtrants, meubles.

b. Substrats défavorables

- Les sols superficiels et les « terra rossa » argileuses sur conglomérat ou sur dalle rocheuse peu fissurée.
- Les marnes et les argiles altérées sauf si la pluviosité est abondante.
- Les colluvions argileuses et les dépôts compacts et peu aérées (Coulbois, 1992).

I.4.3. Association végétale

L'association végétale est sous forme de futaie dense. Sur les versants atlantiques ou méditerranéens, le cèdre est en contact, en mélange en bas avec le chêne vert, en haut avec le chêne zeen, les sapins méditerranéens, le genévrier thurifère selon les endroits (Boudy, 1952 et Jacamon, 2001).

Nom latin	Nom commun	Nom local
- <i>Cedrus atlantica</i> Manetti	- Cèdre de L'Atlas	- Meddad ou arz.
- <i>Taxus baccata</i>	- If commun	-Dakhs, imerwel, igen.
- <i>Juniperus thurifera</i>	- Genévrier thurifère	- Arâae, awal.
- <i>Fraxinus xantho xyloides</i>	- Frêne oxyphylle	- Dardar, aseln, tuzzalt.
- <i>Quercus ilex</i>	- Chêne vert	- Belloutlakhdar, kerrouch. -
- <i>Pinus halepensis</i>	- Pin d'Alep.	Senouber.
- <i>Amplodes mamauritanica</i>	- Diss.	/
- <i>Genis tatrieuspidata</i>	- Genêt à trois pointes	/
- <i>Sorbus aria</i>	- Sorbier	/
- <i>Juriperus phoenicea</i>	- Genévrier de Phénicie	-Arâae .
- <i>Cistus villosus</i>	- Ciste velu	/
- <i>Acer monspessulanum</i>	- Erable de Montpellier	/

(TARRIER, 2004).

I.4.4. Altitude

Montagnard par excellence, ses limites inférieures et supérieures diffèrent d'une station à l'autre. Il se rencontre à travers une amplitude altitudinale comprise entre 1200 et 2800m (Benabid, 1982 in Benabid, 1994, Seigue, 1985, Till, 1986, 1987, Ducrey, 1994, Losange, 2008). En Algérie, il débute à partir de 900 à 1000m d'altitude (Mediouni et Yahi, 1994, Harfouche et Nedjahi, 2003, Quezel et Medail, 2003).

Dans les Aurès, quoique le cèdre soit une espèce montagnarde, il ne forme en aucun point la limite supérieure du massif. Il y est remplacé par le Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera*) aux altitudes supérieures à 2800m (Till, 1986).

Sur la base de la variation altitudinale, (Pujos, 1964), distingue trois types de cédraies :

- Les cédraies basses : Inférieures à 1900m d'altitude;
- Les cédraies moyennes : Comprises entre 1900 et 2100m d'altitude ;
- Les cédraies hautes : au-delà de 2100m d'altitude.

I.4.5. Aire de répartition

D'une aire de répartition très morcelée, le cèdre de l'Atlas présente quatre blocs distincts. Un bloc au Maroc d'une superficie de 90 000 ha et trois blocs en Algérie de 22 500 ha (Letreuch, 1991, Gallais et Bannerot, 1992, M'hirit, 1994, Quezel et Medail 2003).

Au Maroc, son aire de répartition est retenue comme suit :

▪ Rif et les forêts de Tazzeka.....	10 000ha
▪ Moyen Atlas central.....	60 000ha
▪ Moyen Atlas oriental.....	10 000ha
▪ Haut Atlas oriental.....	10 000ha

En Algérie, son aire de répartition, étant morcelée, est recensée à travers les massifs des chaînes des Atlas tellien et saharien. Elle est répartie comme suit:

I.4.5.1. Au niveau de l'Atlas tellien

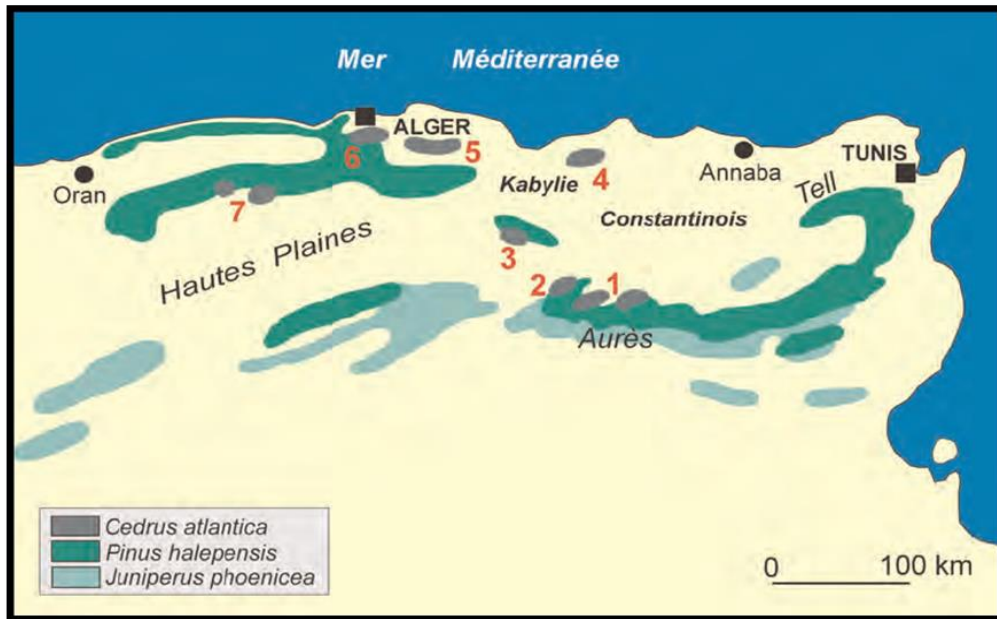
▪ Theniet El Had et Ain Antar.....	1 000ha
▪ Atlas blidéen.....	1 000ha
▪ Massif de Djurdjura (Tikjda et Tala Guilef).....	2 000ha
▪ Monts Babors.....	500ha

I.4.5.2 Au niveau de l'Atlas saharien

▪ Monts de Hodna.....	8 000ha
▪ Monts de Belezma.....	5 000ha
▪ Massif des Aurès.....	5 000ha

D'après (Boudy, 1950), la superficie s'élevait à 145 000 ha dont 116 000 ha au Maroc et 29 000 ha en Algérie. D'ailleurs, (Mokrim et Chbouki, 1994) et (Quezel et Medail, 2003) soulignent que beaucoup de ces cédraies sont actuellement en état de simple survie et condamnées à disparaître dans les prochaines décennies. Surtout celle des Aurès, là où le dépérissement affecte, chaque année, plusieurs hectares de tiges de cèdre.

Le cèdre a fait l'objet de plusieurs introductions, tantôt comme espèce de reboisement, tantôt comme arbre d'ornement. Il est introduit en France en 1862, en Italie en 1864, au Portugal en 1935, en Bulgarie en 1876, en Hongrie en 1930 et plus récemment en Bretagne. Il est de même introduit hors le circumméditerranéen en ex-U.R.S.S. et au Nord-Est des Etats-Unis (Pennsylvanie, Massachusetts, New York) (Toth, 1980, 1994, 2005, Andrea et Roberto, 1994, Csaba, 1994, Delkov et Grozev, 1994, Riffaud, 1998, Hainry et Colombet, 2009).



1. Massif des Aurès, 2. Monts de Belezma, 3. Monts du Hodna, 4. Monts de Babor,
5. Massif de Djurdjura, 6. Atlas Blidéen, 7. Massif de l'Ouarsenis (Theniet el Had et Ain Antar)

Fig.1. 2: Localisation du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) en Algérie (Roche, 2006 modifié par Demarteau, 2006).

I.4.6. Richesse floristique

Généralement, le cèdre de l'atlas, à l'exception d'être à l'état de futaie pure, il se trouve avec lui plus ou moins répandues les espèces suivantes :

Pour la strate arborescente, on cite: Chêne vert (*Quercus ilex*), If (*Taxus baccata*), Houx (*Ilex aquifolium*), Genêt à trois pointes (*Genis tatricus pidata*), Rosier sauvage (*Rosa canina*), Aubépine monogyne (*Crataegus monogyna*), Genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), Frêne (*Fraxinus xanthxyloïdes*)

Pour la strate herbacée, on cite: Petit houx ou fragon piquant (*Ruscus aculeatus*), Ranunculus rupestre, Viola *Mumbyana*, Silène *atlantica*, *Geranium malbrifolium*. Au niveau des faciès humides, ils s'y ajoutent : Chêne zeen (*Quercus faginea*), Erable napolitain (*Acer obtusatum*), Prunier (*Prunus avium*). comme dans les Monts Babors on y enregistre: Sapin de Numidie (*Abies numidica*) et le Peuplier tremble (*Populus tremula*) et Sur les faciès secs, on le trouve avec : pin d'Alep (*Pinus halepensis*), Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera*), Nerprun (*Rhamnus alpina*), Chèvrefeuille (*Loni ceraimplexa*) (Boudy, 1950; 1952; Letreuch, 1991).

I.4.7.Richesse faunistique

La cédraie abrite une faune sauvage remarquable dont le représentant le plus emblématique est le singe "Magot", espèce endémique du cèdre, mais on citera également le renard roux, la genette, le sanglier, la mangouste, le mouflon à manchette, La gazelle de cuvier, le chat sauvage, l'hyène rayée et de nombreux oiseaux (aigle royal, faucons, chouette hulotte, Huppe fasciée, le milan noir, etc.

Les deux espèces les plus impressionnantes, le lion de l'Atlas et lapin thère ont disparus (le dernier lion en Algérie est tué en 1942 par l'armée française, selon un documentaire allemand). En plus d'autre espèces de reptiles, insectes, etc.

I.5.Etat sanitaire des cèdres de l'atlas

Benabid en 1994 déclaré que l'état actuel des cédraies Nord-Africaines ne leur permet pas de remplir pleinement leurs fonctions écologiques économiques et sociales, ces cédraies sont actuellement en état de simple survie et condamnée à disparaître dans les prochaines décennies (Quezel et Medial, 2003).

Malgré tous les efforts misent en œuvre par le gouvernement Algérien pour la conservation de cette essence d'intérêt au niveau des parcs nationaux (Parc National De Theniet El Had, Parc National De Chréa, Parc National De Belezma), il reste menacé à la disparition, en raison de son habitat très morcelé et de son aire de répartition en nette régression (Addar, 2012), cette situation est aggravée par une régénération de plus en plus compromise et l'apparition du dépérissement depuis les années 1980.

I.6.Intérêt économique du cèdre

Le cèdre de l'Atlas procure un excellent bois d'œuvre. Son bois est utilisé dans la construction, la fabrication de meubles, en charpente, en ébénisterie, en déroulage, en tranchage et en coffrage (Courbet et Albouy, 1995, Barrero et *al*, 2005). Ses huiles essentielles sont utilisées en massage aromatique et parfois dans les affections des voies respiratoires et dans le traitement des bronchites de la toux et des indigestions. Le mélange résine-huile essentielle est utilisé pour le traitement des yeux (Bezanger-Beauquesne et *al*, 1980, Kim et *al*, 2003, Lardry, 2007, Lev et Amar, 2008, Lee, 2009). Chez les Égyptiens anciens, l'essence de cèdre faisait partie dans les préparations servant à embaumer les momies (Faraji, 2005).

I.7. Les ennemis du cèdre

Les ennemis du cèdre sont : les insectes, les champignons et les incendies. Parmi les insectes, il y a les incontournables processionnaires, dont la très redoutée : *Thaumeto poea bonjiani* spécifique au cèdre de l'Atlas, *Thaumeto poea pityocampa*, et deux Tordeuses de peu de nuisibilité : *Acleris undulana* et *Epinotia cedricida*, dont les larves se développent à l'intérieur des aiguilles (TARRIER, 2004).

I.8. Le dépérissement dans la zone d'étude

Selon (LIEUTIER et VOULANT, 1992), La forêt de Theniet El Had s'est avérée être un cas complexe où le dépérissement touche jusqu'à 20% des arbres. Les premières mortalités ont été signalées il y a environ 30ans, mais le dépérissement est apparu à partir de 1985.

I.9. Les causes de dépérissement du cèdre de l'Atlas

La cause principale de dépérissement est encore inconnue. Nous pouvons avancer l'hypothèse que celui-ci est causé par :

- Le climat : la sécheresse (AUSSENAC, 1978 et ZIN EL ABEDINE, 2003).
- Absence d'une sylviculture adéquate.
- Action des incendies (RAMADE, 1981).
- Action des insectes défoliateurs.
- Facteurs anthropiques : Surpâturage, piétinement (MALKI, 1984).

I.9.1 Les phases de dépérissement du cèdre de l'Atlas

A ce jour ce phénomène a été décrit suivant trois phases, dont la durée n'a jamais été fixée (RAHMANI, 2003) :

❖ 1^{ère} phase

- Dessèchement de la cime ;
- Début de décoloration du feuillage.

❖ 2^{ème} phase

- Décoloration du feuillage ;
- Dessèchement total de l'arbre ;
- Qualité du bois non encore altérée.

❖ 3^{ième} phase

- Affaiblissement total de l'arbre ;
- Attaques secondaires intenses d'insectes et champignons ;
- Bois inutilisable ;
- Tronc constitue un réservoir de pathogènes.

MATERIEL
et
METHODES

Chapitre II

Chapitre II

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

II. Choix et présentation de la zone d'étude

II.1. Historique

Le 03 Août de l'année 1923 a été créé le parc naturel de Theniet El Had par arrêté gouvernemental pendant la période coloniale. L'étude a été faite dans la cédraie de Theniet El Had, dépendant administrativement de la wilaya de Tissemsilt et de la daïra de Theniet El Had. Sur le plan forestier, elle est rattachée au Parc National de Theniet El Had depuis 1983, d'une superficie de 3.460 ha. La cédraie occupe près de 1/3 de la superficie totale du parc (PNTEH, 2006, Sarmoum, 2008).

II.2. Situation géographique

Sur le plan géographique, la cédraie de Theniet El Had s'étale sur le Djebel El Meddad (dénomination locale du cèdre). Ce chaînon est situé dans la partie méridionale de l'Atlas Tellien dans le prolongement Est du massif de l'Ouarsenis, qui constitue une transition entre la plaine de Chélif et le plateau de Sersou (Sari, 1977, Sarmoum 2008, Bourorga, 2016). Le parc national de Théniet El-Had est situé au nord-ouest de l'Algérie dans la wilaya de Tissemsilt à quelques kilomètres de la ville éponyme de Théniet El Had au cœur de l'Atlas tellien (Algerie-Monde ; 2013).

