



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
-المركز الجامعي أحمد بن يحيى الونشريسي - تيسمسيلت  
CENTRE UNIVERSITAIRE AHMED BEN YAHIA EL WANCHARISI – TISSEMSILT

# Mémoire

De fin d'études  
En vue de l'obtention du diplôme de Master  
En Sciences de la nature et de la vie  
**Spécialité** : Ecologie et environnement : protection des écosystèmes

Présenté par : M<sup>elle</sup> SAAD Ahlam

M<sup>elle</sup> SAAD Wafaa

## Thème

Etude biométrique de cônes et problème de la régénération du cèdre de l'Atlas  
(*Cedrus atlantica* M) dans le massif Ouarsenis (parc national de Theniet El had  
TISSEMSILT)

Devant le jury :

Mr. BOUNACEUR F	Président	Pr	Centre universitaire de Tissemsilt
Mr. ABDELHAMID D	Promoteur	Mc	Centre universitaire de Tissemsilt
Mr. BEN AMOR N	Co promoteur	Mc	Centre universitaire de Tiaret (chellala)
Mr. TALEB M.A	Examineur	Mc	Centre universitaire de Tissemsilt

Promotion 2019/2020



## Remerciement

A l'issue de ce travail, nous remercions avant tout **DIEU**, tout puissant, de nous avoir donné volonté, courage et patience pour terminer ce travail.

Au seuil de ce travail nous tiens à exprimer nos plus vifs remerciements et nos profondes gratitudees à Mr **ABDELHAMID DJAMEL, BEN AMOR.N** d'avoir accepté de suivre et d'encadrer les différentes étapes de ce travail.

Notre reconnaissance va également à Mr. **BOUNACEUR.F**, qui nous fait l'honneur d'accepter de présider le jury, ainsi Mr. **TALEB M.A**, d'avoir bien voulu examiner ce travail.

Nous remercions du fond du cœur les cadres et les personelles du parc national de Théniet El Had, d'avoir mis à nous disposition tous le matériels nécessaires et le moyen de transport, et d'avoir données des conseils en particulier, Messieurs:

**MAIRIF Mohamed, CHERIER Hamid, BELKAID Boualem.**





Nous dédions ce modeste travail à tous ceux qui nous sont chers, en particulier nos cher père qui ne cesse de donner sans jamais recevoir, dont nous sommes fière et nous espérons que Dieu lui accorde une longue vie pour qu'il puisse assister à d'autres succès.

A notre chère mère, symbole du sacrifice et du dévouement, qui nous a accompagnée durant tout ce parcours laborieux, veillé sur nous offrant ce qu'une mère a de mieux, l'amour et la compréhension.

A toute notre famille :

✚ Nos chères sœurs Ibtissem, Nada

✚ Nos chers frères Djilali, Anas et notre neveu Fadi

✚ A notre chère cousine Souhila

Qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde reconnaissance et nos sincères gratitudee.

A toutes les personnes que nous avons connues, en particulier nos amis(e), et toute La promotion Master 2 protection des écosystèmes 2020.

A tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à la réalisation de ce travail, ne serait-ce

Que par humble présence

**Sommaire :**

**Introduction :**

**Chapitre 01 : Généralité sur le cèdre**

<b>1 .L’historique de cèdre: .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Caractérisation du cèdre de l’Atlas .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Systématique de l’espèce .....</b>	<b>3</b>
<b>3- Caractéristiques botaniques et dendrologiques de l’espèce :.....</b>	<b>4</b>
<b>4- Caractéristiques Eco-physiologiques : .....</b>	<b>8</b>
<b>4-1 Le climat .....</b>	<b>8</b>
<b>4-2 Le substrat .....</b>	<b>9</b>
<b>4-3 Exposition.....</b>	<b>9</b>
<b>4-4 Altitude .....</b>	<b>9</b>
<b>5- Culture.....</b>	<b>11</b>
<b>6- Situation géographique actuelle.....</b>	<b>11</b>
<b>6-1 Aire naturelle : .....</b>	<b>11</b>
<b>6-2 Aire d’introduction .....</b>	<b>16</b>
<b>6-2-1 France : .....</b>	<b>16</b>
<b>6-2-2 Italie : .....</b>	<b>16</b>
<b>6-2-3 Bulgarie : .....</b>	<b>17</b>
<b>6-2-4 Hongrie : .....</b>	<b>17</b>
<b>7- Ecologie du cèdre de l’atlas .....</b>	<b>17</b>
<b>8- Association du cèdre de l’Atlas .....</b>	<b>18</b>
<b>9- Les limites phytoécologiques de l’aire de distribution du cèdre.....</b>	<b>18</b>
<b>9.1. Les limites altitudinales .....</b>	<b>18</b>
<b>9.2. Les limites climatiques .....</b>	<b>19</b>
<b>9.3. Les limites édaphiques.....</b>	<b>20</b>
<b>9.4. Le cortège floristique de la cédraie .....</b>	<b>20</b>
<b>10- Les ennemis du cèdre de l’Atlas .....</b>	<b>21</b>
<b>11- Sylviculture.....</b>	<b>22</b>
<b>11-1 Futaies régulières et âgées .....</b>	<b>22</b>
<b>11-2 Futaie de cèdre pur .....</b>	<b>22</b>

11-3 Futaie mélangée .....	22
<b>12-La Régénération naturelle du cèdre de l'Atlas.....</b>	<b>23</b>
12-1 Les étapes de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas.....	24
12-1-1 Le cycle de reproduction du cèdre de l'atlas : .....	25
12-1-2 . Le cycle d'ensemencement.....	26
12-2. Les facteurs qui influent sur la régénération naturelle du cèdre.....	27
12-2-1. Influence de l'altitude .....	28
12-2-2. Les cédraies des hautes altitudes (au-delà de 2000 m).....	28
12-2-3. Les cédraies des basses altitudes (1600 à 1800 mètres).....	28
12-3. Influence du substrat .....	28
12.4 Influence de l'exposition .....	28
12.5. Influence des facteurs climatiques .....	28
12-5-1 La température .....	28
12-5-2. Les précipitations .....	28
12-6. Influence de la couverture végétale .....	29
<b>13. Les facteurs de dégradation du cèdre de l'Atlas .....</b>	<b>29</b>
<input type="checkbox"/> 13-1 Les insectes .....	29
<input type="checkbox"/> 13-2 Les champignons .....	29
<input type="checkbox"/> 13-3 Les incendies.....	30
<input type="checkbox"/> 13-4 Le dépérissement.....	30
<b>14. Le reboisement du cèdre de l'Atlas .....</b>	<b>30</b>
<b>15-Intérêt du cèdre de l'Atlas.....</b>	<b>32</b>

### Chapitre 02 : Présentation de la zone d'étude

1. Description : .....	34
2. Présentation générale : .....	34
3. Aperçu historique du parc national de Theniet El Had :.....	34
4. situation géographique : .....	35
4.1 Localisation géographique .....	35
4.2. Localisation administrative .....	36
4.3. Caractéristiques socio-économiques .....	37
4.3.1 Population .....	37
4.3.2 L'infrastructure routière .....	38
4.3.3 Le tourisme .....	39

<b>5. Etude du milieu physique .....</b>	<b>39</b>
5.1 Pédologie .....	39
5.2 Géologie .....	40
5.3 Géomorphologie .....	41
5.3.1 Altitudes .....	41
5.3.2 Expositions : .....	41
5.3.3 Pentas : .....	42
5.4 Hydrologie et hydrographie : .....	43
<b>6. Etude du milieu biotique : .....</b>	<b>44</b>
6.1. La flore : .....	44
6.1.1. Strate arborescente : .....	44
6.1.2. Strate arbustive : .....	44
6.1.3. Strate herbacée : .....	45
6.2. La faune : .....	45
6.2.1 Mammifères : .....	46
6.2.2. Avifaune : .....	46
6.2.3. Entomofaune : .....	46
6.3. L'action Anthropique : .....	46
6.3.1. Le sur pâturage : .....	47
6.3.2. Incendie : .....	47
<b>7. Le climat : .....</b>	<b>47</b>
7.1. Précipitation : .....	48
7.2. La température : .....	50
7.3. Phénomènes secondaires : .....	51
7.3.1 Vent : .....	51
7.3.2. La neige : .....	52
7.3.3. Gelée : .....	52
7.3.4. L'orage : .....	52
7.3.5 Grêles : .....	53
7.3.6 Humidité : .....	53
7.4. Synthèse climatique : .....	53
7.4.1 Diagramme ombrothermique de GAUSSEN (1953) .....	53
7.4.2. L'étage bioclimatique : .....	56

### Chapitre 03 : les cônes

1-Cônes du Cèdre.....	59
2-Les différentes phases d'évolution d'un cône :.....	59
2.1. Evaluation des inflorescences mâles: .....	59
2.2. Evaluation des inflorescences femelles :.....	59
2.3. Cycle de reproduction : .....	60
2.4. Pollinisation :.....	61
3- Graines de cèdre: .....	61
4- Les facteurs de dégradation :.....	64
4-1- Le dépérissement :.....	64
4-2 Régénération du cèdre :.....	65
4-3- Pression humaine :.....	66
4-4- Braconnage : .....	66