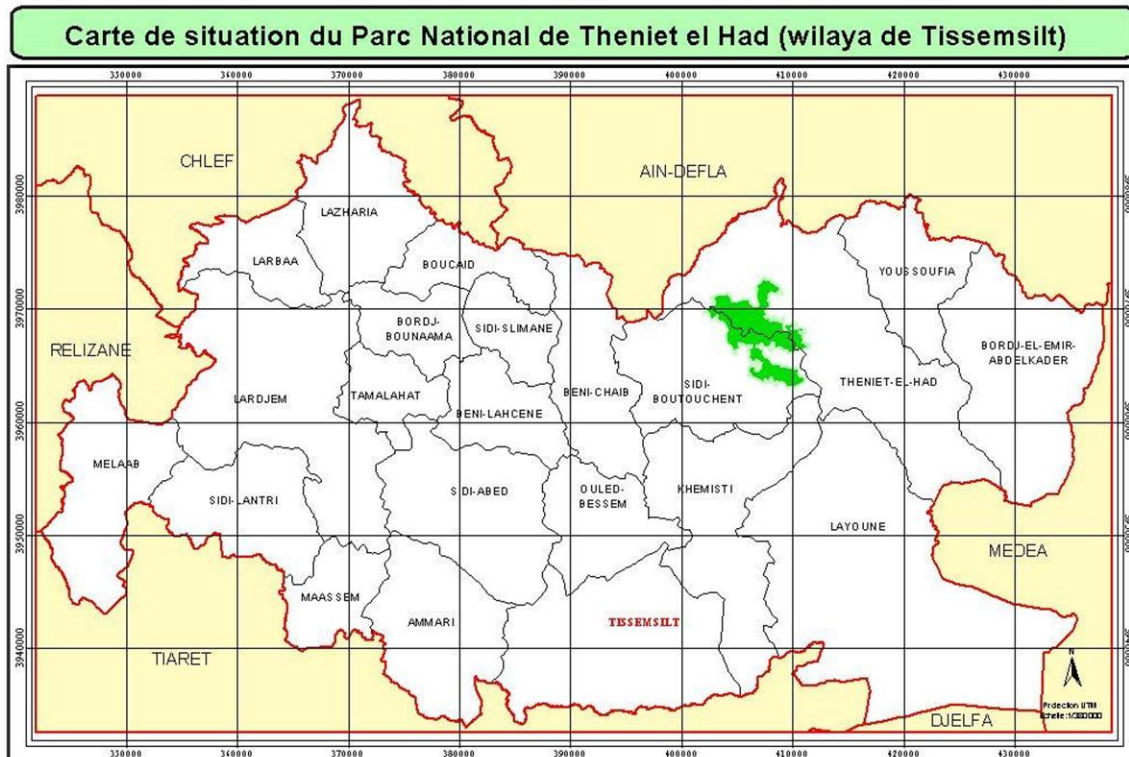


Figure 2.1 : Carte de localisation du parc national de Theniet El Had.

Parc national de Theniet El Had 2006.

II. 3. Situation administrative

De point de vu découpage administratif, le territoire du Parc fait partie de :

- Wilaya de : Tissemsilt
- Daïra de : Theniet El-Had
- Commune de : Theniet El-Had

En ce qui concerne l'administration forestière, la zone fait partie de :

- Conservation : Tissemsilt
- Circonscription : Theniet El-Had
- District : Theniet El-Had

Le parc national de Theniet El Had est divisé en dix cantons, dont la grande partie de superficie se trouve au niveau du versant Sud sur une étendue de 2052 ha (Mahdjoubi et Zerka, 2018).

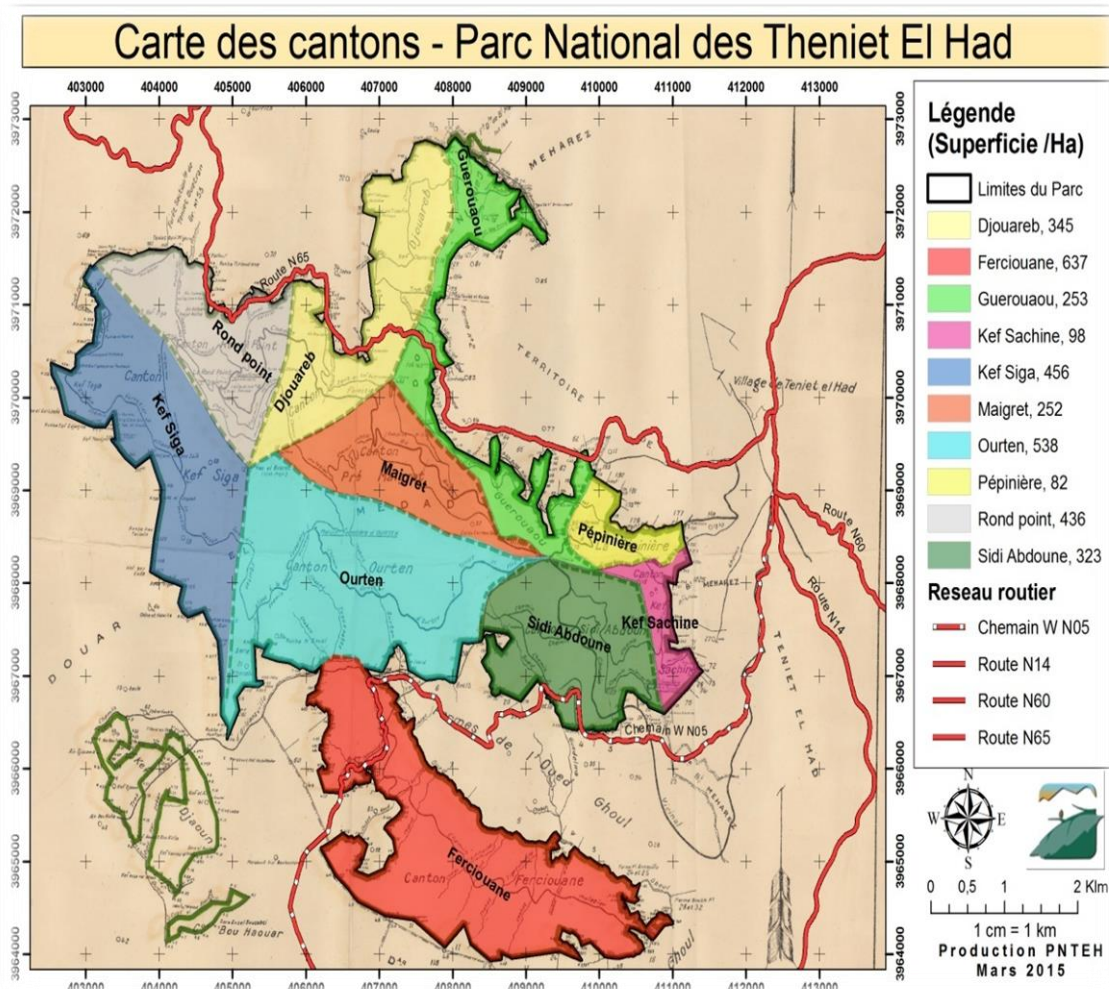


Figure 2.2 : Carte des cantons du Parc National de Theniet El Had (PNTH, 2015)

II.4.Caractéristiques physiques

II.4.1. Le Relief

Le Djebel El Meddad est constitué par plusieurs reliefs, d'une orientation NW-SE, avec l'existence de plusieurs talwegs et formations rocheuses, ce qui traduit un relief extrêmement accidenté, notamment dans le versant Nord où la pente peut dépasser 50%.

L'altitude varie entre 854m et 1786m. Malgré les grandes pentes, la manifestation des processus d'érosion est minimale. Elle se limite aux périphéries Ouest et Est là où les peuplements sont très claires (Zedak, 1993 ; Sarmoum, 2008).

Les pentes les plus abruptes sont celles du versant Nord avec en moyenne 40 %, au niveau du versant Sud, on trouve des pentes moyennant 25% (Senouci, 2006). Le parc représente deux expositions principales : Nord et Sud le versant Nord entrecoupé de quelques cuvettes encaissées et la crête principale ou culmine le point le plus haut «Ras el Braret » relevant canton rond-point. (Mahdjoubi et Zerka, 2018), Un troisième versant, celui de l'ouest. mais, la superficie de ce dernier est moins importante. (Khedim, 2018)

Le versant Sud est d'une assez forte inclinaison, mais contrairement au versant Nord, la longitude du terrain est assez vaste environ le double du premier. (Mahdjoubi et Zerka, 2018).

II.4.2. Altitude

Selon (Chaoui, 2017) le territoire du parc est compris entre des altitudes répartir entre les deux principales expositions.

Au versant nord : il culmine à 853 m (Ras el Braret) et descend jusqu'à 1.787m et au niveau du Oued Mouilha dans le canton Djouereb.

Au versant sud : on rencontre une altitude supérieure qui est le pic à 1.787 m et la limite inférieure est à 968 représentant le bout aval du oued el Ghoul appartenant au canton Fersiouane.

II.4.3. Géologie

Les sédiments oligocènes sont à la base de la structure du massif, ils sont développés en faciès numidien (Sarmoum, 2008). C'est une épaisse série (500 à 600m) de grès superposé sur des fines couches d'argile et de marnes. Les formations calcaires sont rares (Mattauer, 1958, Sarmoum, 2008).

II.4.4. Pédologie

En générale le sol du parc national repose sur des grès numidiens, les différents substrats recombinaés dans la région sont essentiellement à base de calcaire, de marnes, de schistes dans les basses altitudes (Belkaid, 1988, Ahmed 2012). Les principaux types de sols rencontrés dans la zone d'études sont au nombre de trois :

II.4.4.1. Sol peu évolué, groupe d'apport colluvial

Ils sont pauvres en matière organique, à texture grossière, se trouve dans les deux versants du parc.

Ils sont formés à la suite de dépôts d'éléments provenant des sols à fortes pentes.

On y rencontre de la végétation ligneuse et broussailleuse, (Dip ET Zaiz, 2011).



Figure n° 5: Sol peu évolué d'apport colluvial.

II.4.4.2. Sol de la classe des minéraux bruts d'érosion, les lithosols y prédominent sur des grès :

Ils sont peu profonds, de texture à particules grossière, avec un pH neutre ces sols se succèdent presque sans interruption avec des affleurements de la roche mère, (Dip ET Zaiz, 2011).

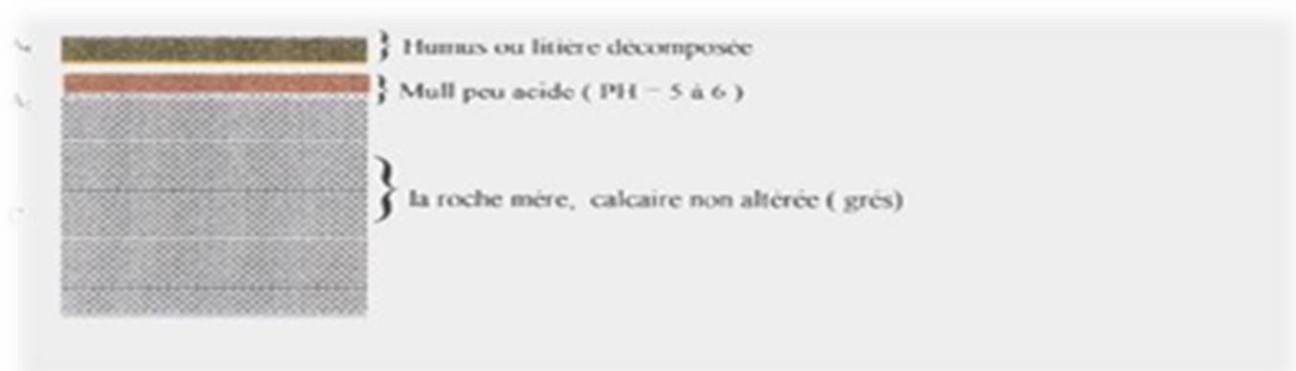


Fig. n°6 : Sol des minéraux bruts d'érosion.

II.4.4.3. Sols brunifiés lessivé

Ces sols se caractérisent par un profil pédologique complet de type ABC, riches en potassium, azote, et en matière organique, (Dip ET Zaiz, 2011).



Fig. n° 7: Sol brun lessivé.

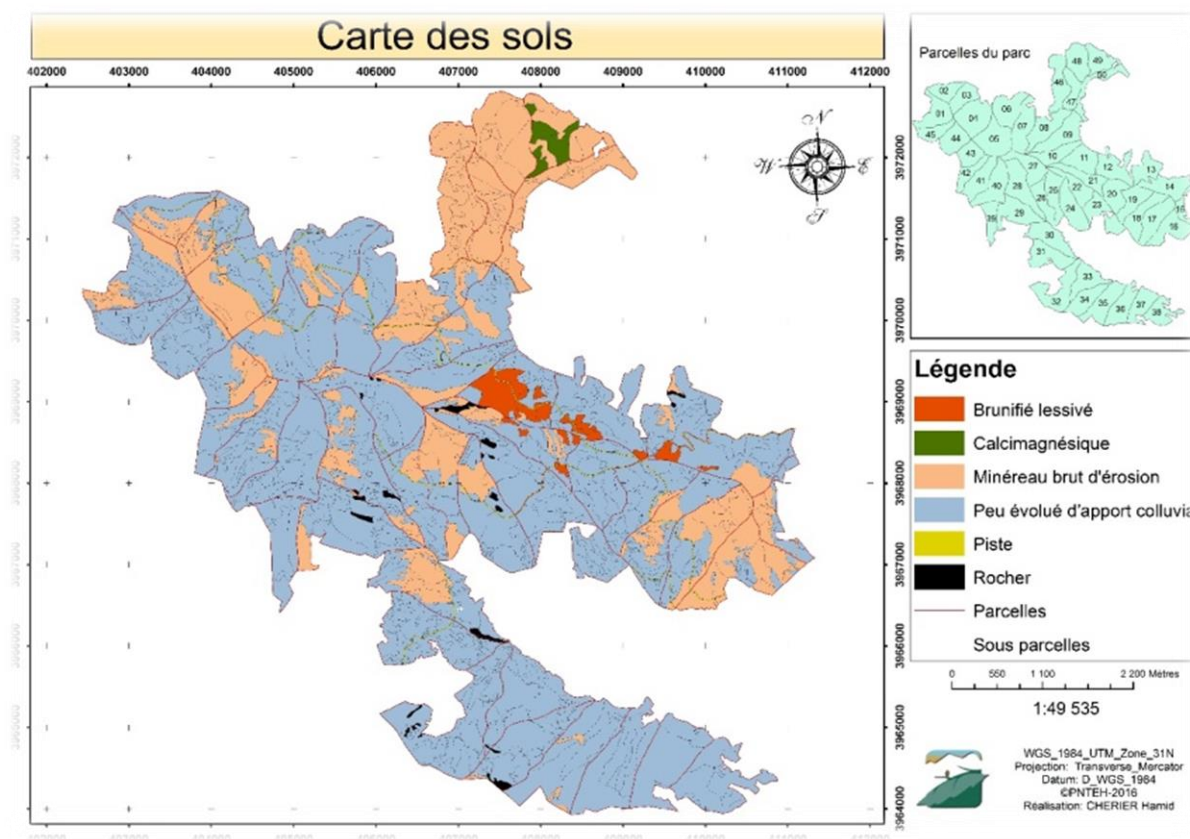


Figure 2.3 : Carte des sols du Parc National de Theniet El Had (PNTH, 2016)

II.5. Hydrographie

Le parc national de Theniet El Had renferme de 56 sources dont une grande partie est ferrugineuse (Berbara, 2008, Ahmed ,2012). Telles que :

- Source d'Ain Harhar dans le canton Rondpoint.
- Source d'Ain Touile dans le canton Sidi Abboune.
- Source d'Ain Djadje el Ma dans le canton Ouaten.
- Source d'Ain Schéraga dans le canton Guerouaou.
- Source d'Ain Kinia dans le canton Fersiouane.
- Source d'Ouartane dans le canton Ouartane.
- Source de Toursout dans le canton Pré- Benchohra.

Au niveau du parc, il y'a plusieurs oueds et chaabats, parmi lesquels nous citerons les 03 grands : oued El Ghoul (au sud), oued Mouilha (au nord) ; oued Ourten.

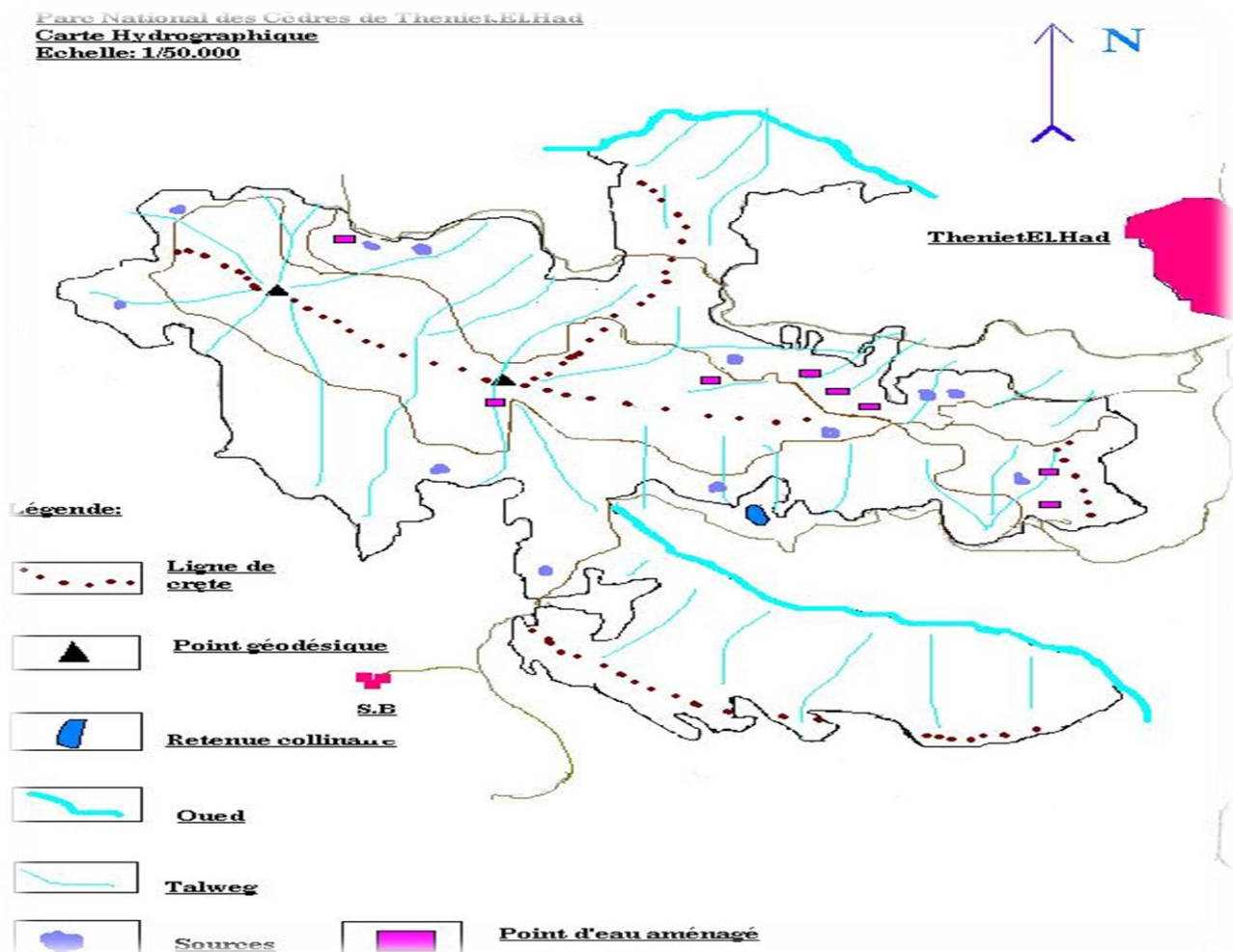


Fig.2.4 : Carte hydrographique du parc national de Theneit El Had.

Département de protection et promotion des ressources naturelles (Parc national de Theneit El Had).

II.6.Le Climat

II.6.1.Précipitation

La précipitation sont toutes les eaux météoriques qui tombent sur la surface de la terre, tant sous forme liquide (bruine, pluie, averse). La station de Theniet El Had est à 1160 m d'altitude, située à 02° 01' de longitude Est et 35°32' de latitude Nord. Nous avons fait une correction climatique à partir de la station de Miliana Tiaret.

Les données pluviométriques pour la station de Miliana-Tiaret sont représentées dans les tableaux suivants :

Moi	J	f	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	TOTAL
P (mm)	108,9	88,9	91	73,1	46,5	18,2	12,7	10,9	36,9	53,5	93,5	119	753,1

P : précipitation

Tableau 1: Répartition mensuelle de la pluviométrie de la station de de Miliana-Tiaret 1988-2018 (Infoclimat, 2019).

La valeur corrigée de la pluviosité annuelle obtenue pour la zone d'étude, après extrapolation est: Station de Miliana-Tiaret (Altitude : 715m): P = 753mm;

Zone d'étude (altitude : 1320m) : P =1500mm.

Afin de corriger les données pluviométriques de la zone d'étude à partir de celles de la station de Theniet El Had on calcule à priori le coefficient de correction (Cp) soit:

- $C_p = (A + P_r) / P_r$
- $P_r = d * 50 / 100$
- A : accroissement de précipitation => $A = d * 50 / 100$
- d : différent entre les deux altitudes.

Ainsi, on multiplie par 1.99 toutes les moyennes mensuelles de la station de Miliana-Tiaret.

Tableau 2: Précipitations mensuelles corrigées à partir de la station de Miliana-Tiaret enregistrées durant la période 1988-2018 (Infoclimat, 2019).

Mois	J	f	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	TOTAL
P (mm)	217	177	181	146	93	36	25	22	73	107	186	237	1500

P : précipitation

Précipitations mensuelles du Parc National de Theniet El Had

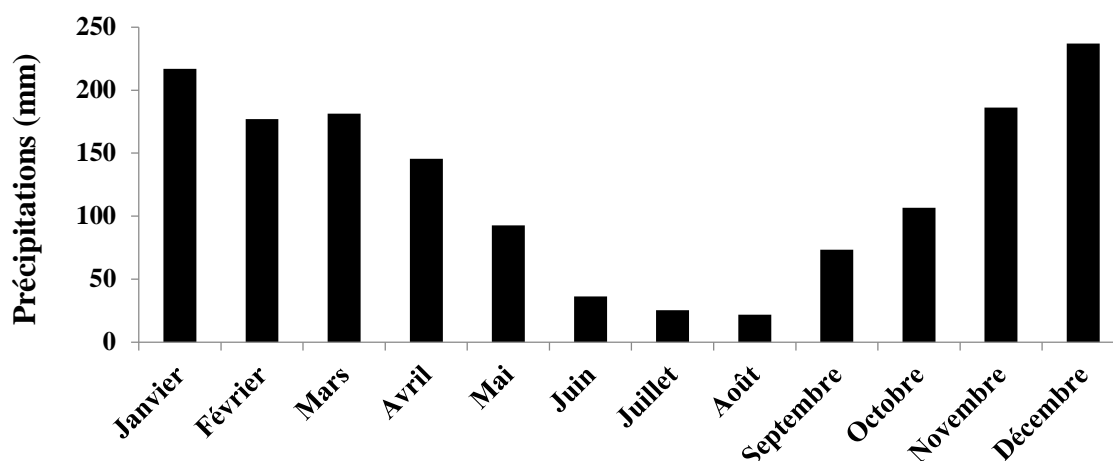


Figure 2.5 : Précipitations mensuelles du Parc National de Theniet El Had

II.6.2. Température

La température est considérée comme l'un des éléments fondamentaux du climat, affectant directement les processus biologiques et chimiques dans la biosphère et l'activité de tous les êtres vivants.

Tableau 3: Données thermiques de la station de Miliana-Tiaret (Infoclimat, 2019).

Moi	J	f	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	ANNEE
Moyenne maximale «M»	12,6	13,6	16,8	19,5	24,3	29,9	34,6	34,5	29,3	23,5	16,5	13,5	22,4
Moyenne minimale «m»	6,4	6,7	8,7	10,6	14,3	18,7	22,3	22,5	18,5	15	9,8	7,3	13,4
Température	9,5	10,2	12,7	15,1	19,3	24,3	28,4	28,5	24	19,6	13,5	10,4	18

La correction des données est établie de la manière suivante :

- Température maximale : $(0.7 * X) / 100$ (X : différence altitudinale)
- Température minimale : $(0.4 * X) / 100$

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 4: Données thermiques corrigées à partir de la station de Miliana-Tiaret enregistrées durant la période 1988-2018

Mois	J	f	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	ANNEE
Moyenne maximale «M»	8,4	9,4	12,6	15,3	20,1	25,7	30,4	30,3	25,1	19,3	12,3	9,3	18,1
Moyenne minimale «m»	7,1	7,8	10,3	12,7	16,9	21,9	26,0	26,1	21,6	17,2	11,1	8,0	15,5
Température	7,7	8,6	11,4	14,0	18,5	23,8	28,2	28,2	23,3	18,2	11,7	8,6	16,8

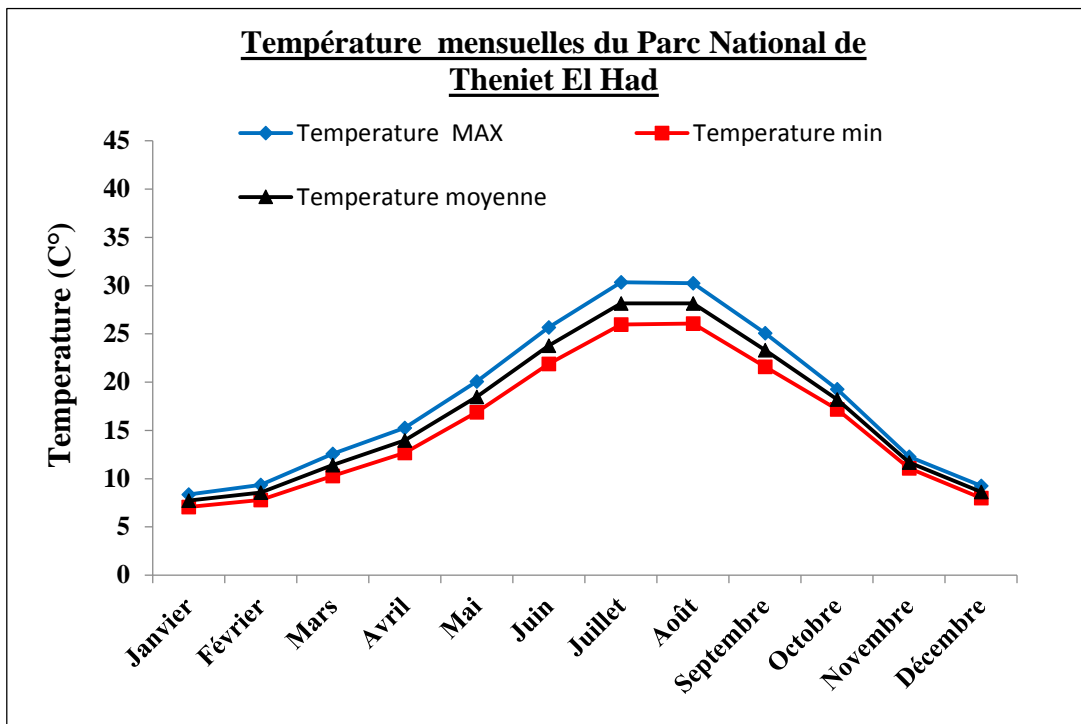


Figure 2.6: Température mensuelles du Parc National de Theniet El Had

Le tracé du diagramme ombrothermique de la zone d'étude (Fig.4) révèle une saison sèche qui s'étale du mois de juin jusqu'à la mi-septembre de l'année. Les températures les plus basses y sont enregistrées au courant des mois de décembre et janvier, alors que les températures maximales vers la fin juin et début d'août.