### Chapitre 04 : Matériels et méthodes

1. objectif de l'étude :.....	67
2. Matériels et méthodes .....	67
2.1. Matériel utilisé : .....	67
3. Les données cartographiques .....	68
4. Logiciels utilisés.....	68
5. Méthodologie .....	69
5.1 Choix des stations d'études .....	69
5.2 Choix et collecte des cônes .....	72
6. Techniques employées pour l'inventaire .....	74
6.1 Mesure des cônes .....	74
6.2 Cage d'émergence.....	75
Caractéristiques écologiques et dendrométriques .....	76

### Chapitre 05 : Résultats et discussions

Résultats et discussions .....	79
3-DIMENSIONS MOYENNES .....	84
3-1Les tableaux .....	84

<b>3-2 Les histogrammes .....</b>	<b>86</b>
<b>4-Discussions .....</b>	<b>89</b>
<b>4-1 Mesure des cônes.....</b>	<b>89</b>
<b>4-1-1 La longueur des cônes .....</b>	<b>89</b>
<b>4-1-2 Le diamètre des cônes.....</b>	<b>89</b>
<b>4-1-3 Le poids des cônes.....</b>	<b>89</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>91</b>

## Liste des figures

<b>Figure1:</b> Caractéristiques botaniques du cèdre de l'Atlas. (Boudy, 1952) .....	5
<b>Figure2 :</b> les caractéristiques du cèdre .....	8
<b>Figure3 :</b> Répartition du cèdre de l'Atlas en Afrique du Nord (Benabid, 1994) . .....	12
<b>Figure4 :</b> Aire de <i>Cedrus atlantica</i> au Maroc. (DEMARTEAU et al, 2007).....	13
<b>Figure5 :</b> Localisation de <i>Cedrus atlantica</i> en Algérie (Roche, 2006) .....	14
<b>Figure6 :</b> La <i>Dynaspidiotus regnieri</i> sur les aiguilles de cèdre de l'Atlas (GERMAIN, 2014) .....	22
<b>Figure7 :</b> Les étapes de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (modifiée ) (Toth,1978). .....	27
<b>Figure8 :</b> Carte de situation du parc national de TEH par rapport au nord de l'Algérie.....	36
<b>Figure9 :</b> Carte des cantons du Parc National des Cèdres de Theniet El Had (PNTH, 2015)	37
<b>Figure10 :</b> Carte de sol du parc national de Theniet El-had (PNTEH, 2002) .....	40
<b>Figure11:</b> Carte des altitudes du Parc National de Theniet El Had (Zaiz et Dib, 2011).....	41
<b>Figure12 :</b> Carte des expositions du Parc National de Theniet El Had (Zaiz et Dib, 2011) ...	42
<b>Figure13 :</b> Carte des pentes du Parc National de Theniet El Had (Zaiz et Dib, 2011) .....	43
<b>Figure14 :</b> Carte de végétation (Source : Département de protection et promotion des ressources naturelles du parc national de Theniet el Had) .....	45
<b>Figure15 :</b> Variations des précipitations annuelles station de Theniet El Had Sarmoum (2008). .....	48
<b>Figure16 :</b> Variations des précipitations mensuelles de la station de Theniet El Had pour les périodes (1913-1938) et (1966-2004), (Sarmoum, 2008) .....	49
<b>Figure17 :</b> Variations saisonnières des précipitations dans la station de Theniet EL Had pour les périodes (1913-1938) et (1966-2004) (Sarmoum, 2008).....	50
<b>Figure18 :</b> Variations des températures mensuelles dans la station de Tiaret. Comparaison entre deux périodes (1913-1938, 1983-2005) (Sarmoum, 2008) .....	51
<b>Figure19 :</b> courbe ombrothermique de la zone d'étude à partir de 1787 m .....	55
<b>Figure20 :</b> courbe ombrothermique de la zone d'étude a 853 m.....	56
<b>Figure21 :</b> Climatogramme Pluviothermique (Emberger1930 -1938).....	57
<b>Figure22 :</b> Photo des cônes mûrs sur rameaux de cèdre (SOUFI, MESSAOUD2017) .....	59
<b>Figure23 :</b> Evolution morphologique des organes de reproduction (KHANFOUCI, 2005)...	60
<b>Figure24 :</b> Répartition des différents types et catégories de graines(KHANFOUCI, 2005)...	63
<b>Figure25 :</b> le matérielles utilisées.....	68
<b>Figure26:</b> carte de localisation des quatre stations d'étude en parc national de TEH.....	71
<b>Figure27 :</b> les quatre stations d'étude.....	68
<b>Figure28 :</b> Le choix et la collecte des cônes.....	71
<b>Figure29 :</b> la mesure des cônes .....	72
<b>Figure30 :</b> cage d'émergence .....	73
<b>Figure31 :</b> Variation des descripteurs écologiques et dendrométrique en fonction des stations. .....	74
<b>Figure32 :</b> chenille de <i>dioryctria peltieri</i> a l'intérieur de cône FENDIL 2016 .....	75
<b>Figure33 :</b> chenille de <i>dioryctria</i> présente des dégâts sur les cônes.( FENDIL2016). .....	77
<b>Figure34 :</b> Trous de sortie de <i>dioryctria peltieri</i> FENDIL2016 .....	86

<b>Figure35</b> : Orsilloides logirostrus Puton (hemenoptera, lygeidae)ABDELHAMID (1998)....	<b>86</b>
<b>Figure36</b> : taux d'attaque des cônes dans les stations d'études.....	<b>87</b>
<b>Figure37</b> : le nombre des cônes de chaque station en fonction du poids .....	<b>87</b>
<b>Figure 38</b> : le nombre des cônes de chaque station en fonction du diamètre.....	<b>88</b>
<b>Figure39</b> : le nombre des cônes de chaque station en fonction de longueur.....	<b>88</b>
<b>Figure40</b> : le nombre de chaque station en fonction de nombre des trous.....	<b>87</b>
<b>Figure41</b> : le nombre des cônes de chaque station en fonction de résine.....	<b>88</b>
<b>Figure42</b> : le nombre des cônes de chaque station en fonction de forme.....	<b>88</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : Caractéristiques ombrothermiques des différents blocs de cédraies naturelle ...	<b>9</b>
<b>Tableau 02</b> : Répartition des cédraies en Afrique du nord .....	<b>13</b>
<b>Tableau 03</b> : Répartition des céderais algériennes selon le climat (Abdessemed,1981 .....	<b>14</b>
<b>Tableau 04</b> : Evolution des plantations mono spécifiques de cèdre de l'Atlas entre 1962 et 2002.....	<b>28</b>
<b>Tableau 05</b> : Répartition des plantations mono spécifiques de cèdre de l'Atlas par zone climatique.....	<b>29</b>
<b>Tableau 06</b> : Répartition de la population par classe d'âge. (D.P.A.T Tissemsilt 2002).....	<b>36</b>
<b>Tableau 07</b> : Répartition de la population par classe d'âge. (D.P.A.T Tissemsilt, 2002.....	<b>36</b>
<b>Tableau 08</b> : Direction des vents dans le parc nationale de theniet el had.....	<b>50</b>
<b>Tableau 09</b> : Nombre de jours de gelées blanches enregistrés dans la station de Theniet el Had Seltzer (1946).....	<b>51</b>
<b>Tableau 10</b> : Nombre de jours d'orages enregistrés dans la station de Theniet el Had (Seltzer 1946.....	<b>52</b>
<b>Tableau 11</b> : Extrapolation des données de précipitations mensuelles et annuelles à partir de Theniet.El.Had pour Djebel El Meddad....	<b>53</b>
<b>Tableau 12</b> : Répartition mensuelle et annuelle des températures pour le parc national aux altitudes 853 et 1787 m (données extrapolées de la station deT.E.H).....	<b>53</b>
<b>Tableau 13</b> : tableau récapitulatif des caractéristiques des stations (parc national de TEH....	<b>74</b>
<b>Tableau 14</b> : Synthèse des caractéristiques écologiques et dendrométrique de 4 stations d'étude dans le parc national de Thniet El Had de la Wilaya de Tissemsilt.....	<b>80</b>
<b>Tableau 15</b> : la moyenne de la longueur ,le diamètre et le taux de recouvrement des arbres par station.....	<b>81</b>
<b>Tableau 16</b> : taux d'attaque de cônes de cèdre dans les quatre stations.....	<b>82</b>
<b>Tableau 17</b> : Le nombre du cône de chaque station en fonction du poids .....	<b>84</b>
<b>Tableau 18</b> : Le nombre du cône de chaque station en fonction du diamètre.....	<b>85</b>
<b>Tableau 19</b> : Le nombre du cône de chaque station en fonction de longueur .....	<b>85</b>
<b>Tableau 20</b> : Le nombre du cône de chaque station en fonction le nombre des trous.....	<b>86</b>
<b>Tableau 21</b> : Le nombre du cône de chaque station en fonction de résine .....	<b>86</b>
<b>Tableau 22</b> : le nombre du cône de chaque station en fonction de forme.....	<b>86</b>

## **Résumé**

Notre étude a été réalisée au niveau du Parc national de Thneit El Had à la wilaya de Tissemsilt dans quatre stations : Deux au versant Nord (Guerouaou, Pépinière) et deux au versant sud (Sidi abdoune, Ouerten).