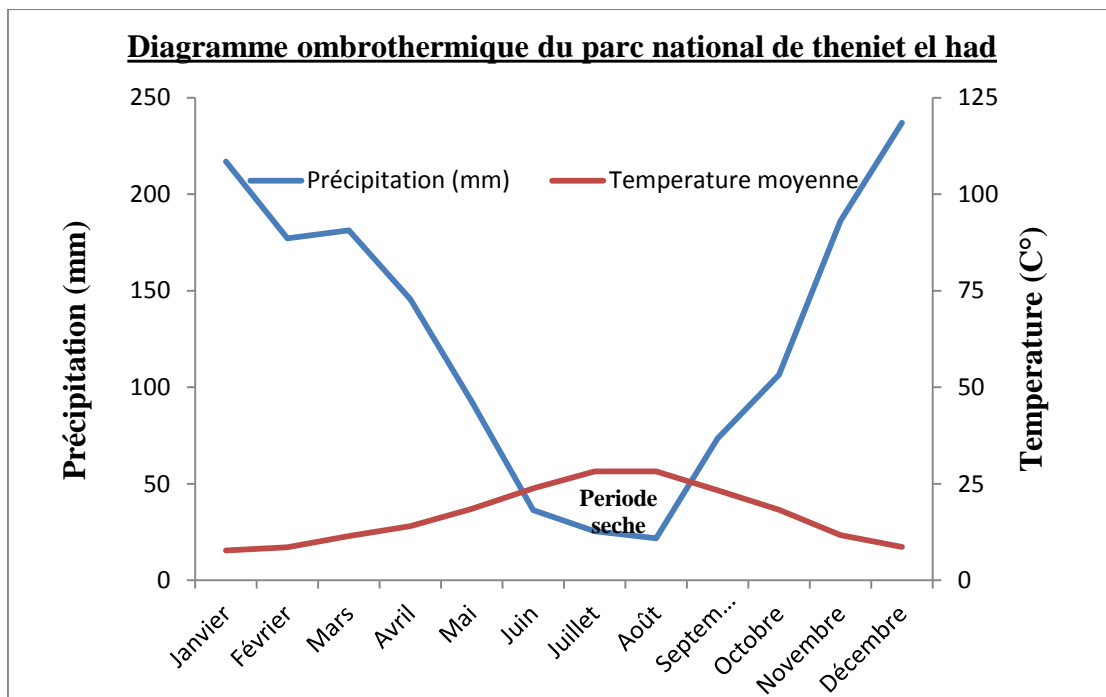


Figure.2.7 : Diagramme ombrothermique du parc National de Theniet el Had.

II. 6.3. La végétation

La végétation du Parc National de Theniet El Had est très variée où les peuplements forestiers représentent les 3/4 de la superficie totale, le reste est à l'état de végétation basse.

Le cèdre : recouvre une superficie estimée à 1000ha (PNTEH, 2014), c'est une essence qui descend beaucoup plus bas dans le versant Nord en s'associant avec le chêne vert jusqu'à 1200 m d'altitude, et avec le chêne liège dans le versant sud aux environs de 1300 m d'altitude .

Le chêne vert : La superficie globale de chêne vert est estimée à 28500 ha. Il se présente comme une futaie dans le versant nord et en taillis dans le versant sud. Il occupe les parties inférieures de ces deux versants (Habib et Zoubir, 2011).

Le chêne zeen : une superficie de 1300 ha, on le trouve dans quelques stations peu étendues dont le 1/3 est répandu en forme de futaie en exposition Nord et les 2/3 restants en exposition Sud au stade de gaulis ou perchis (PNTEH, 2010).

Carte des habitats naturels du parc national de Theniet El Had

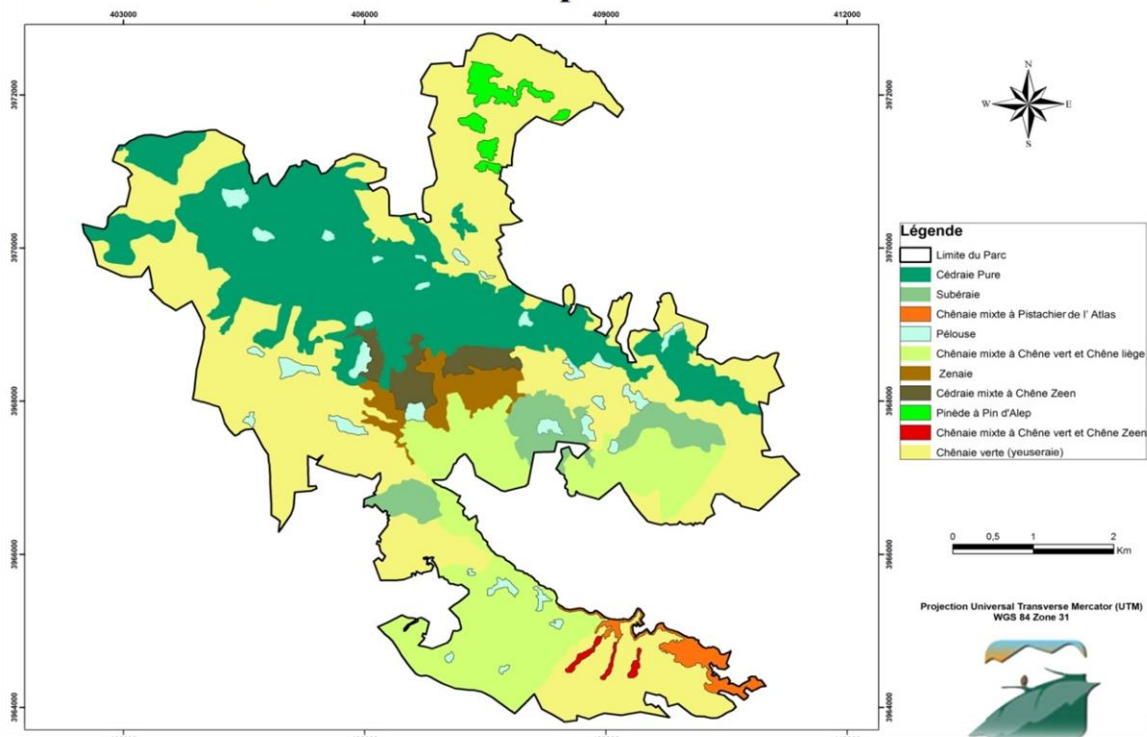


Figure 2.8 : Carte de végétation du parc national Theniet El Had (PNTH ; 2002).

II.6.4.Faune

Le parc national de Theniet El Had est très riche en espèces animales dont des mammifères, des oiseaux, des insectes, des reptiles, des amphibiens, etc. Parmi les mammifères, il a été inventorié environ 17 mammifères dont 10 espèces protégées par la loi, on cite comme exemple : hyène rayée, belette, chat sauvage, porc-épic, mangouste, etc.

Les oiseaux sont présents avec un nombre de 93 espèces dont 25 espèces sont protégées. On en cite l'aigle royal, le rollet d'Europe, le pic vert, le guêpier d'Europe, la huppe fasciée, etc.

L'entomofaune est illustrée avec plus de 170 espèces comme exemple : le méloé, le flambé, la raphidie tachetée, le leste vert, etc. plus de 15 espèces de reptiles et d'amphibiens sont inventoriées. (Loukkas, 2006).

II.6.5.Flore

La flore du parc national de Theniet El Had est représentée par plusieurs essences forestières dont *Cedrus atlantica* (cèdre de l'Atlas), *Quercus faginea* (chêne zeen), *Quercus suber* (chêne liège), *Quercus ilex* (chêne vert), *Pinus halepensis* (pin d'Alep), etc. La flore arbustive et herbacées est illustrée par de grandes familles dont on cite comme exemple d'espèces protégées en majorité des orchidées : *Orchis morio*, *Orchis simia*, *orchis papilionacea*, *Ophrys fuciflora*, *Ophrys purpurea*, etc ; parmi les espèces endémiques algériennes : *Silenegla berrima*, *spergula pucnorhiza*, *Iberis peyerimhoffi*, etc. (Loukkas, 2006).

II.6.6.Actions anthropiques

Le parc national de Theniet El Had reste encore soumis à des actions anthropiques jugées sévères. Coupes illicites, surpâturage répété et incendies sont les principaux facteurs de destruction et de dégradation des végétaux. De nombreux facteurs liés aux activités humaines sont à l'origine de feu de forêt. Celles-ci constituent une menace permanente pour les boisements et les peuplements forestiers (Anonyme, 1997, Scpid, 2002). Lors de la guerre de libération, des peuplements naturels ont fait l'objet d'attaques au napalm par les militaires français.

Par ailleurs, les incendies déclarés au niveau du parc, vu qu'il s'agit d'une cédraie, sont faiblement fréquents. Une superficie incendiée de 114hectares 52ares (globale) y est enregistrée par le service forestier, et ce durant la période 1995 à 2004.

Des coupes illicites de bois de cèdre et de chêne vert y sont enregistrées à travers la forêt en particulier dans les zones centrales et périphériques du parc. Ces coupes sont pratiquées par les riverains sans autorisation de l'administration forestière du parc. Pendant six ans, 345 tiges coupées pratiquées par la population riveraine y sont signalées et enregistrées par le service forestier.

D'autre part, quoique le pâturage soit une activité pouvant être tolérée en forêt, il n'en demeure que les passages répétés du bétail demeurent l'une des causes de dégradation des écosystèmes forestiers et de l'appauvrissement de la biodiversité. Cette situation de passages répétés du bétail produit généralement un tassement du sol, empêchant ainsi la réinstallation de la couverture végétale (Ayache et Bouazza, 2008). Notons que le surpâturage est en permanence signalé dans la forêt des cèdres. Toutefois, durant la décennie d'insécurité (1993-2000) la présence du bétail y était fortement réduite.



Figure 2.9 : Actions anthropiques dans le parc national de Theniet El Had. (bouazza, 2011)

Chapitre III

Partie expérimentale

III.1.Problématique

La cédraie naturelle du Théniet EL-HAD constitue une richesse nationale qui peut jouer un rôle socio-économique non négligeable pour l'ensemble de la région. Toutefois, vues les contraintes auxquelles est soumise la cédraie tels que le pâturage, le dépérissement et la difficulté de régénération naturelle, le service forestier compétent se trouve alors dans une situation d'alerte et de mise en garde pour préserver cette merveille nature.

En fait, si la cédraie de Theniet el had resterait sans mesures préventives adéquates, elle ne peut engendrer qu'une évolution régressive et ce qui est décrété à protéger serait alors que vestige dans le proche avenir.

L'objectif principal de notre présente étude est la recherche du rôle des propriétés du sol dans le phénomène du dépérissement signalé dans une aire protégée. Préalablement à cette étude proprement dite, nous avons jugé utile de contribuer à l'estimation de l'ampleur de ce phénomène dans la zone choisie pour notre étude.

III.2.Echantillonnage systématique

L'échantillonnage systématique est largement utilisé dans les inventaires nationaux. Il a pour objectif principal une couverture complète de la population de manière aussi uniforme que possible. Les unités des récolte des données sont choisies selon un schéma rigide prédéterminé (Lecomte et Rondeux, 2002).

L'unité d'échantillonnages de récolte des données sont dites placettes d'échantillonnage, elles sont de trois types :

- des bandes continues ;
- des bandes discontinues ;
- des grilles régulières.

L'avantage de ce type d'échantillonnage ne se limite pas à la facilité de le matérialiser sur la carte mais aussi sur le terrain, mais aussi à la fiabilité de ses résultats.

III.3.La typologie du dépérissement du cèdre de l'Atlas

Les types du dépérissement seront distingués selon leurs évolutions (Houamel, 2012). On distingue trois types :

- **Le dépérissement brusque** : Il apparaît pendant quelques semaines, se manifeste par un dessèchement des feuilles qui restent pendantes (sur leurs rameaux).
- **Le dépérissement rapide** : Il peut apparaître durant une ou deux années, et conduit à une mort brusque d'organes ciblés.
- **Le dépérissement lent** : Ce type apparaît pendant plusieurs années.

III.4.Description des phases du dépérissement

Sur la base de la classification de Nageleisen, 1994 et Benhalima, 2006, quatre classes de dépérissement de cèdre de l'Atlas dans le parc national de Theniet El Had :

Classe 0 :

Arbre sain, cime de l'arbre intacte, houppier en bonne forme et aucun symptôme de dépérissement (fig.3.1).

Contrairement à la description classique du phénomène du dépérissement qui faisait apparaître trois phases (Rahmani, 2002), nous avons préféré approfondir la description des sujets dépérissant et faire sortir l'état réel de l'arbre (mort ou vivant). Ainsi, il a été retenu quatre phases suivantes :



Figure 3.1 : cèdres sains (Classe 0). (bouaza, 2011)

Classe 1 :

Dessèchement des rameaux fins dans la périphérie du houppier, réduction de la ramification fine et feuillage du reste de l'arbre encore vert. Arbre affaibli par l'attaque des chenilles processionnaires (fig.3.2).



Fig.3.2 : Cèdre affaibli par la chenille processionnaire (Classe 1). (Bouaza, 2011)

Classe 2 :

On relève dans cette classe, comme le montre la figure 4.3, trois types d'arbres dépéris: arbres faiblement, moyennement et gravement dépéris. Les arbres faiblement dépéris montrent des pertes de feuillage sur les différentes branches avec un pourcentage faible (moins de 50%). Les arbres moyennement dépéris présentent un taux de dépérissement compris entre 50 à 60% de feuilles en paquets et de branches desséchées. Le dépérissement étant très intense, lorsque plus de 75% du houppier étant affecté avec une dégradation des branches, des pertes de petits rameaux et de chutes de rameaux longs.



Arbre faiblement dépéris



Arbre moyennement dépéris



Arbre gravement dépéris

Fig.3.3 : Cèdre dépéris (Classe 2). (Bouaza, 2011)

Classe 3 :

Classe des arbres morts sur pied, les tiges disposent d'un houppier mort sans feuillage et d'aucune portion verte. A ce stade on signale un dessèchement de tiges (100%), une altération du bois et un détachement de l'écorce (fig.4.4).



Arbre complètement dépéri



Arbre anciennement dépéri

Fig.3.4 : Cèdres morts sur pied (Classe 3). (Bouaza, 2011)

III.5. Calcul du taux de dépérissement

Sur l'ensemble du transect, on calcule la totalité des arbres rencontrés, qu'ils soient sains ou dépérissant. Au niveau de chaque transect, on calcule le pourcentage des sujets dépérissant par rapport aux sujets indemnes de toute maladie.

On utilise les formules suivantes :

$$\text{Le taux de dépérissement de transect en (\%)} = \frac{\text{Nombre des sujets dépéris du transect}}{\text{Nombre total des sujets de transect}} \times 100$$

$$\text{Le taux de dépérissement total en (\%)} = \frac{\text{Nombre des sujets dépéris total}}{\text{Nombre total des sujets des cantons}} \times 100$$

Résultats

Résultats

Chapitre IV
Chapitre IV

ETUDE PEDOLOGIQUE

IV.1.Définition du substrat

Le sol forestier est un mélange d'une fraction minérale et de matière organique (humus). Il prend sa naissance à partir de la désagrégation des roches de surface (Duchauffour, 1992, 1970). Il atteint l'état d'équilibre avec la végétation et le climat. Les principaux horizons, selon (Duchauffour, 1992), sont les suivants :

- Horizon A : horizon de surface à matière organique.
- Horizon C : horizon peu altéré.
- Horizon B : horizon intermédiaire apparaissant dans les sols évolués.

IV.2.Etude pédologique

Sur les 2 placettes d'études, on a prélevé 2 échantillons du sol à une profondeur de 50 cm à l'aide de la tarière forestière pédologique (Fig.4.1).Les échantillons sont acheminés au laboratoire de pédologie de l'université de Tiaret à des fins d'analyses physico-chimiques : humidité, texture, pH eau, PH KCl, taux de calcaire et le taux de la matière organique.la teneur en azote, Les échantillons prélevés sont étalés et séchés à l'air libre puis émiettés à la main et tamisés avec un tamis à mailles de 2 mm de côté. Les différentes étapes des analyses sont citées dans la figure 4.2.



Fig.4.1 : Prélèvement des échantillons du sol à l'aide de la tarière forestière pédologique.

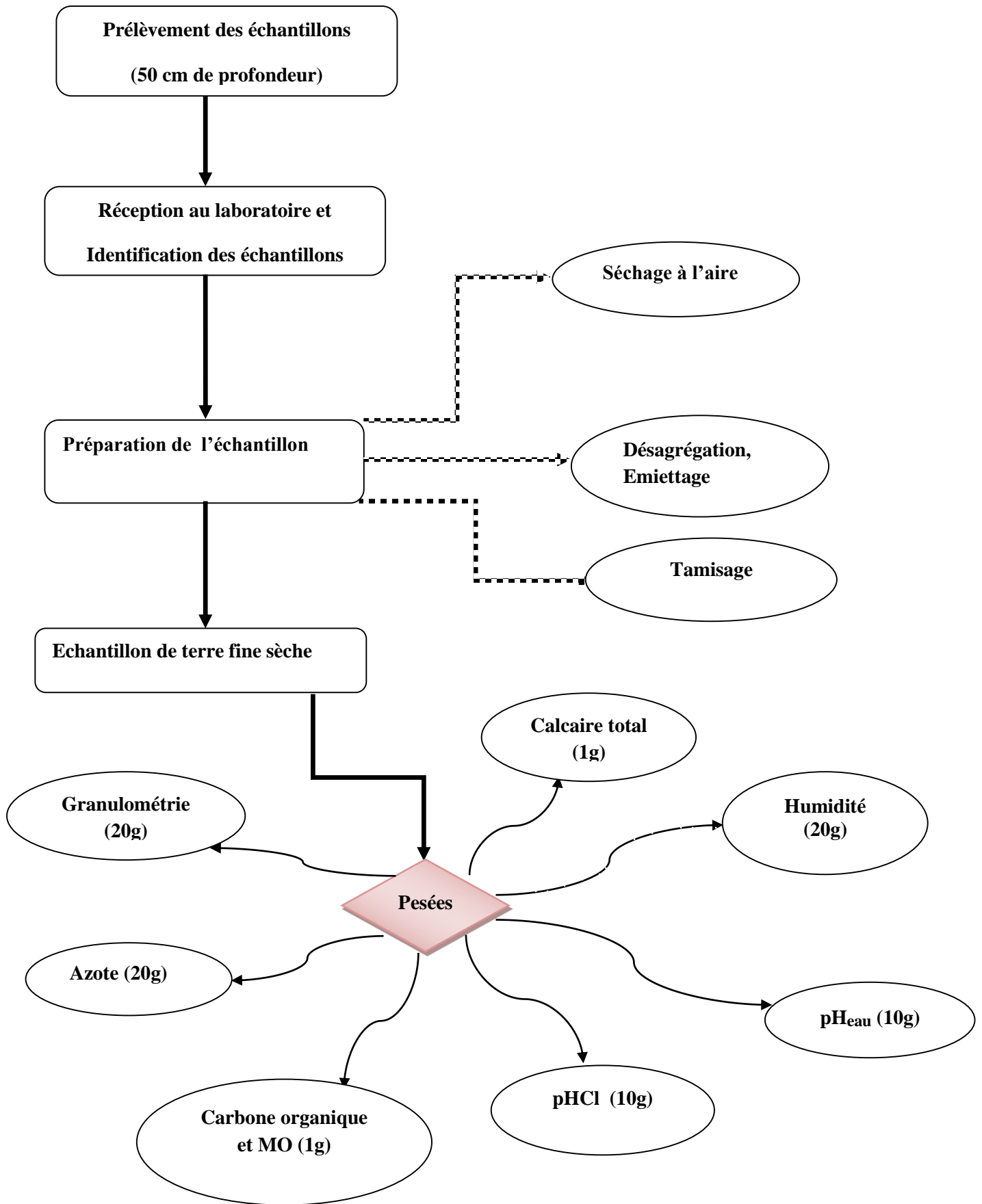


Fig.4.2 : Schéma du mode opératoire des analyses du sol

IV.3. Les hypothèses probables de causes du dépérissement du cèdre de l'Atlas dans le Parc National de Theniet El Had

Les causes du dépérissement sont encore moins cernées toutefois ; les hypothèses suivantes font l'objet d'attention particulière de la part des chercheurs forestiers. En toutes les hypothèses qui étudient, une fois sorti sur terrain, les chercheurs ont procédé des matériels et méthodes.

Parmi les matériels utilisés :

- Le mètre ruban : pour les mesures de distance.
- Blum-Leiss : pour la mesure des hauteurs des arbres et pentes.
- Une boussole : pour la détermination des expositions et la position des arbres par rapport au centre de la station.
- Un G.P.S : pour la détermination des coordonnées géographiques et l'altitude des placettes.
- Une peinture : pour le marquage des placettes.
- Une tarière pédologique : pour le prélèvement d'échantillons du sol.

IV.3.1. méthodes d'inventaires

Après la subdivision de chaque canton en parcelles qui présentent des arbres dépéris, Collecte les données des paramètres suivant : les coordonnées géographiques, l'exposition, l'altitude et la pente.

Selon (Sarmoum, 2008) les paramètres dendrométriques recensés au niveau de chaque arbre dépéri sont:

- ❖ La circonférence : ce paramètre est mesuré à l'aide d'un mètre ruban à une hauteur de 1.30m de l'arbre (Rondeux, 1999).
- ❖ La hauteur totale : la hauteur total de chaque arbre est estimé à l'aide de dendromètre Blume-Leisse (Rondeux, 1999).
- ❖ L'état du dépérissement : ce paramètre se traduit par le taux de perte de feuillage au niveau du houppier. Ce critère est souvent utilisé pour établir le bilan de santé des peuplements forestiers, appelé aussi : indice de transparence du houppier (Becker, 1987, Bert et Becker, 1990, Gandolfo et Tessier, 1994, D'eon et al, 1995, Thomas et al. 2002).

IV.4. Le rôle du facteur édaphique

L'objectif principal de l'étude est la recherche du rôle des propriétés du sol dans le phénomène de dépérissement.

L'étude fait principalement à travers les cantons suivants : Pépinière, Kef Sachine (versant Est), Djouareb, Toursout (versant Nord) et Guerouaou. Chaque canton est limité par le sentier pédestre dans sa partie inférieure et par la ligne de crête principale dans sa partie supérieure.

On utilise la méthode de transects matérialisés avec une corde. De part et d'autre de cette corde, ont pris une largeur de 2,5m. La bande d'échantillonnage le long du transect est de 5 m de largeur. L'intervalle entre 02 transect est variable l'occupation du cèdre de l'Atlas de chaque transect. Et toujours en gardant le même angle en se déplaçant.

Après les calculs, le taux de dépérissement est un pourcentage de 8,91% dans les 5 cantons, avec le canton de Toursout est le plus touché, suivi par le canton Guerouaou.

Après les analyses physico-chimiques du sol (Le PH, les dosages de calcaire, d'azote, la matière organique, et le dosage des cations alcalins (k, Na) et les alcalino-terreux (Ca, Mg).

IV.5. Analyses physico-chimiques du sol

IV.5.1. Humidité

La détermination de l'humidité est indispensable. Elle se mesure généralement en pourcentage de l'eau contenue dans un sol par rapport au volume total de terre après séchage à 105°C. La teneur en eau en pour cent de la terre séchée à l'air est calculée comme suit (Baize, 2000, Ramade, 2003) :

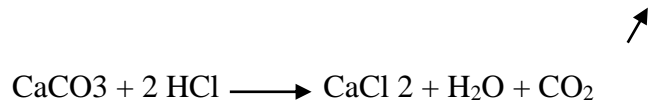
$$H \% = \frac{\text{Poids humide} - \text{Poids sec}}{\text{Poids humide}} \times 100$$

Mode opératoire

Peser 20g du sol, sécher l'échantillon à l'étuve à 105°C pendant une nuit et peser de nouveau.

IV.5.2. Calcaire total

La valeur du calcaire total est déterminée par mesure du volume de CO₂ dégagé, suite à l'action d'un excès de HCL sur un poids connu d'échantillon. (Baize, 2000).



Le dosage du calcaire total est mesuré grâce au calcimètre de Bernard par la méthode volumétrique. Le pourcentage de calcaire est alors calculé d'après la relation suivante (Mathieu et Pieltain, 2003) :

$$\text{CaCO}_3 = 0,3 \times \frac{V_{\text{échantillon}}}{V_{\text{témoin}} \times p} \times 100$$

P : prise d'essai en gramme ;

V échantillon : volume de CO₂ en ml dégagé par le carbonate de calcium contenu dans la prise de terre P ;

V témoin : volume de CO₂ en ml dégagé par 0.3 g de carbonate de calcium.

Mode opératoire

Peser 1g du sol, remplir au $\frac{3}{4}$ l'appendice latérale du flacon de HCL, relier le flacon au calcimètre, amener au zéro les niveaux de l'eau dans la colonne et dans l'ampoule, verser l'acide sur la terre et à l'aide de l'ampoule, rétablir le niveau et lire le volume V de CO₂ dégagé.

Pour le témoin, on prene 0.3g de CaCO₃ au lieu de prendre 1 g de terre.

IV.5.3. PH (eau)

Le pH (potentiel en hydrogène) d'un sol indique la concentration en ions H⁺ dans un liquide. Il s'exprime selon une échelle qui va de 0 à 14. Les valeurs faibles indiquent une acidité et les valeurs > 7 correspondent à un caractère basique (Baize, 2000).

Mode opératoire

Prendre 10g du sol pour 50 ml d'eau distillée. La mesure se fait à l'aide d'un pH mètre. Le rapport sol/eau pour le pH (eau) est de 1/5.

IV.5.4.PH (KCl)

La détermination du pH d'une suspension de sol dans une solution de chlorure de potassium (PH KCl) est très intéressante dans le cas des sols acides. La différence entre le pH (eau) et pH (KCl) donne une bonne idée de l'acidité potentielle. Cette différence varie de 0.5 à 1.5 unités PH. Le pH (KCl) donne une indication plus stable que le pH (eau) (Baize, 2000).

Mode opératoire

Prendre 10g du sol pour 50ml de solution de chlorure de potassium KCl (7.456 g/l). La mesure se fait par le pH mètre.

IV.5.5.Carbone et matière organique

Les feuilles et les rameaux morts qui tombent sur le sol, constituent la source primordiale de la matière organique. Le dosage de la matière organique est réalisé à partir du dosage du carbone organique. Pour passer du taux de carbone au taux de matière organique totale, on utilise le coefficient multiplicateur 1.72. La matière organique est réalisée par la méthode ANNE. Son but est de savoir les variations des taux de matière organique (Anonyme, 1977, Mathieu et Pieltain, 2003).

$$C\% = (V' - V) \times 0,3$$

$$MO\% = C\% \times 1,72$$

V' : la quantité de sel de Mohr utilisé dans le témoin (sans terre).

V : la quantité de sel du Mohr utilisé dans l'échantillon du sol.

Mode opératoire

Peser 1g du sol, ajouter 10ml de bichromate de potassium et 15ml d'acide sulfurique, relier le ballon au réfrigérant, chauffer et attendre 5minutes après l'ébullition de l'échantillon, enlever le ballon et le laisser refroidir, traverser le contenu dans une fiole jaugée de 250ml, compléter avec l'eau distillée jusqu'à 250ml, agiter bien et laisser reposer pendant une demi-heure, prélever avec une pipette 50ml de la solution et titrer par sel de mohr et un indicateur coloré « diphénylamine ». Pour le témoin, on fait la même opération, mais sans terre.

IV.5.6.Analyse granulométrique

Elle donne la répartition des particules minérales < 2mm dans un échantillon de terre selon des classes de grosseur. Il s'agit d'exprimer les différentes compositions granulométriques limoneuses et sableuses en pour cent de leur somme (Baize, 2000).

$$A + LF + LG + SF + SG = 100 \%$$

Les méthodes les plus simples et les plus fiables sont basées sur la loi de Stokes. La proportion des particules minérales du sol classées après destruction des agrégats, par catégories de grosseurs en plusieurs fractions principales définit la texture du sol (liée à la notion de composition granulométrique triangulaire). Les particules minérales ont été classées selon l'échelle suivante :

0 - 2 μ	2 μ - 20 μ	20 μ - 50 μ	50 μ - 200 μ	< 2mm
A	L G	L F	S F	S G

D'une manière générale, l'analyse granulométrique comporte quatre étapes différentes (Mathieu et Pieltain, 2007) :

- Détermination de particules grossières par tamisage à sec.
- Elimination des agents de cimentation et de liaison (matière organique, carbonate de calcium...).
- Détermination de l'argile et de limon par prélèvement à la pipette de Robinson.
- Séparation de sable par tamisage.

Mode opératoire

Peser 20g de terre fine, ajouter 50ml d'eau oxygénée pour la destruction de la matière organique, dispersion des éléments argileux par l'addition d'un élément dispersant (le plus souvent l'hexamétaphosphate de sodium), agitation mécanique pendant deux heures, à l'aide de pipette de Robinson déterminer la fraction de l'argile et de limon et séparer la fraction de sable par tamisage. La texture peut être déterminée par la suite par le triangle des textures.