L'objectif de notre travail est l'étude biométrique des cônes et problème de régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus Atlantica Manetti.*) et l'identification de certains facteurs pouvant affecter ce phénomène.

Les résultats obtenus mettent en évidence l'importance du rôle joué par l'altitude, l'action anthropozoïque et d'autres facteurs stationnels sur la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas et la qualité des cônes. Concernant l'échantillonnage, nous avons identifié une trentaine d'arbres au niveau de chaque station, et de chaque arbre nous avons prélevé cinq cônes, où les stations à une haute altitude sont celles qui contiennent les plus gros cônes, contrairement à celles qui sont à une basse altitude. A l'issue de l'analyse des données et de nos observations sur le terrain, nous avons fait quelques constats en guise de conclusion qui sont :

- la longueur des cônes, les stations du Nord sont caractérisées par une longueur dont le mode correspond à la classe de 50 – 70 mm. Pour la station du Sud la classe de 60-80 mm est mieux représentée.
- les classes de diamètre 30 – 40 mm et 40 – 60 mm caractérisent respectivement les stations du Nord et les stations du Sud.
- le poids des cônes, les stations du Nord présentent un mode pour les classes 40-50 et 50-60g. Les classes de poids 30-40g et 40-50g sont bien représentées dans les stations du sud.

**Mots clés :** Parc national de Thneit El Had, cèdre de l'Atlas, régénération naturelle, cône.

## **Summary**

Our study was conducted at the Thneit El Had National Park in four stations: two to the north slope (Guerouaou, nursery) and two south snow (Sidi Abdoune, Ouerten).

The purpose of our work is the biometric study of the cones and natural regeneration problem of the ATLA Cedar (*Cedrus Atlantica Manetti*). And the identification of certain factors that may affect this phenomenon.

The results obtained highlight the importance of the role played by altitude, anthropozoic action and other stationary factors on the natural regeneration of the atlas cedar and the quality of cones. Regarding sampling, we identified thirty trees at each station, and each tree we have taken five cones, where the high-altitude stations are those that contain the biggest cones, contrary to those that are at a low altitude. After analyzing the data and our observations in the field, we made a few observations by way of conclusion which are:

- the length of the cones, the northern stations are characterized by a length whose mode corresponds to the 50 - 70 mm class. For the South station the class of 60-80 mm is better represented.
- the diameter classes 30 - 40 mm and 40 - 60 mm respectively characterize the Northern stations and Southern stations.
- the weight of the cones, the northern stations have a mode for classes 40-50 and 50-60g. The 30-40g and 40-50g weight classes are well represented in the stations from South

**Keywords :** National Park of Theniet El-Had, Atlas cedar, natural regeneration, cone.

## المخلص

تمت دراستنا على مستوى منتزه ثنيت الحد الوطني بولاية تيسمسيلت في أربع محطات: اثنتان في الجانب الشمالي (غرواو ، المشتلة) واثنتان في الجانب الجنوبي (سيدي عبدون ، ويرتن).

الهدف من عملنا هو الدراسة البيو مترية للأقماع ومشكلة التجدد الطبيعي لأرز الأطلس (Cedrus Atlantica) (Manetti) وتحديد بعض العوامل التي قد تؤثر على هذه الظاهرة.

النتائج المحصل عليها تسلط الضوء على أهمية الدور الذي يلعبه الارتفاع والعمل البشري وعوامل ثابتة أخرى في التجديد الطبيعي لأرز الأطلس ونوعية المخاريط. فيما يتعلق بأخذ العينات ، حددنا حوالي ثلاثين شجرة في كل محطة ، ومن كل شجرة أخذنا خمسة أقماع ، حيث المحطات على ارتفاعات عالية هي تلك التي تحتوي على أكبر الأقماع ، على عكس تلك الموجودة على ارتفاع منخفض.

بعد تحليل البيانات و الملاحظات في الميدان ، قدمنا بعض الملاحظات على سبيل الاستنتاج

- طول المخاريط تتميز المحطات الشمالية بطول الذي يتوافق مع فئة 50-70 ملم.. للمحطة الجنوبية فئة مم 60-80

-فئات القطر 30-40 مم و 40-60 مم على التوالي تميز المحطات الشمالية والمحطات الجنوبية.

-وزن المخاريط ، المحطات الشمالية لها وضع للفئات 40-50 و 50-60 جم. فئات الوزن 30غ-40

ممثلة بشكل جيد في المحطات من الجنوب.

الكلمات المفتاحية الحظيرة الوطنية لثنية الحد. الارز الاطلسي. التجديد الطبيعي. اقماع الارز:



*Introduction*

## INTRODUCTION

Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) ou Arz el Atlas en arabe, Idkil ou Idil en berbère, est une essence forestière endémique des montagnes de l'Afrique du nord.. Elle est considérée comme étant l'essence noble par excellence (BOUDY, 1950 in KROUCHI, 2010). Le cèdre est indiscutablement l'espèce forestière la plus prestigieuse ( Harfouche & Nedjahi, 2003),et en Algérie, le cèdre apparaît en populations très dispersées occupant partout les sommets de montagnes.

Les cédraies algériennes ont énormément régressé suite à leurs exploitations incontrôlées pendant plusieurs millénaires (DERRIDJ (1990) . Cependant l'équilibre de la forêt devient extrêmement fragile, et il est même rompu dans certaines localités (EZZAHIRI et al.1994). Le même auteur ajoute que ce phénomène a entraîné la perturbation de plusieurs mécanismes d'ordre physiologique et biologique et plus particulièrement celui de la régénération naturelle.

En Algérie, depuis l'indépendance, des efforts considérables ont été consacrés pour la reconstitution des forêts. Cependant l'intervention de l'homme et les dégâts provoqués par la pollution est les principales causes de dégradation de ce milieu qui influant négativement sur la croissance et la régénération naturelle des arbres.

En plus des pressions anthropozoïques qui se sont exercées sur les cédraies, il y a aussi le changement climatique global. QUEZEL (2000) note que celui-ci conduira dans les prochaines années à la disparition des cédraies continentales du Maghreb. Les dégâts estimés irrémédiables d'après QUEZEL et MEDAIL (2003), sont dus à la succession d'années sèches au niveau des cédraies les plus vulnérables du point de vue écologique.

Le Parc national de Thniet el Had abrite une diversité remarquable en espèces forestières, parmi lesquelles se trouve le cèdre de l'Atlas « espèce emblématique de l'Afrique du Nord ».

Cette espèce de haute montagne à aire géographique très restreinte connaît des perturbations d'ordre physiologiques, biologiques et plus particulièrement celui de régénération naturelle.

Afin de mieux connaître ces cédraie et d'accroître leurs superficies, il est utile d'avoir une idée sur le mécanisme de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas. Le travail présenté dans le cadre de ce mémoire porte sur l'étude biométrique de cônes et problème de la régénération du cèdre de l'Atlas au niveau du parc national de Thniet el Had la Wilaya de Tissemsilt. Dans ce travail, nous avons analysé l'effet des paramètres écologiques (l'altitude, la pente, le recouvrement végétal...) conjugué à l'effet des paramètres dendrométriques ont été testés sur quatre stations « deux au nord et deux au sud du parc ».

Le travail se divisé en cinq chapitres dont le premier est consacré à une synthèse bibliographique sur le cèdre de l'Atlas. Le second présente la zone d'étude, le troisième chapitre est sur le dépérissement, et le quatrième résume les différentes méthodes utilisées pour le recrutement des données au niveau des différentes stations. Enfin le dernier chapitre, il est consacré à l'analyse et discussion des résultats, suivi d'une conclusion générale.



# *Chapitre 01*

**Généralité sur le cèdre**

### 1 .L'historique de cèdre:

Le genre *Cedrus* est très ancien, son existence au tertiaire est certaine et il occupait alors des régions d'où il a complètement disparu .Il y avait le *Cedrus vivarensis* du miocène de France et on a trouvé des restes de cèdre dans la province d'Ienisseïsk en Sibérie à 56° de latitude, au milieu de fossiles de *Platanus*, *Cornus*, *Ilex*, *Aralia* , *Acer*. Les fossiles crétacés rapportés au genre sont plus douteux. (BOUDY, 1950).

Des études paléontologiques ont montré que l'aire du cèdre était beaucoup plus vaste. Il aurait existé durant les tertiaires où il occupait des régions dont il a disparu actuellement.(BOUDY ,1950)

Des fossiles de cèdre ont été retrouvés dans les formations pléistocènes en Europe et au niveau du massif du Hoggar.

Selon FABRE J .P(1994), le genre *Cedrus* comprend quatre espèces :

- ✓ Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) au Maroc et en Algérie.
- ✓ Le cèdre de Chypre (*Cedrus brevifolia* (Hook)) Henry dans l'île de Chypre.
- ✓ Le cèdre du Liban (*Cedrus libani* (G.don) Loud) au Liban, en Syrie et en Turquie.
- ✓ Le cèdre de l'Himalaya (*Cedrus deodara* Loud) à l'Ouest de l'Himalaya.

TOTH (1984), souligne que parmi les quatre espèces du genre «*Cedrus*», c'est surtout le cèdre de l'Atlas qui fut grandement utilisé dans les reboisements méditerranéens depuis sa réintroduction dans la seconde moitié du 19ème siècle, afin de restaurer les montagnes dénudées par les déboisements abusifs des siècles précédentes. (TOTH, 1984 in GUESSOUM ,2000).