IV.5.7. Azote

L'azote total d'un sol constitue la teneur globale d'azote dans l'humus, est un bon indice de fertilité du sol à condition d'être interprétée en fonction du rapport C/N. Ce rapport est un indicateur très utilisé, depuis longtemps, il exprime le rapport entre le carbone organique et l'azote total. La teneur en azote total est réalisée par la méthode Kjeldhal, avec distillation (Mathieu et Pieltain, 2003).

Mode opératoire

Peser 20g de terre fine, réaliser la minéralisation de l'échantillon par l'acide sulfurique porté à l'ébullition (il décompose les matières organiques et transforme l'azote organique en sulfate d'ammonium), déplacer ensuite l'ammoniac par addition de soude distillé, puis titration volumétrique.

IV.5.8.Tassement du sol

Des mesures de la compacité du terrain ou du tassement du sol ont été effectuées grâce à l'usage d'un pénétromètre. Le principal intérêt du test de pénétrométrie est de mettre en évidence des niveaux ou horizons du sol compact ou tassé, naturels ou résultant de l'activité humaine. Plus le sol est tassé (dans les zones sous les traces de roues), plus sa résistance à la pénétration sera forte et moins la pointe du pénétromètre s'enfoncera (Baize et Jabiol, 1998, Masson, 2005).

IV.6.Caractéristiques édaphiques

La connaissance des analyses pédologiques permet de compléter les observations topographiques décrivant le milieu de croissance des essences. Ces informations permettent de caractériser l'état actuel du peuplement et les conditions écologiques dans lesquelles il se développe (Ramade, 1981, Lecomte et Rondeux, 2002).

Au niveau des placettes d'études, on a observé que la profondeur du sol est très variable d'un canton à l'autre par exemple en canton Guerouaou, la profondeur du sol est moyennement faible (de 30 cm) avec une augmentation de la charge caillouteuse et des affleurements rocheux à chaque fois que l'on monte en altitude. Ces affleurements constituent une contrainte pour la plantation d'arbre et l'exploitation racinaire. En revanche, en canton Pépinière et Prés-Benchohra (Tourssout), le sol est profond (plus de 50cm de profondeur), ce qui permet une bonne exploitation racinaire. La charge en éléments grossiers est moyennement présente.

IV.6.1.Texture du sol

La texture du sol correspond à la répartition des particules du sol par catégorie de taille des particules. Elle joue un rôle primordial dans la croissance et le développement des végétaux. (Duchaufour, 1995). La figure 4.3 permet de mieux visualisée la distribution des deux strates de texture du sol pour tous les échantillons : (sableuse et sablo-limoneuse).

D'après Duchaufour (1988 ; 1995), les sols sableux et sablo-limono sont des sols bien aérés, perméables, facile à travailler, léger mais à faible rétention en eau et en éléments nutritifs.

La strate sableuse présente une fréquence faible de phénomène de dépérissement de l'ordre de 24 %, par contre il est très fréquent dans la strate sablo-limoneuse avec un taux de 76 %.

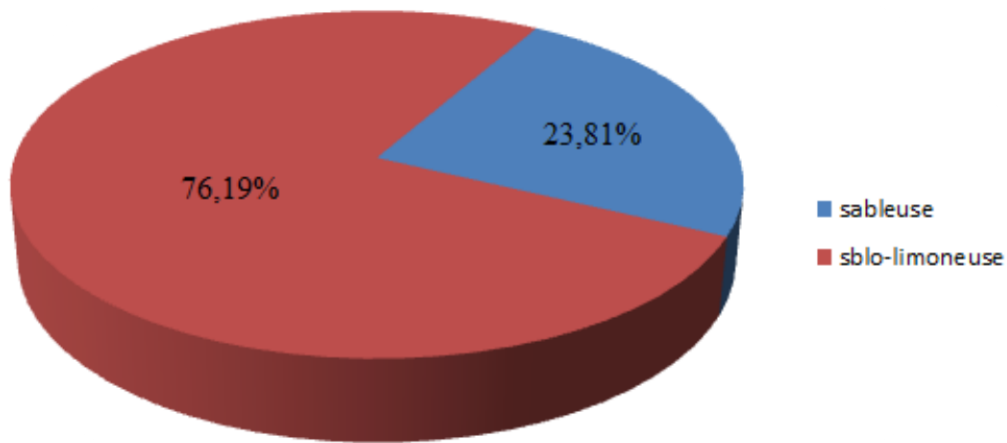


Fig. 4.3 : Répartition en % des classes de texture

IV.6.2.Humidité

L'humidité est un facteur édaphique mesurée généralement en pourcentage de l'eau contenue dans un échantillon de sol par rapport au volume total de terre (Ramade, 2003). La distribution des classes d'humidité dans la Figure 5.4 montre deux classes différentes dont la première classe (9.78 %– 25.6 %) est moins humide que la deuxième classe (25.6% – 41%).

Le phénomène de dépérissement est très fréquent dans les classes où le degré d'humidité est faible soit un taux de 65 % de l'effectif global, alors qu'il est moins fréquent dans les classes à humidité très élevée où on a trouvé 35 % des arbres dépéris.

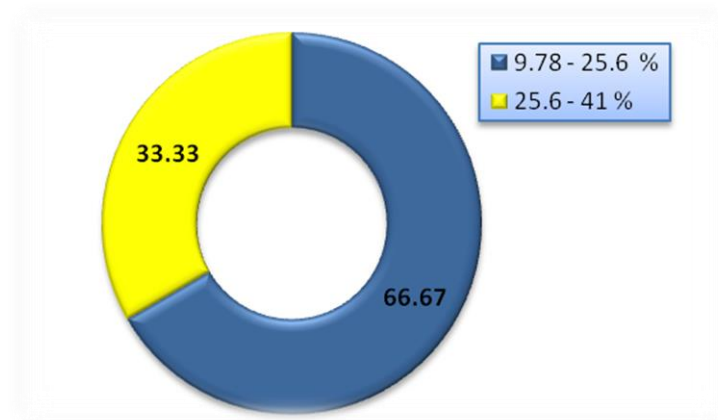
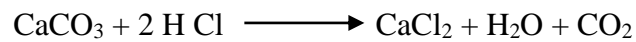


Fig.4.4 : Répartition en % des classes d'humidité

IV.6.3.Taux de calcaire

Le calcaire constitue le principal fournisseur du sol en calcium, il influe sur la structure, la croissance et le développement des espèces forestières. Les plantes sont classées selon la teneur en calcaire en deux types : des plantes calcicoles et des plantes calcifuges (Huchon, 1977, Masson, 2005 b).

La teneur en calcaire total est obtenue en utilisant le calcimètre de Bernard, par la méthode habituelle :



IV.6.4.PH du sol

L'acidité du sol est définie par la concentration en ions H^+ libres existant dans la solution du sol, les valeurs de pH vont de 1 à 14 (des valeurs les plus acides aux valeurs plus basiques) (Morot-Gaudry, 1997). Le pH du sol pourrait être significatif sur la structure et la croissance de cèdre de l'Atlas. Les valeurs de pH obtenues au niveau des placettes d'étude sont comprises entre 5.92 et 7.8. La Figure 5.6 permet de mieux visualisé la distribution en % des classes de pH :

- ❖ pH de 5.92 à 6.86 : 06 placettes ;
- ❖ pH de 6.86 à 7.8 : 15 placettes.

La sécrétion racinaire des ions H^+ de l'arbre est très importante si l'acidité d'échange (pH eau –PH KCl) est supérieure à 1.5, dans ce cas l'arbre se trouve dans des bonnes conditions.

La mesure a été effectuée à l'aide d'un pH mètre digital, sur deux suspensions d'eau distillée ou de KCl. Le rapport sol/eau pour le pH (eau), et le rapport sol/solution KCL pour le pH (KCL) est de 2/5 (Bouaza, 2011).

IV.6.5.Matière organique

La matière organique globale, vivante ou morte joue dans les sols un rôle majeur dans la formation d'agrégat et comme réserve en éléments minéraux et particulièrement en azote. La croissance des peuplements peut changer suite à un changement du taux de la matière organique du sol (Boulaine, 1980, Calu, 2004).

Comme le montre la Figure 4.5, trois classes de matière organique sont retenues au niveau des placettes d'étude :

- ◆ de 0.92 à 3.42 % : 5 placettes ;
- ◆ de 3.42 à 5.92 % : 9 placettes ;
- ◆ de 5.92 à 8.42 % : 7 placettes.

La matière organique est élevée dans tous les échantillons du sol. Les observations des différentes valeurs de taux de matière organique à travers les unités d'échantillonnages montrent que le phénomène de dépérissement est moins fréquent dans les sols riches en matière organique (Bouaza, 2011).

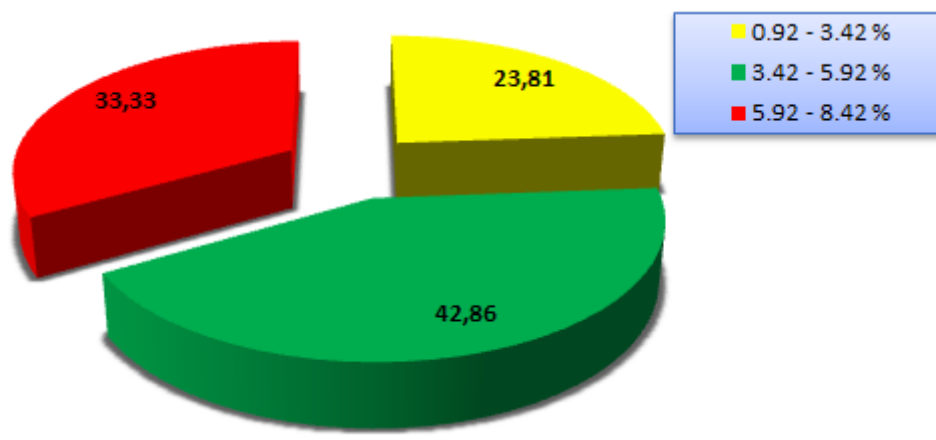


Fig.4.5 : Répartition en % des classes de la matière organique

IV.6.6.L'azote total et le rapport C/N

L'azote est un bon indice de fertilité du sol, sa détermination associée à la caractérisation du carbone organique, en calculant le rapport C/N (Landmann, 1991).

Les résultats montrent que la teneur des sols en azote total varie entre 1.8 et 32.19 (‰) avec une moyenne de (16.81‰) dans l'ensemble des échantillons.

D'après la figure 4.6, on observe que la teneur des sols en azote total est très élevée dans environ (43%) des échantillons.

Le phénomène de dépérissement est très fréquent (48%) dans les échantillons où la teneur en azote est élevée, alors qu'il est moins fréquent dans les classes de 11.93 à 22.06 (‰) où on a trouvé 21% des arbres dépéris. (Bouaza, 2011).

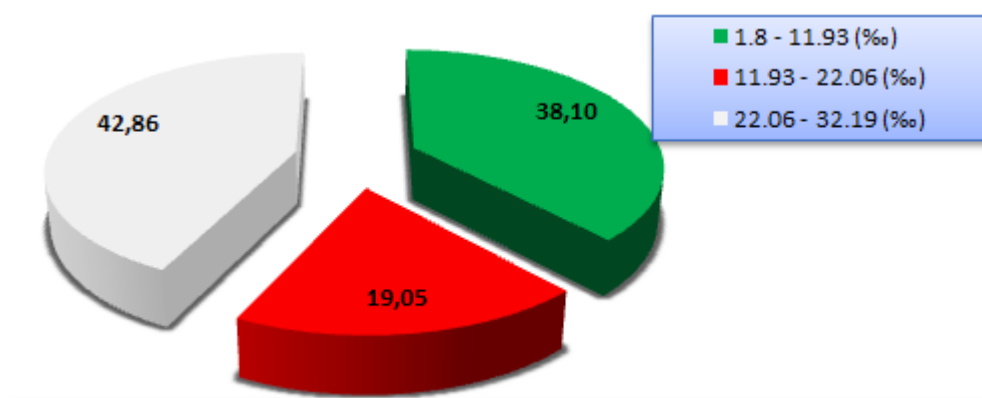


Fig.4.6 : répartition en % des classes de l'azote total

Le rapport C/N est un facteur essentiel de la dynamique du carbone et de l'azote. Il est très variable pour les résidus végétaux. Il est couramment admis que, plus le rapport C/N est élevé, plus il se décompose lentement dans le sol et que le rapport C/N critique au-dessous duquel la minéralisation nette apparaît est comprise entre 20 et 25 (Bourgeat et Ratsimbazafy, 1968, Harmsen et Van Screven, 1955 in Dellal, 1979).

Les travaux de (Dellal, 1979) montrent que l'azote total et le rapport C/N diminuent avec la profondeur du sol où les horizons inférieurs pauvres en carbone organique.

A travers la figure 4.7, on observe une distribution moyenne de 3 classes du rapport C/N, la deuxième classe c'est la classe la plus dominante représente 57.14 % (répartie en 12 placettes), avec un rapport C/N varie de 11.36 à 21.02, et la troisième classe avec un rapport C/N varie de 21.02 à 30.7, c'est valeurs indiquent en général une mauvaise structure des sols et une vie microbienne ralentie ce qui empêchent l'évolution de la matière organique en humus ou freinent sa minéralisation. La classe la moins dominante représente 19.05 % (répartie en 4 placettes) avec un rapport C/N proche de 10 ce qui indique une bonne activité biologique. (Bouaza, 2011).

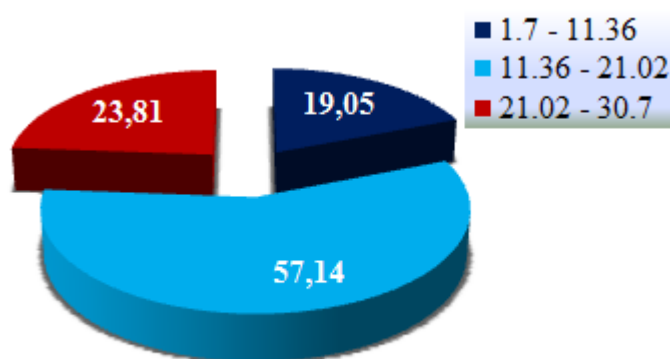


Fig.4.7 : répartition en % des classes du rapport C/N

IV.6.7. Tassement du sol

Les études des divers chercheurs sur l'effet du tassement du sol ont montré que les sols tassés comportent moins de micro-organismes et que la biomasse et l'activité microbiennes diminuent suite au tassement. Le tassement du sol réduit la biomasse microbienne et modifie l'activité enzymatique. Ceci provoque une réduction des transformations des formes de deux éléments essentiels à la nutrition des plantes « l'azote et le phosphore ». Parmi les effets négatifs du tassement du sol : difficulté de respiration racinaire, diminution de la réserve en eau du sol, et ralentissement de l'activité biologique des sols (Ponge et Bartoli, 2010).