### 2. Caractérisation du cèdre de l'Atlas

#### 2.1. Systématique de l'espèce

Le mot « Cèdre » vient du latin *Cedrus*, issu lui-même du grec *Kedros*, qui désignait aussi le genévrier cade (MASSIF ,2006).

**Nom scientifique** : *Cedrus atlantica* Manetti

**Nom arabe** : El Arz

**Nom berbère** : Begnoun

**Nom anglais** : Atlas 'Cedar.

**Taxonomie** : La position taxonomique de cèdre est identifié comme suite (Quezel & Santa, 1962) :

## Chapitre1 : généralité sur le cèdre

- . Embranchement : spermaphytes
- . Sous embranchement : Gymnospermes
- . Classe : Vectrices
- . Ordre : Abiétales
- . Famille : Pinacées
- . Sous famille : Abiétés
- . Genre : Cedrus
- . Espèce : Cedrus atlantica Manneti

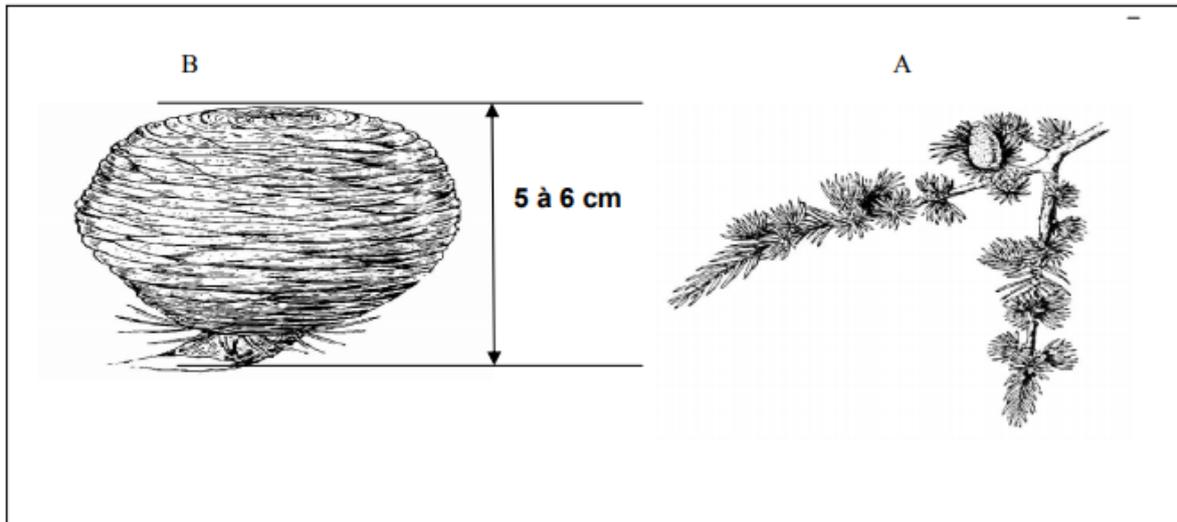
### 3- Caractéristiques botaniques et dendrologiques de l'espèce :

Le cèdre par excellence, l'essence noble de l'Afrique du nord et de l'orient, par la majesté de son port et sa longévité. **(BOUDY, 1950).**

Ce conifère est, à l'état jeune, élancé et très élégant, il devient un arbre majestueux. Les aiguilles vertes sont regroupées en rosettes le long des rameaux. Très décoratif aussi par l'abondance de ses fruits appelés cônes, le cèdre de l'Atlas appartient aux inconditionnels des grands jardins. C'est une espèce qui apprécie particulièrement les expositions ensoleillées.

Les arbres du cèdre de l'Atlas sont de grandes tailles, environ 40 m de hauteur, à port droit pyramidal dans sa jeunesse et qui prend une forme tabulaire en vieillissant, la cime est trapue quand l'arbre est isolé, en massif serré les arbres acquièrent une forme élancée, ce qui lui permet d'être classé parmi les plus beaux arbres d'ornements. **(TOTH ,1970 in MOHAMMADI et YACOUB, 2010).**

Sa ramure est horizontale, constituée par de grosse branches étalées, lesquelles avec l'âge deviennent retombantes, ce qui lui confère une formes pyramidales dans la jeunesse et une forme tabulaire dans la vieillesse. **(GHIAR ,1994).**



**Figure 1 : Caractéristiques botaniques du cèdre de l'Atlas. A : rameau avec inflorescence mâle ; B : cône (Boudy, 1952)**

### **A- Le Port**

- Arbre jeune : port conique pyramidal ;
- Arbre âgé : présente de grosses branches étalées et une cime tabulaire ;
- Hauteur : de 40 m ;
- Circonférence du tronc: de 1 à 2 m généralement,

### **B-Racines :**

Le système racinaire est développé, très puissant et la stabilité de l'arbre est bien assurée (**BOUDY, 1950**), le système racinaire est pivotant, les racines obliques sont très fortes, la longévité est remarquable, pouvant dépasser 1000 ans et plus cependant sa croissance est lente (**LEDANT, 1975 in BELBAHRI, 1981**).Le système racinaire croit par vague espacées de 2 à 4 semaines pendant toute l'année (**RIEDACKER ,1978 in LAIMOUCI, 1983**).

### **C- Tronc :**

Le tronc puissant est terminé par une flèche très grêle et très souple ; son écorce est épaisse, lisse, de couleur brune à l'état jeune puis de couleur grisâtre à l'état adulte et comporte de nombreuses crevasses.

### **D- Les Aiguilles**

sont groupées en petits bouquets au sommet et portées par de courts rameaux pouvant vivre 3 ans (**Boudy, 1950**).

- Longueur : de 1 à 2 cm ;
- Couleur : vert ou glauque ;

## Chapitre1 : généralité sur le cèdre

- Persistance : 3 ans ;

- Forme : raide et fine, peu aigue, généralement arquée groupées en rosettes denses ) de 30 à 40 aiguilles ( **figure 1.a**).

### **E- Ramifications:**

Les ramifications sont de deux sortes (**MASSIF ,2006**):

\*Rameaux longs ou auxiblastes, gris jaunâtre, portant des aiguilles insérées isolement.

\*Rameaux courts ou mésoblastes, portés par les rameaux longs, portent des aiguilles disposées en rosette.

### **F-Feuilles :**

Les feuilles persistantes sont groupées au sommet de courts rameaux, en petits bouquets de trente à quarante aiguilles ; celles-ci ont de 1 à 2 cm de long et vivent généralement 3 ans (**BOUDY ,1950**) Feuilles, les unes isolées sur les jeunes rameaux longs et les autres fasciculées en rosette sur les rameaux courts latéraux; souvent un peu incurvées. (**QUEZEL et SANTA, 1962**) ; Les feuilles sont rigides d'une couleur qui peut varier du vert foncé au vert bleuté selon les individus. (**BATAL ,1990**).

**G- Les fleurs:** Les fleurs du cèdre naissent en automne et le cône est mur à l'automne de la 3<sup>ème</sup> année il s'ouvre alors 2 ans après la fécondation, mais les fruits n'arrivent à maturité qu'à l'automne de la seconde année. Alors la fructification du cèdre de l'Atlas débute vers l'âge de 35 à 40 ans (**Boudy, 1950**).

### **H-Fruit :**

Le cône, de la grosseur d'un œuf, de 5 à 6 cm de longueur ; il munit en deux ans. La fécondation des fleurs a lieu à l'automne ; durant l'année suivante le cône se forme et l'automne de la deuxième année reste vert sur l'arbre. Durant la troisième année achève de murir et s'ouvre au début de l'hiver, deux ans après la fécondation. (**BOUDY, 1950**) ; Les cônes sont gros, ovoïdes de couleur gris vert virant au marron, dressés sur la face supérieure de la branche, supportés par une tige courte (**LOUKKAS, 2001**); Cône à écailles minces qui finissent par se désarticuler et tomber. (**QUEZEL et SANTA, 1962**).

### **I- Graines :**

Les graines sont marron -roux, cunéiformes, comprimées munies d'une aile plus longue que large (10 à 15 mm de longueur de graine), se détachant facilement. La graine est tendre et enveloppée d'une pellicule résineuse protectrice. Sa maturation se fait entre la fin de deuxième à la troisième année et sa germination est épigée. (**PARDY, 1937 et BOUDY ,1950 in GRAINE ,1993**).

## Chapitre1 : généralité sur le cèdre

### **J- L'écorce :**

Est épaisse de couleur brune à l'état jeune et grisâtre crevassée à l'état adulte. leur longévité est remarquable et sa limite supérieure n'a pas encore été arrêtée. Elle dépasse certainement 600 à 700 ans (**Boudy, 1950**). Le cèdre donne également des cônes à graines fertiles jusqu'à un âge avancé.

### **K-Cime :**

La cime pyramidale en jeune âge devient étalé (forme tabulaire) quand la croissance s'arrête et que l'arbre atteint l'âge de vieillesse. (**NEZAR KEBAILI, 1980**).

### **L-Longévité :**

Sa longévité paraît fabuleuse dépasse certainement 600 à 700 ans, on lui attribue 1000 ans et plus (**CHEBOUKI, 1994**).

Le Cèdre est une essence monoïque, ses fleurs sont groupées en chatons mâles de forme ovoïde qui apparaissent à mi-juin. Les inflorescences femelles, de forme ovoïde également et de couleur vert- bleuâtre. Ces dernières sont plus petites que les chatons mâles et apparaissent trois mois après les chatons mâles (**Toth, 1978**).

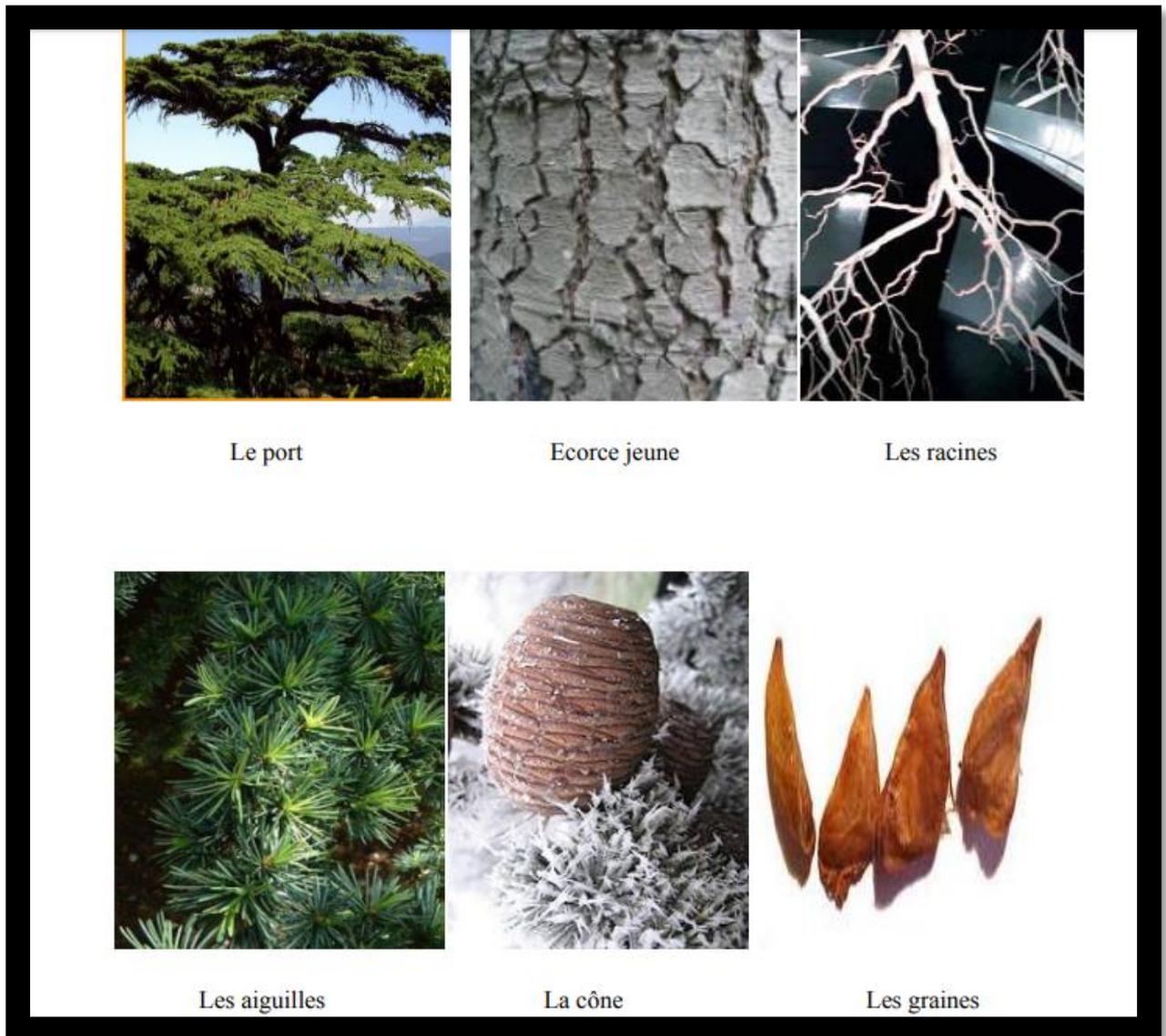


Figure 2 : les caractéristiques du cèdre

#### 4- Caractéristiques Eco-physiologiques :

##### 4-1 Le climat

Le cèdre de l'Atlas pourrait être considéré comme une essence de climat de transition; on peut la trouver dans les climats froids et humides, et les climats chauds et secs (**Aussenac, 1984**).

En Algérie, les cédraies sèches des Aurès et des Honda ne reçoivent qu'une tranche pluviométrique comprise entre 500 et 700mm/an. Celle du Djurdjura, des Bâbords, l'Ouarsenis et Chera plus humides, recevant 1100 à 2100mm/an. **Derridj (1990)** rapporte que l'étage humide (800 à 1200 mm/an) est par excellence la zone préférée du cèdre de l'Atlas.

## Chapitre1 : généralité sur le cèdre

L'irrégularité de la répartition des précipitations annuelles et mensuelles joue un rôle défavorable sur la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas, la sécheresse estivale accentue encore le phénomène.

L'aire de projection du cèdre de l'Atlas sur le climagramme d'EMBERGER, s'étale de la limite supérieure du semi-aride supérieur à variante froide ou très froide, jusqu'au humide à variante froide à très froide ( **Derridj, 1990**).

### 4-2 Le substrat

Le substratum géologique constitue également un facteur de répartition des cédraies, on constate que:

- Le Cèdre est également rare sur calcaire ;
- Sur des formations argileuses recouvertes d'éboulis ;

**Lepoutre (1964)** a mis en lumière le fait que l'influence des facteurs édaphiques varie selon le climat; plus le climat est sec, plus l'influence du sol est grande.

En Algérie comme au Maroc, le cèdre pousse sur des roches acides (granites, quartzites, schistes, grès siliceux) ou non acides (roches calcaires, marnes, dolomies, basalte grès calcaire).

**Boudy (1950)** note que le cèdre de l'Atlas se rencontre aussi bien sur les calcaires que sur les schistes calcaires ou gréseux et sur grès, et que les neuf dixième des cédraies algériennes se trouvent sur des formations siliceuses.

Au Maroc, l'analyse des aiguilles de cèdre a révélé des déficiences nutritionnelles en éléments nutritifs, l'apparition de ces déficiences chez les jeunes semis de cèdre constituera une contrainte majeure à la croissance et à la survie des plants (**Boudy, 1950**).

### 4-3 Exposition

Elle joue un rôle important dans la répartition des pluies et des températures

En Algérie comme au Maroc, les vents humides sont de direction Nord-ouest. Ainsi, les expositions faisant face à ces vents sont plus arrosées; elles portent les plus belles cédraies.

- ✓ Au Maroc, la plupart des cédraies sont exposées aux vents d'Ouest chargés d'humidité (**Abourouh, 1983**).
- ✓ En Algérie, les expositions Nord et Nord –Ouest sont non seulement bien arrosées mais également à l'abri des vents desséchants.

### 4-4 Altitude

## Chapitre1 : généralité sur le cèdre

Dans son aire naturelle, le cèdre de l'Atlas est considéré comme une essence montagnarde. L'altitude influence le cèdre par les conditions climatiques, notamment les précipitations et les températures; plus l'Altitude est élevée, plus les précipitations moyennes sont élevées et les températures sont basses (**Boudy, 1950**).

D'après **Abdessemed (1981)**. En Algérie la limite inférieure est fonction de la plus ou moins grande humidité de la station, elle se situe dans l'Aurès à 1400-1500m en versant nord et 1600 m en versant sud.

En France, au mont Ventoux, le Cèdre peut descendre jusqu'à 680m (**Toth, 1980**), alors qu'en Provence, il peut se rencontrer à des altitudes inférieures à 400m, aussi bien qu'en altitudes supérieures à 700m où les conditions sont meilleures (**Ripert et Boisseau, 1993**).

D'après **Schoenberger (1970)**, les limites supérieures et inférieures diffèrent d'une cédraie à l'autre, il distingue dans les cédraies eurasiennes deux étages bioclimatiques:

- ✓ L'étage subhumide supérieur à hiver froid, de 2200 à 200m.
- ✓ L'étage subhumide inférieur à hiver froid, de 2000 à 1600m.

Correspondant respectivement à des pluviométries annuelles de 700/800mm et 500/600mm.