A travers la figure 4.8 si dessous, on constate une répartition moyenne de 2 strates de tassement du sol, la moins dominante représente 23.81 % (répartie en 5 placettes), elle est liée vraisemblablement à la texture sablo-limoneuse et la strate la plus dominante représente 76.19% et elle est liée à la texture sableuse, la strate la moins tassé comprend un dépérissement de l'ordre de 71%, par contre la deuxième strate comprend uniquement un dépérissement de 22% (Bouaza, 2011).

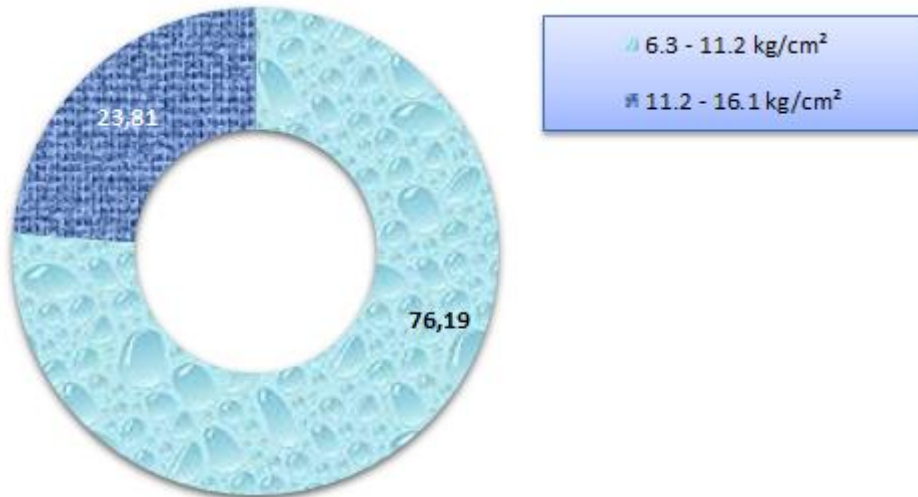


Fig.4.8 : répartition en % des strates de tassement du sol

Discussion

IV.7.Les résultats des analyses de recherche

- La profondeur des sols est moyenne à faible, surtout en altitude, dans les cantons du Guerouaou et Tourssout, alors qu'elle est plus importante dans les deux autres cantons.

-La pente importante au niveau du canton de Tourssout augmente les contraintes pédologiques.

-La texture grossière présente une bonne perméabilité, mais une faible rétention en eau qui, conjuguée à de longues périodes de sécheresse, conduit à la régression des peuplements de cèdres de l'Atlas.

-Le rapport C/N élevée nuit à l'exploration correcte du sol par les racines, t à une bonne assimilation des éléments minéraux (avec apparition de carence). Prendre des mesures appropriées pour améliorer la structure du sol (façon culturales adaptées), réduire l'acidité (amendement).

-Le PH est légèrement, cette acidité réduit souvent l'assimilabilité de certains éléments (molybdène) augmente la toxicité de certains autres (manganèse) et ralentit la vie microbienne.

-Les oligo-éléments sont en carence surtout pour le zinc que nous n'avons relevé qu'en profondeur et avec des valeurs en dessous des normes requises.

-Les sols du Parc National même s'ils ont toujours porté de beaux peuplements de cèdre de l'Atlas voient leurs propriétés en porte-à-faux de l'épanouissement de ce résineux.

Toutefois, il est recommandé d'étaler cette étude sur l'ensemble du Parc National et de tenter des amendements en oligo-éléments à titre expérimental dans les parcelles suivi du phénomène du dépérissement.

IV.7.1.Le rôle du facteur climatique

Selon (Sarmoum, 2008), L'objectif principal de leur présente étude est la recherche du rôle climatique (Précipitation et Température) dans le phénomène de dépérissement.

Leur étude fait principalement les cantons suivants : Pépinière ; Toursout ; Guerouaou ; Djouareb ; Rond-point ; Ourtene. Le résumé de leur recherche est représenté comme suit :

- la collecte du matériel végétal à travers le carottage à l'aide de la tarière de Pressler, au niveau des 19 arbres abattus (16 dépéris et 03 sains), Pour chaque arbre, deux carottes ont été prélevées à 1.30m du sol. Fait une étude générale par des analyses des cernes.

-L'étude des précipitations dans la zone d'étude avec :

- Les précipitations annuelles de la période 1966-2004 par rapport la période 1913-1938.
- Les précipitations mensuelles durant les périodes (1913-1934), (1966-2004) et (1980-2004).

- Les précipitations saisonnières de la période (1966-2004) par rapport la période (1913-1938).
- Les précipitations annuelles dans la station de Tiaret durant les périodes (1913-1938) ; (1936-2005) et (1980-2005)

-L'étude des variations des températures dans la station de Tiaret avec :

- La température moyenne annuelle durant la période (1983-2005) par rapport la période (1913-1938).
- La température moyenne mensuelle durant la période (1983-2005) par rapport la période (1913-1938).

-L'étude de la relation entre dépérissement-croissance radiale et l'analyse de la relation entre cerne-climat.

IV.7.1.1.Les résultats de recherche

La sensibilité du cèdre de l'Atlas aux précipitations marque en particulier la période allant de Mars à Juin ; période de forte activité cambiale de l'arbre et elle s'affirme davantage chez les populations situées dans les basses altitudes et/ou dans le versant sud qui présentent les meilleures relations cerne-climat.

-La sensibilité du cèdre aux précipitations durant plusieurs mois de l'année rend cette espèce vulnérable à la sécheresse qui a persisté depuis plusieurs années.

-Les années sèches provoquent une diminution brutale des réserves hydriques du sol et exposent les arbres à un risque de stress hydrique élevé qui trouve son paroxysme en période estivale (Breda et al, 2000, Landman et al, 2003).

- Les effets du stress hydrique sur l'arbre sont multiples (Larcher, 1995). La combinaison entre un déficit hydrique élevé et une forte évapotranspiration peut créer un dysfonctionnement de l'alimentation en eau dans l'arbre et conduire au phénomène de l'embolie du xylème et la cavitation des arbres (Sperry et Terry, 1988, Cochard et Granier, 1999).

-La vulnérabilité du système conducteur peut aussi évoluer avec l'âge de l'arbre; les vaisseaux devenaient de plus en plus vulnérables avec le temps, ce qui pourrait concourir à une perte de fonctionnalité progressive du xylème et donc la mort de l'arbre.

-Les conduits les plus éloignés du sol peuvent se trouver sous de très fortes tensions, en particulier lorsque le taux d'évaporation des feuilles est élevé ou qu'une sécheresse édaphique se développe, ces conduits sont donc plus vulnérables à l'embolie (Cochard, 1992, Cochard et Granier, 1999).

- Les changements climatiques actuels marqués par la persistance de la sécheresse peuvent jouer donc à la fois le rôle d'un facteur déclenchant et/ou aggravant pour le dépérissement du cèdre de l'Atlas (Zine El Abidine, 2003).

IV.7.2.Le rôle du facteur intrinsèque

Selon (Sarmoum, 2008). Le dépérissement touche les cédraies situées dans des stations à forte pente, sur des substrats marneux caractérisés par des sols superficiels à litière peu épaisse. Les sujets dépérissant relève d'un certain âge, mais les jeunes sujets ne sont pas épargnés.

Le dépérissement affecte davantage la cédraie située à basse altitude (Sarmoum, 2008).

Le dépérissement se rencontre dans toutes les expositions Néanmoins, on constate que les expositions orientées vers l'Est (NE, NNE, SE) sont les plus affectées (Sarmoum, 2008). Les tiges exposées au nord ont tendance à être favorablement arrosées par rapport à celles exposées au sud (Kacha, 2009).

Dans les peuplements à forte densité (plus de 800 tiges / ha, il faut pratiquer des éclaircies pour permettre un éclaircissement des semis et favoriser ainsi leur développement, (Nedjahi et al, 1993 ; Kacha, 2009).

IV.7.3.Le rôle du facteur entomologique

D'après (Senouci, 2006), deux agents avérés du dépérissement du cèdre de l'Atlas au niveau du parc national de Theniet el Had. Il s'agit de :

IV.7.3.1.Le bupreste (*Buprestid rustica*)

Cet agent est un parasite primaire qui devrait avoir un rôle prépondérant dans le dépérissement du cèdre de l'Atlas.

IV.7.3.2.La chenille processionnaire (*Thaumetopea ptyocampae*) :

Les archives récentes du parc national notent une série d'attaques très importantes durant les années 2002 et 2003. Cet insecte joue un rôle indirectement dans la prédisposition des cèdres au phénomène de dépérissement.



Figure 4.9 : la chenille processionnaire sur les aiguilles de *Cedrus atlantica*. (bouaza, 2011)

Conclusion

❖ Conclusion générale

La cédraie Algérienne constitue l'une des plus belles curiosités naturelles du monde. Le parc national de Theniet El Had, et particulièrement la cédraie, est considéré comme un pôle d'excellence touristique à part entière au vu de la nouvelle donne socioéconomique nationale.

Cette cédraie, comme elle se présente de nos jours, se trouve menacée par le phénomène de dépérissement de cèdre sur pied par l'interaction de plusieurs facteurs de stress de nature biotique et abiotique. Ces facteurs agissent de façon consécutive ou concomitante et provoquent l'affaiblissement de l'arbre et parfois même sa mort.

Ce phénomène suscite une inquiétude d'autant plus vive, qu'aucune des théories et hypothèses proposées pour expliquer ce déclin forestier ne semble rendre compte de l'ensemble du phénomène.

Notre travail a pour objectif de traiter le rôle d'ensemble facteurs les hypothèses qui font l'objet d'attention des chercheurs forestiers soit le facteur édaphique (propriétés physico-chimiques du sol), le facteur climatique par les variations de température, précipitation, qui jouent un rôle important dans le stress hydrique, la sécheresse, le facteur intrinsèque (l'altitude, la pente, l'exposition, la densité,...), et même le rôle du facteur entomologique par des insectes, des champignons,... donc dépérissement est un phénomène causés par un ensemble de facteurs interagissant et se succédant d'une façon particulière, et qui entraînent une détérioration générale, et graduelle, jusqu'à la mort de l'arbre.

On espère, par le biais de ce modeste travail, avoir contribué de près à répondre objectivement à l'attente du gestionnaire et au souci du chercheur.

Références bibliographiques

Addar, 2012. Changement climatique –dépérissement du cèdre en Algérie et actions sylvicoles, résumé in l'évaluation environnementale pour une gestion durable des ressources minières, énergétiques et biologiques, 17ème colloque international en évaluation environnementale, du 120 au 15 juin Montréal, 1p.

Anonyme, 1977. Laboratoire du sol- méthodes d'analyses physico-chimiques du sol, 3ème et 4ème année Mostaganem, Institut de technologie agricole, 105p.

Anonyme, 1978. Mémento du forestier. « Techniques rurales en Afrique » Paris : Ministère de la coopération, 894p.

Anonyme, 1984. Etudes et projets pour la mise en valeur des terres, aménagement des forêts et des parcs nationaux dans le massif "Ouarsenis". Bulgarie : LESCOMPLEKT, Volume20, 120p.

Anonyme, 1988. Bois et liège, Paris : AFNOR, 606p.

Anonyme, 1989. Mémento du forestier-Techniques rurales en Afrique. Paris : CTFT, 1266p.

Anonyme, 1997. Elaboration de la stratégie nationale pour la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité biologique, Rapport intermédiaire. Alger : Ministère de l'intérieur des collectivités locales et de l'environnement, 27p.

Becker, 1994. Le dépérissement du chêne des années 1980 dans le centre de la France. Point de départ d'une meilleure compréhension de l'équilibre et de la productivité de la chênaie. Rev, For, Franç.

Benabid, 1982. Bref aperçu sur la zonation altitudinale de la végétation climacique du Maroc. *Ecologia mediterranea* 8. 301-315.

Benabid, 1994. Biogéographie, phytosociologie et phytodynamique des cédraies de l'Atlas *Cedrus atlantica* (Manetti), Ann, Rech, For au Maroc, Numéro spécial (27), pp 33-60.

Berbara, 2008. Contribution à la caractérisation des ressources hydrique du parc national de Théniet el had. Mém. Ing, Agro, Tiaret, 46p.

Boudy, 1950. Economie forestière nord-africaine, Tome 02, Monographies et traitements des essences forestières, Fascicule 02. Paris : Larose, 878p.

Boudy, 1952 : Guide du forestier en Afrique du nord Ed. Maison Rustique, Paris, 505p.

Boulaine, 1980. Pédologie appliquée. Masson, paris, 220p.

Bourorga, 2016. Etude de la phytodiversité dans quelques sites choisis dans les Monts de l'Ouarsenis, mémoire de Magister En Biodiversité et gestion intégrée des écosystèmes, Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen, 2016, p 30.

Brooks, 2002. Detecting forest stress and decline in responses to increasing river flow in south west Florida. For, Eco, Man : 60, pp 45-64.

Calu, 2004. L'eau, le sol et les plantes, Spectrosciences, Free on line, Library. 21p.

Coombes, 2001. Arbres (500 espèces). Bordas, 320p.

Coulbois, 1992. Guide technique de la forêt méditerranéenne française, CEMAGREF.

Dahman et Khouja, 1994. Résultats des essais d'acclimatation du Cèdre en Tunisie, Ann, Sci, For, Maroc. Numéro spécial (27), Vol I : 129-138.