Selon **M'hirit ( 1994a)** les principales caractéristiques ombrothermiques des différents blocs de cédraies naturelles du Maghreb sont présentées dans **le tableau N :1**

**Tableau 1 : Caractéristiques ombrothermiques des différents blocs de cédraies naturelles**

Blocs de cédraies	Limites altudinales (m)	Précipitations annuelles (mm)	Températures (°C)	
			M	m
Rif occidental	1400 – 2300	1390 - 1786	28.3° – 24.1°	-5.6° à -0.2°
Rif central	1500 – 2400	1257 – 1707	28.8° – 3.7°	-5.6° à -0.4°
Rif oriental	1700 – 2200	906 – 1311	26. °– 4.6°	-5° à -1.0°
Moyen Atlas Tabulaire	1500 – 2000	871– 1066	30.9°– 27.6°	-4.7° à -0.5°
Moyen Atlas oriental	1800 – 2000	615 – 927	28.7° – 26.5°	-6.4° à -3.0°
Haut Atlas Oriental	1800 – 2400	499 – 799	29.6° – 23.2°	-8.3° à -3.1°
Aurès et Belezma	1350 – 2300	499 – 790	29.6° – 23.2°	-8.3° à -3.1°
Djurdjura et Babors	1400 – 2200	1200 – 1700	16.8°	-8.5°

Source :(M'hirit,1994a)

## Chapitre1 : généralité sur le cèdre

Le cèdre de l'Atlas supporte les sécheresses intenses si elles ne sont pas prolongées ainsi que le climat irrégulier alternant les années sèches et humides. **Benabid (1994)** rapporte que les précipitations des régions de cèdre de l'Atlas vont de 500 à plus de 2000 mm et des températures moyennes minimales du mois le plus froid de -1 à -8 °C .

Pour **Medioni & Yahi (1994)**, le cèdre se développe entre 440 et 1403 mm de pluie. Au niveau des Aurès. Dans cette région, on rencontre rarement le cèdre de l'Atlas à moins de 1400 m, en raison de l'aridité du climat.

### **5-Culture**

**5-1 Niveau de difficulté:** Pas de problème majeur.

**5-2 Sol:** Siliceux à tendance acide, maigres et rocailleux, avec une prédilection pour les régions montagneuses entre 1000 et 2000 m. Les terrains lourds et argileux ne lui conviennent pas.

**5-3 Exposition:** Soleil et lumière avec un peu d'humidité atmosphérique. Les cèdres sont des montagnards capables de supporter aussi bien les chaleurs écrasantes l'été que la neige de l'hiver.

**5-4 Semis /plantation:** Le cèdre de l'Atlas se reproduit par semis spontané, et, ce, en abondance. Sinon, les graines doivent être semées dès l'ouverture des cônes car elles ne se conservent pas à l'air libre. Les cèdres supportent mal les transplantations.

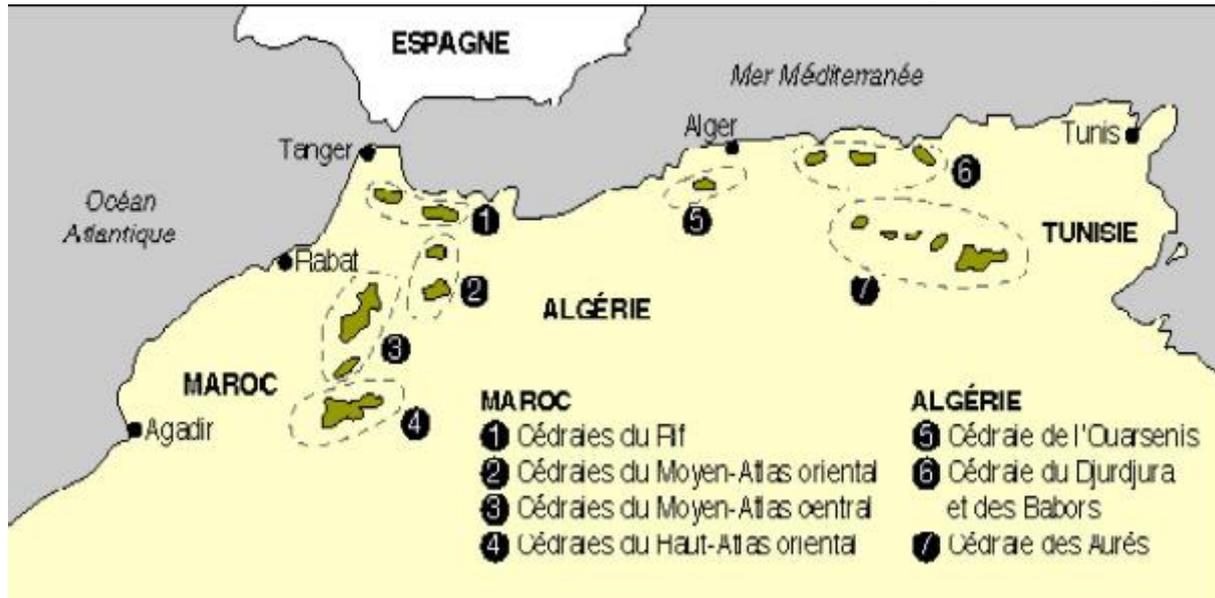
**5-5 Conduite de culture:** Du fait de son système racinaire étant très étalé et ramifié, cet arbre a besoin de beaucoup d'espace et de lumière. Il pousse lentement d'abord en hauteur puis s'étale en vieillissant. Il protège le sol de l'érosion.

### **6-Situation géographique actuelle**

**6-1 Aire naturelle :**

## Chapitre1 : généralité sur le cèdre

Le cèdre de l'Atlas est localisé sur les montagnes du Maghreb



**Figure 3 : Répartition du cèdre de l'Atlas en Afrique du Nord (Benabid, 1994) : 1-Le Rif : 15 000 ha à partir, 2-Le Moyen Atlas oriental :20 000-23 000 ha, 3- Le Moyen Atlas central : 80 000-120 000 ha, 4- Le haut A .**

### a-Au Maroc

C'est au Maroc que se trouve actuellement l'essentiel des peuplements du cèdre de l'Atlas (Fig. 4.Selon (BENABID, 1994) cette essence occupe au Maroc près de 120 000 ha répartis en quatre blocs :

- ✓ Le Rif : 15.000 ha.
- ✓ Le Moyen Atlas oriental : 20.000 ha.
- ✓ Le Moyen Atlas central : 80.000. ha.
- ✓ Le haut Atlas oriental : 25.000 ha.

Selon M'HIRIT (1994), le cèdre est réparti comme suit :

- ✓ La cédraie du Rif :

D'une superficie de l'ordre de 15.000 ha. Le cèdre se développe à partir de 1500 m sur calcaire en mélange avec le sapin du Maroc (*Abies maroccana*) et sur des substrats quartzeux-schisteux de la nappe de Kétama ou des substrats gréseux de la nappe de Tizirène.

- ✓ La cédraie du Tazekka

800 ha, d'une superficie de l'ordre de 850 ha sur schistes primaires non calcaires présentant beaucoup d'affinités avec celles du Rif.

- ✓ Les cédraies du Moyen –Atlas central :

Ensemble le plus important du cèdre de l'Atlas d'une superficie de l'ordre de 120.000 ha sur substrat calcaire ou dolomitique du Lias et du Jurassique.

## Chapitre1 : généralité sur le cèdre

### ✓ Les cédraies du Moyen –Atlas oriental :

23.000 ha, individualisées en petits ilots dans les massifs du Bou Iblane et Taffert et de Tamtroucht au nord et dans les massifs de Bou Naceur au sud sur substrat dolomitique ou marno-calcaire du Toarcien-Aalenien.

### ✓ Les cédraies du Haut –Atlas oriental :

26.000 ha, développées sur les versants nord de Jbel Layachi et du Jbel Masker sur marnoschistes calcaire et présentant des affinités avec les précédentes. Atlas oriental : 25 000-26 000 ha

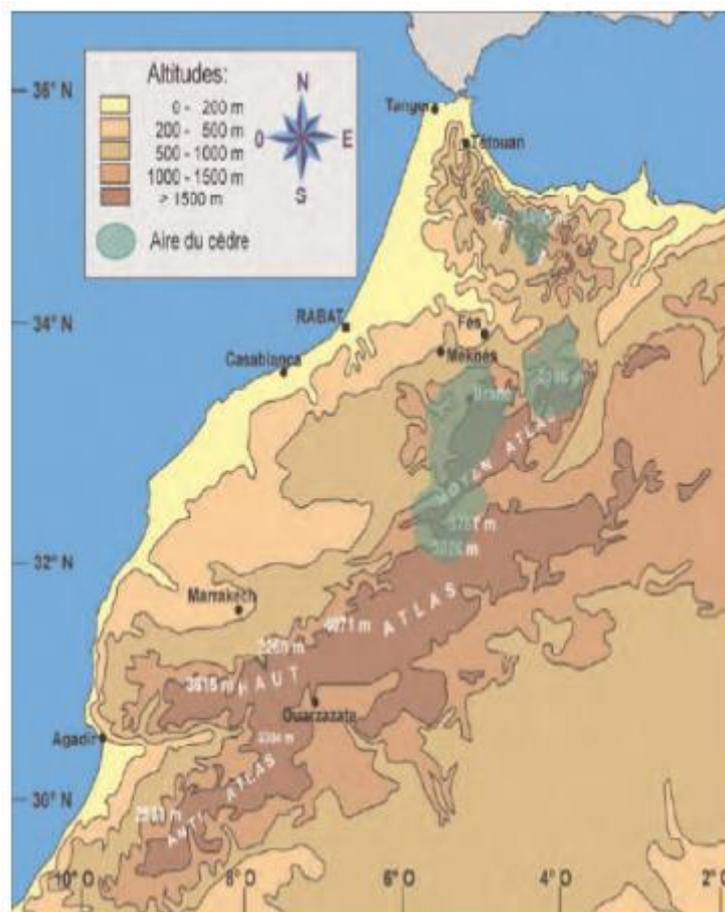


Figure 4 : Aire de *Cedrus atlantica* au Maroc. (DEMARTEAU et al, 2007).

### b-En Algérie :

L'aire de répartition du cèdre de l'Atlas est très morcelée .Elle se présente en ilots d'importance inégale, localisée sur les hautes montagnes des Atlas Tellien et Saharien. Les cédraies les plus importantes se trouvent dans les Aurès. (NEDJAH ,1994). D'après BENABID (1994), en Algérie la cédraie d'une superficie de 27.000 ha, répartis comme suit :

## Chapitre1 : généralité sur le cèdre

### b-1 Atlas Tallien

- ✓ Les cédraies de Djurdjura (Tala Guilef, Ait ouabaine, Tikjda) avec 2000 ha.
- ✓ La cédraie des Babors, avec 1300 ha.
- ✓ La cédraie de Theniet El- Had avec 1100 ha.
- ✓ La cédraie de Chréa avec 1000 ha.

### b-2 Atlas saharien

Au niveau de l'Atlas saharien, le cèdre de l'Atlas constitue d'importants peuplements dans les Aurès et Belezma avec 17000 ha, ainsi que dans les monts de Hodna avec 8000 ha. **La Fig.4** et **le tableau n°2**, présentent la répartition du cèdre de l'Atlas en Algérie toutes fois selon les massifs et le substrat.

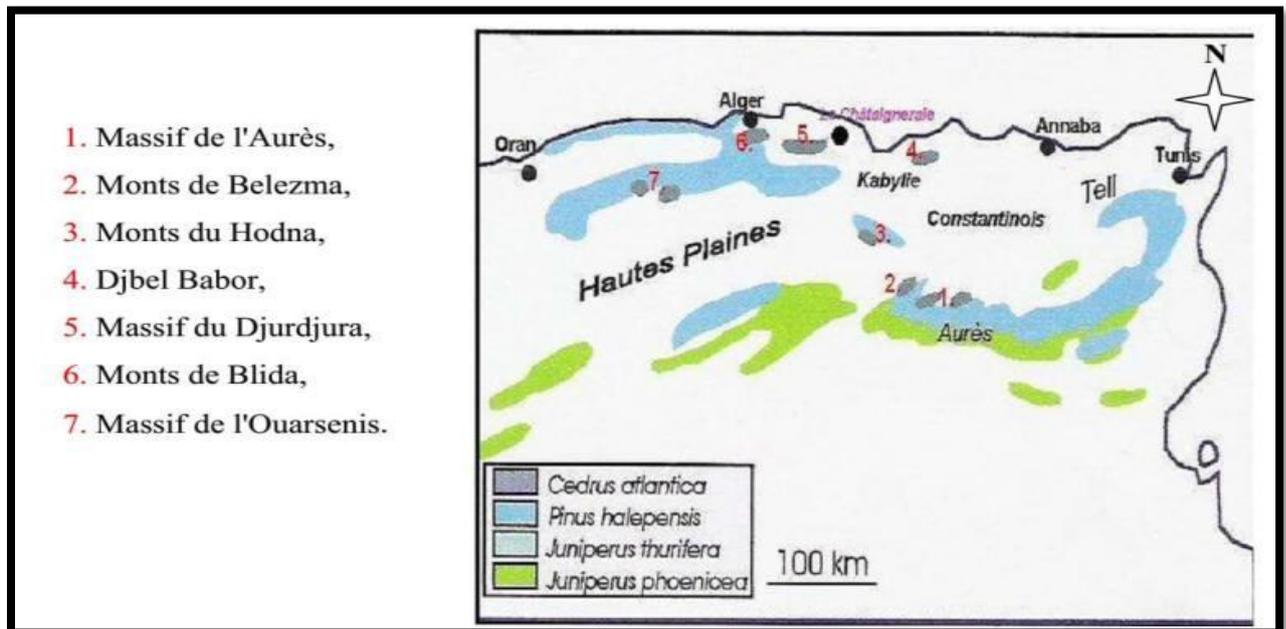


Figure 5 : Localisation de *Cedrus atlantica* en Algérie (Roche, 2006)

Tableau 2: Répartition des cédraies en Afrique du nord.

Localisation	Superficie (ha) selon M'HIRIT (1999)	Substrats
--------------	--------------------------------------	-----------

## Chapitre1 : généralité sur le cèdre

Rif (Maroc)	1500	Quartzeux - schisteux ou gréseux
Tazekka (Maroc)	850	Schisteux marno calcaires
Moyen -Atlas central (Maroc)	120 000	Calcaire ou calcaire dolomitiques
Moyen-Atlas oriental (Maroc)	23 000	Calcaire dolomitique ou marno- calcaire
Haut –Atlas Oriental (Maroc)	11 000	Marno -schiste- calcaires
Djurdjura (Algérie)	2000	Gréseux ou calcaires
Les Babors (Algérie)	1300	
Ouarsenis (Algérie)	1100	
Mont Blidéen (Algérie)	1000	
Aurès et Belezma (Algérie)	17 000	Dolomites et calcaires dolomitique ou calcaire
Hodna (Algérie)	8000	

Source: (M'HIRIT, 1999 in MASSIF ,2006).

Selon **Bentouati (2006)**, la superficie du *Cedrus atlantica* en Algérie et au Maroc reste discutable. Les chiffres relevés dans la littérature sont incohérents en raison probablement de l'absence d'inventaires précis et complets. Ceux recueillis sont contradictoires.

En effet, pour l'Algérie, (**Ezzahiri et Belghazi,2000**) ont rapporté une superficie de 50.000 ha. **M'hirit (1994a)** a donné une aire de 40.000 ha. **Boudy (1952)** l'a évaluée à 33.000 ha. **Deridj (1990)** rapporte que différents auteurs ont estimé cette superficie à 32.000 ha

. Cette situation concerne en fait toutes les cédraies continentales en marge du bioclimat semiaride, aussi bien au Maroc qu'en Algérie (Moyen et Haut Atlas orientaux et chaînons de l'Atlas saharien en Algérie). **Pradal (1979)** a fait les mêmes constatations, en mentionnant que dans ces régions le milieu actuel est trop hostile (400 mm de précipitation et des températures hivernales de -20 à -25 °C) pour que les arbres âgés de 300 ou 400 ans se régénèrent normalement.

Selon **Abdessamed (1981)**, la surface totale de la cédraie algérienne est estimée a 24522 harépartie sur deux ensembles naturels différents:

## Chapitre1 : généralité sur le cèdre

La première est localiser sur les montagnes littorales bien arrosées (BABORS, Massif de Djurdjura, Atlas Blideen, Ouaresnis ) ce sont les céderais humides .

Le deuxième ensemble est le plus importants du point de vue superficie, il occupe les montagnes méridionales continentales de l'Atlas saharien , ce sont les cédraies sèches (Tableau 3).

**Tableau 3: Répartition des céderais algériennes selon le climat (Abdessemed,1981 )**

Type de cédraies	Région	Superficie(ha)
Cédraies sèches	AURES	12022
	THNIET EL HAD	1000
	HODNA	8000
Cédraies humides	BABOR	1300
	DJURJURA	1200
	Atlas BLIDEEN	1000

### 6-2 Aire d'introduction

Le cèdre de l'Atlas a été introduit depuis longtemps dans quelques pays du pourtour méditerranéen, espèce circumméditerranéenne a été utilisé en dehors de son aire naturelle d'abord comme espèce ornementale ensuite comme espèce de reboisement (M'HIRIT 1994 et CHAFAI ,2009). Les principaux pays dont il a été introduit sont :

#### 6-2-1 France :

Son introduction remonte à 1862, sur le flanc du Mont Ventoux. Depuis lors, la France est en tête des pays possédant des cédraies en dehors de l'aire naturelle de l'espèce. Une des raisons de son importance est son utilisation pour reboiser les grands espaces forestiers laissés libres par les froids intenses, les grands incendies ou encore les attaques d'insectes ravageurs de ces dernières années (TOTH,1980 ; BARRITEAU et FERRANDES, 1990). Aujourd'hui, Cedrus atlantica est présent plus ou moins abondamment dans 25 départements de la partie méridionale du pays (TOTH, 2005). Cedrus atlantica couvre environ 20.000 ha de forêts avec un taux de boisement de plus ou moins 1.000 ha/an. Sa progression ne devrait pas s'arrêter là, car son aire potentielle serait de 200 000 ha (FABRE, 1994). Les forestiers spécialisés estiment qu'il présente de fortes potentialités pour la reconstruction de la forêt méditerranéenne française.

#### 6-2-2 Italie :

## Chapitre1 : généralité sur le cèdre

Le cèdre de l'Atlas est également utilisé dans ce pays comme espèce de reboisement. Son introduction remonte au 19<sup>ème</sup> siècle, période où il fut planté en Toscane. Depuis, les cèdres peuplent sur près de 1.000 ha plusieurs régions du sud et du centre de l'Italie (**MICHELE et al, 2001**). **Andrea et Roberto (1994)**, tout comme **Pandolfi et al (1996)**, renseignent aussi le cèdre au centre de l'Italie, les premiers au sud de la montagne Pratomagno, les seconds dans la région de Marche.