- Ducrey, 1994.** Adaptation du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) au climat méditerranéen: Aspects écophysologiques de sa réaction à la sécheresse. Ann. Sci. For. Maroc. Numéro spécial (27). Vol I : 139-154.
- Dellal, 1979.** Contribution à l'étude de la distribution et de la transformation de l'azote dans les différents types de sols de la Mitidja. Thèse, ing, en agronomie, institut national agronomique Hassan Badi, Alger : 96 pp + annexe.
- Demarteau, 2006.** Réponse de *Cedrus atlantica* aux changements climatiques passés et futurs. Thèse licence en géologie, univ. liège, faculté des sciences, Belgique, 60p.
- D'Eon, 1995.** Guide d'établissement et de la surveillance des parcelles. Réseau national de surveillance de l'état de forêts au Canada. Rapport d'information PI-X-117F. Ontario, Canada, 99p.
- Derridj, 1990.** Etude des populations de *Cedrus atlantica* Manetti en algérie, Thèse doctorat. P. Sabatier (France), 282p.
- Duchauffour, 1995.** Pédologie : sol, végétation, environnement, 4ème édition. Masson, paris, 324p.
- Duchauffour, 1998.** Abrégés pédologie, 2ème édition. Masson, paris, 224p.
- Ezzahiri, 2000.** Synthèse de quelques résultats sur la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas au moyen Atlas (Maroc). Science et changements planétaires/ sécheresse, volume 11, n°02, pp 1-9.
- Belghazi, 2000.** Synthèse de quelques résultats sur la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas au moyen Atlas (Maroc). Science et changements planétaires/ sécheresse, volume 11, n°02, pp 1-9.
- Faraji, 2005.** Etude de la durabilité d'un composite multicouche en mélange de placages de durabilités variables. Thèse, Doctorat, Engref, Montpellier.
- Finkelstein, 1981.** Influence des conditions d'alimentation hydrique sur le débourrement de la croissance de jeunes plants de cèdre (*Cedrus atlantica* Manetti) cultivés en serre. An, for, Sci, 38(4) 513-530.
- Ford, 2002.** Detecting forest stress and decline in responses to increasing river flow in south west Florida. For, Eco, Man : 60, pp 45-64.
- Gagnon, 1994.** Le dépérissement de l'érable à sucre (*Acer saccharum* Marsh) au Québec. Rev, For, Franç. Numéro spécial (05), pp 512-521.
- Gandolfo, 1994.** Analyse dendroécologique sur le sapin (*Abies alba* Mill.) et des épicéas (*Picea abies* (L) Karst) de différentes classes de défoliation dans la forêt de Vigo di Ton (Trento, Italie). Ann, For, Sci : 51, 391-406.
- Guignard, 1983.** Abrégé de botanique, 5^{ème}. Masson, 259p.
- Guillaumin, 1985.** Contribution à l'étude du dépérissement du chêne, pathologie racinaire en forêt de Tronçais. Ann, Sci, For : 42(1), pp 1-22.
- Guyon, 1991.** Le dépérissement du pin maritime (*Pinus pinaster* Ait) en Vendée, Les causes écologiques. Ann, Sci, For : 46, pp 333-346.

- Hainry, 2009.** Bilan des introductions et perspectives d'utilisation du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) en Bretagne. CRPF, 10p.
- Helis, 2008.** Dépérissement de la cédraie des Aurès. Premier constat, la forêt méditerranéenne, n°7 :13-17.
- Colombet, 2009.** Bilan des introductions et perspectives d'utilisation du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) en Bretagne. CRPF, 10p.
- Harfouche, 2003.** Prospections écologiques et sylvicoles dans les cédraies du Bélézma et de l'Aurès à la recherche de peuplements semenciers et d'arbres plus, Rev, For, Fr, LV - 2-113-122pp.
- Huchon, 1977.** Connaissance de la forêt. 6eme édition. Paris : La maison rustique, 164p.
- Houamel, 2012.** Contribution à l'étude du dépérissement de la cédraie dans la région de Batna (cas du parc national du Belezma). Thèse de Magister en foresterie, Uni Aboubekr Belkaïd ; Tlemcen, 84p.
- Kacha, 2009.** Contribution à l'étude de quelques facteurs causaux du dépérissement du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le parc national de Theniet el Had. Mém. Ing, Agro ; Tiaret, 107p.
- Khanfouci, 2005.** Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le massif de Belezma. Thèse. Doc, Sci, Agro, univ, El-Hadj-Lakhdar, faculté des sciences département d'agronomie, Batna, 248p.
- Khedim, 2018.** Étude de la biodiversité lichénique du Parc National de Theniet-el-Had (Tissemsilt, Algérie), Université Djillali Liabes de Sidi-Bel-Abbes, 2018, P56.
- Landmann, 1991 :** surveillance au sol de l'état sanitaire des forets, 7-23p.
- Lanier, 1986.** Précis de sylviculture. ENGREF, Nancy, paris, 468p.
- Lecomte, 2002.** Les inventaires forestiers nationaux en Europe – tentative de synthèse. Les cahiers forestiers de Gembloux, n°05, 29p.
- Rondeux, 2002.** Les inventaires forestiers nationaux en Europe – tentative de synthèse. Les cahiers forestiers de Gembloux, n°05, 29p.
- Letreuch, 1991.** Les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir V1, V2, OPU, Alger, 294p.
- Lev, 2008.** Fossils of practical medical knowledge from medieval Cairo, Journal of Ethnopharmacology. N° 119: 24-40.
- Lévy, 1994.** Le dépérissement du chêne des années 1980 dans le centre de la France. Point de départ d'une meilleure compréhension de l'équilibre et de la productivité de la chênaie. Rev, For, Franç.
- Loukkas, 2002.** Etude de la variabilité stationnelle de la qualité du bois du C.A.M dans le massif forestier du Djurdjura (W. Blida). Mémoire de Magister, INA, p79.
- Loukkas, 2006.** L'Atlas des parcs nationaux, achevé d'imprimé CD Diwan ,98p.

- Masson, 2005.** Autécologie des essences forestières. Comment installer chaque essence à sa place. Autécologie '2'. France : TEC et DOC. 345 p.
- Masson, 2005.** Autécologie des essences forestières. Comment installer chaque essence à sa place. Autécologie '1'. France : TEC et DOC. 306 p.
- Mathieu, 2003.** Analyse chimique des sols (méthodes choisies). Paris : TEC & DOC, 387p
- Mattauer, 1958.** Etude géologique de l'Ouarsenis oriental (Algérie). Service de la Carte Géologique de l'Algérie, Alger Bulletin N° 17, 550p.
- Meddour, 1994.** La cédraie de l'Atlas Blideen (Algérie). Valeur bioclimatique, syntaxonomique et dynamique. Ann, Rech, For, Mar, Numéro spécial (27), pp105-128.
- M'hirit, 1994.** Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti). Présentation générale et État des connaissances à travers le réseau *Silva Mediterranea* "Le Cèdre". In : Le cèdre De l'Atlas, actes du séminaire international sur le cèdre de l'Atlas. Ifrane (Maroc), 7 – 11. Juin 1993, annales de la recherche forestière au Maroc 27 (spécial). 4-21.
- M'hirit, 2006.** Le cèdre de l'Atlas : mémoire du temps, Maroc, Mardaga, 228p.
- Nedjahi, 1993.** Etude de la croissance radiale des provenances du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) en Algérie, *Silva mediterranea* actes du séminaire international sur le cèdre de l'Atlas. Ifrane (Maroc) ; 7 – 11 juin 1993 : 452 – 461.
- Nedjahi, 2003.** Prospections écologiques et sylvicoles dans les cédraies du Bélézma et de l'Aurès à la recherche de peuplements semenciers et d'arbres plus, Rev, For, Fr, LV - 2-113-122pp.
- Nedjahi, 2008.** Dépérissement de la cédraie des Aurès. Premier constat, la forêt méditerranéenne, n°7 :13-17.
- Nageleisen, 1994.** Dépérissement actuel des chênes. *Revue forestière française*. XLVI, numéro spécial sous-titre « les dépérissements d'arbres forestiers : cause connues et inconnues ». 504-511.
- Pieltain, 2003.** Analyse chimique des sols (méthodes choisies). Paris : TEC & DOC, 387p.
- Pijut, 2000.** *Cedrus*- the true cedars. Journal of arboriculture, pp : 218-224.
- Pnth, 2016.** Richesses naturelles du Parc National De Theniet El Had, fiche technique, DPPRN, 1p.
- Pnth, 2006.** Atlas des parcs nationaux algériens. ED-DIWAN, Alger, 98p.
- Pnteh, 2014.** Direction de parc national de Theniet El Had.
- Pontoppidan, 1997.** Le nom de l'arbre : le cèdre. Actes sud, France, 91 p.
- Quézel, 2000.** Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Edi Ibis, Paris, 117p.
- Rahmani, 2003.** Contribution à l'étude de l'influence du dépérissement sur la qualité du bois du *Cedrus atlantica* Manetti au niveau du parc national des cèdres de Theniet El Had (W. Tissemsilt). Thèse Ing. Tiaret. 72P

- Ramade, 2003.** Elément d'écologie, Ecologie fondamentale. DUOD, paris, 690p.
- Riou-nivert, 2001.** Les résineux – connaissance et reconnaissance. Tome 1. IDF, paris, 253p.
- Rondeux, 1999.** La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Presses agronomiques de Gembloux. 512p.
- Sai, 2008.** Dépérissement de la cédraie des Aurès. Premier constat, la forêt méditerranéenne, n°7 :13-17
- Sari, 1977.** L'homme et l'érosion dans l'Ouarsenis (Algérie). Alger: SNED, 623p.
- Sabatier, 1993.** Premières observations sur l'architecture du cèdre de l'Atlas. *Cedrus atlantica* (ENDL.) manettiex carriere (*Pinceae*).
- Salgues, 2008.** Evaluation du risque d'introduction du cèdre de l'atlas sur les sols Acides des monts de Lacaune et de la Montagne Noire, stage de fin d'étude, Marne –ENGEES, CRPF, Nancy, vol 1,86p.
- Sarmoum, 2008.** Impact du climat sur le dépérissement du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) diagnostic dendroécologique et climatique de la cédraie de Theniet el Had (Wilaya de Tissemsilt). Thèse magister en sciences de la nature. Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene, Alger, 114pp.
- Scpid, 2002.** L'hydraulique au service de la protection des forêts contre l'incendie, Rapport d'étude.
- Seigue, 1985.** La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes, Techniques agricoles et production méditerranéennes. Edit G,P, Maisonneuve et Larose, P502.
- Sperry, 1988.** Mechanism of water stress-induced xylem embolism. Plant. Physiol: 88, 581-587. Ministère de l'agriculture et de la pêche, France, 63p.
- Tessier, 1994.** Analyse dendroécologique sur le sapin (*Abies alba* Mill.) et des épicéas (*Picea abies* (L) Karst) de différentes classes de défoliation dans la forêt de Vigo di Ton (Trento, Italie). Ann, For, Sci : 51, 391-406.
- Thomas, 2002.** Relation between ecological condition and fir decline in a standstone region of the Vosges montains (northeastern France). Ann, For, Sci: 59, 265-273.
- Till, 1985.** Recherches dendrochronologies sur le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Endl, Carrière) au Maroc. Thèse, Doc, Uni, Catholique de Louvain Fac des Sciences, Louvain - la Neuve. 231 p.
- Toth, 1970.** Plus que de centenaire et plein d'avenir : le cèdre en France R.F.F. Vol, XXII, n° 3, 355-364 pp.
- Toth, 1978.** Contribution à l'étude de la fructification et la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le sud de la France. Thèse, doct, ing, fac, sci, tech, Marseille, 136p.
- Toth, 1981.** Contribution à l'étude monographique du cèdre méditerranéen, INRA. Station d'Avignon : 25 p.

Toth, 2005. Le cèdre en France, étude approfondi de l'espèce. Edi Harmattan, Paris, 271p.

Yahi, 2007. Etude phytoécologique et phytosociologique et problèmes de conservation des cédraies algériennes. Thèse de doctorat, USTHB.

Zine El Abidine, 2003. Le dépérissement des forêts au Maroc : analyse des causes et stratégie de lutte, Sécheresse. Vol : 14 (04), pp 209-218.

Algerie-Monde, 2013 : <http://www.algerie-monde.com/parcs-naturels/theniet-el-had/>

INFOCLIMATT, 2019 : <https://www.infoclimat.fr/climatologie/normales-records/1988-2018/miliana/valeurs/60430.html>).

Résumé

L'origine de dépérissement du cèdre de l'Atlas reste inconnue. Plusieurs hypothèses ont été émises pour expliquer ce phénomène. Parmi ces causes nous avons le sol.

A cet effet, nous avons étudié les principaux paramètres du sol (pH, granulométrie, C/N, matière organique et les oligo-éléments), en relation avec les conditions du milieu (Profondeur, altitude et la pente), pour avoir une relation probable entre ces facteurs et le phénomène mise en question.

Nous avons présenté les différents types du sol observés, ainsi que leur localisation, une analyse de leurs caractéristiques physico-chimiques et les contraintes édaphiques pour cerner le phénomène de dépérissement.

Les résultats obtenus montrent que les sols étudiés sont caractérisés par : une acidité du sol, mauvaise rétention en eau, assez pauvre en éléments nutritifs et faible activité biologique.

Mots clés

Dépérissement, Canton, Cèdre de l'atlas, Propriétés physico-chimiques, Parc national de Theniet El Had.

ملخص:

لا يزال أصل تراجع أرز أطلس غير معروف. تم طرح عدة فرضيات لشرح هذه الظاهرة. من بين هذه الأسباب لدينا التربة. تحقيقاً لهذه الغاية، قمنا بدراسة المعلمات الرئيسية للتربة (درجة الحموضة، حجم الحبوب، C / N، المادة العضوية والعناصر النزرة)، فيما يتعلق بظروف البيئة (العمق والارتفاع والمنحدر)، للحصول على علاقة محتمل بين هذه العوامل والظاهرة المعنية. قدمنا الأنواع المختلفة للتربة التي تمت ملاحظتها، بالإضافة إلى موقعها، وتحليلاً لخصائصها الفيزيائية والكيميائية والقيود التكوينية لتحديد ظاهرة التدهور. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن التربة المدروسة تتميز بـ: حموضة التربة، ضعف احتباس الماء، فقيرة إلى حد ما في العناصر الغذائية، وانخفاض النشاط البيولوجي.

Abstract

The origin of Atlas cedar decline remains unknown. Several hypotheses have been put forward to explain this phenomenon. Among these causes we have the soil.

For this purpose, we have studied the main parameters of the soil (pH, grain size, C / N, organic matter and trace elements), in relation to the conditions of the environment (Depth, altitude and slope), to have a relation probable between these factors and the phenomenon in question.

We have presented the different types of soil observed, as well as their location, an analysis of their physico-chemical characteristics and edaphic constraints to identify the phenomenon of decline.

The results obtained show that the studied soils are characterized by : soil acidity, poor water retention, fairly poor in nutrients and low biological activity.

Keywords

Dieback, Canton, Atlas cedar, Physico-chemical properties, Theniet El Had National Park.