### 6-2-3Bulgarie :

Les premiers cèdres de Bulgarie ont été plantés en 1876. **Delkov et Grozev (1994)** précisent qu'on peut les trouver dans divers endroits du pays.

### 6-2-4Hongrie :

**Csaba M. (1994)** relate la bonne tenue de *Cedrus atlantica* en Hongrie, avec pour exemple des stations situées dans les montagnes au nord-est du Danube.

### 6-2-5 Autres :

**Lasram (1994)** indique que *Cedrus atlantica* a été introduit en Russie comme espèce de reboisement, sans donner plus de précisions sur son implantation. **Toth (2005)** parle de l'introduction du cèdre au Portugal en 1935, mais il n'indique pas si ces peuplements ont perduré. **M'hirit (1994)** signale son introduction dans quelques états des Etats-Unis : Pennsylvanie, New York, Côte pacifique. Il cite également des reboisements sur grande échelle en Crimée (Ukraine) et dans le Caucase.

## 7-Ecologie du cèdre de l'atlas

Dans son aire naturelle, le cèdre de l'Atlas se rencontre sous forme de peuplements purs en haute altitude (avec comme limite inférieure au-dessus de 1400 m pour les cédraies septentrionales, et de 1000 m à 1100 m pour les cédraies méridionales). **Selon M'HIRIT (1994)** les limites altitudinales inférieures du cèdre se situent généralement au-delà de 1300m, néanmoins à l'état isolé ou sous forme de bouquets, le cèdre peut descendre à une altitude beaucoup plus basse .A Chréa ,on peut le trouver à partir de 1000 à 1100m (**MEDDOUR ,1994b**).

Selon **BOUDY (1950)**, essentiellement montagnard, le cèdre joue un rôle considérable dans le haut massif berbère, admirablement adapté qu'il est au climat froid et relativement humide qui y règne.

De point de vue écologique, il est moins rustique et moins résistant que les autres grandes essences peuplant la haute et la moyenne montagne, respectivement telles que le chêne vert, et le pin d'Alep.

Les conditions écologiques spéciales au cèdre sont en effet variables ; il s'accommode de climats très différents, montagnes littorales arrosées (Banors, Atlas Méridien, Rif), montagnes continentales sèche telles que l'Atlas présaharien (Aurès) et l'Atlas bordier des hauts plateaux (Theniet El -Had, Grand Atlas Marocain oriental) ; C'est ce qui fait considérer en Algérie «

## Chapitre1 : généralité sur le cèdre

comme un arbre xérophile, supportant un climat sec et froid, donc physiologiquement sec l'hiver ».

### 8-Association du cèdre de l'Atlas

Les espèces végétales associées au Cèdre sont différentes selon les conditions écologiques, c'est-à-dire la pluviométrie, l'altitude et les conditions édaphiques. Ainsi, **Ezzahiri et al (1994)** ont révélés en zone semi-aride de l'Atlas moyen marocain et sur substrat basaltique à 1900-2000 m d'altitude et en exposition Ouest le groupement végétale suivant:

- *Cedrus atlantica*
- *Buplerum montanum*
- *Acer monsepsulanum*
- *Rosa canina*

En sol calcaire compacte et à une altitude de 1800-1900m, le groupement végétal devient:

- *Cedrus atlantica*
- *Quercus rotundifolia*
- *Paeonia coralina*

En Algérie, dans les Aurès le faciès est caractérisé par les espèces suivantes:

- *Cedrus atlantica*
- *Quercus ilex*
- *Pinus halepensis*
- *Juniperus oxycedrus*
- *Juniperus thurifera*
- *Ampelodesma moritanica*

### 9- Les limites phytoécologiques de l'aire de distribution du cèdre

#### 9.1. Les limites altitudinales

Selon **BOUDY (1950)**, En Algérie, sur le versant nord de l'Atlas tellien (Blida), le cèdre commence à apparaître vers 1300 à 1400 m. au versant sud, il débute à 1400m. Dans l'Aurès, il part de 1400 à 1500 m. Pour monter à 2200m (limite supérieure en Algérie) ; à Theniet El Had, il commence à 1400m. Sa limite inférieure est donc fonction de la plus ou moins grande humidité de la station.

## Chapitre1 : généralité sur le cèdre

Le genre *Cedrus* présente une amplitude altitudinale très importante. De façon schématique, on peut le trouver à des altitudes variant de 700m (Chypre) à 4.000 m (Himalaya). **(NEDJAH, 1988).**

**QUIZEL(1947)**, signale qu'au Maroc, le cèdre apparaît de 900 m jusqu'à 2500 m sur le haut Atlas Oriental ; alors qu'ailleurs sa limite supérieure est de 2000 à 2300 m. **(QUIZEL, 1947 in GHELLAB, 1991).**

Au Maroc, dans le Moyen Atlas et le Haut Atlas Occidental, il se trouve entre 1500 et 2800 m **(EMBERGER, 1935 in NEDJAH, 1988).** Dans le Rif Occidental et central, il se situe entre 1300 et 2400 m. **(M'HIRIT, 1982 in NEDJAH, 1988).**

**PUJOS ,1966** distingue trois types de cédraie en fonction de leur localisation altitudinale :

- ✓ Les cédraies basses (inférieure à 1800-1900 m)
- ✓ Les cédraies moyennes (comprises entre 1800 m-2100m)
- ✓ Les cédraies hautes (supérieur à 2100m). **(PUJOS ,1966 in NEDJAH, 1988).**

### 9.2. Les limites climatiques

Selon **BOUDY (1950)**, le cèdre est moins plastique que son compagnon le chêne vert ; il est à son optimum sous le climat méditerranéen humide et froid, à continentalité déjà un peu accentuée.

D'une façon générale, les grands et beaux peuplements sont tous exposés aux vents d'Ouest (ou au nord en Algérie) chargés d'humidité.

Le cèdre de l'Atlas s'encarterait donc dans les bioclimats subhumides à perhumides froids à très froids. Il connaîtrait ainsi des précipitations allant de 500 à 2000 mm d'eau par an et des températures minimales du mois le plus froid pouvant se situer entre -1 et -8°C **(BENABID, 1994).**

D'après **NEDJAH (1988)**, De point de vue climatique, le cèdre de l'Atlas se rencontre presque dans tous les étages bioclimatiques, mais à part l'étage saharien et aride.

#### A-En Algérie

Il se situe aux étages suivants :

- ✓ Semi-aride froid: Bouthaleb (Hodna), Chelia, Djebel Azreg (Aurès).
- ✓ Subhumide froid : Theniet El Had (Oursenis), Belezma nord (Aurès).
- ✓ Humide frais: Mont de Durdjura
- ✓ Perhumide: Babors (nord), Chréa (Atlas blidéen).

#### B-Au Maroc

Il se trouve dans les zones du semi-aride supérieur au perhumide, à variante extrêmement froide.

## Chapitre1 : généralité sur le cèdre

Les cédraies de Moyen Atlas et du Haut Atlas appartiennent à l'étage perhumide, variante extrêmement froide. Alors que les cédraies du Rif sont très humides, et moins froides, cette position privilégiée doit être attribuée aux influences conjuguées de la Méditerranée et de l'Atlantique.

### 9.3. Les limites édaphiques

Selon **BOUDY (1950)**, Le cèdre se montre indifférent à la composition chimique du sol géologique et s'accommode de tous, qu'ils soient siliceux ou calcaires.

- ✓ La cédraie de Chréa au dessus de Blida est sur les grès et quartzites.
- ✓ Le massif de Belezma –Aurès on trouve des cèdres sur calcaires crétacés (crétacé inférieur) et grès calcaires de même âge (Chelia).
- ✓ Sur les calcaires compacts du lias, formant surtout les arêtes rocheuses, la cédraie est également assez fréquente, comme au Bouthaleb, Belezma, dans le Djurdjura et les Babors.
- ✓ La cédraie de Theniet –El- Had est sur grès madjanien de l'Eocène inférieure.

### 9.4. Le cortège floristique de la cédraie

A la limite inférieure, en raison d'une certaine sécheresse, le cèdre de l'Atlas est concurrencé par le pin d'Alep (*Pinus halepensis*).

A sa limite supérieure où règnent le froid et la sécheresse, il est remplacé par le genévrier thurifère (*Juniperus thurifera*).

Selon (**BENSAÏD, 1980 in LAIMOUCHE, 1983**), la cédraie algérienne se présente sous deux formes :

- Un faciès humide (montagnes littorales) renfermant le chêne vert ;
- Un faciès relativement sec (Aurès) accompagné du genévrier thurifère.

Les plantes accompagnatrices du cèdre sont en générale les suivants :

Les arbres : Le chêne vert (*Quercus ilex*)

Le grand houx (*Ilex aquifolium*)

Le merisier (*Prunus avium*)

L'if (*Taxus baccata*).

Les arbustes : Le genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*)

Le petit houx (*Ruscus aculeatus*)

Le daphné (*Daphne laureola*)

## Chapitre1 : généralité sur le cèdre

Le rosier (*Rosa canina*)

La ronce (*Rubus ulmifolius*).

Les plantes herbacées : La violette (*Viola mumblyana*)

La luzule (*Luzula greaca*)

L'oseille (*Rumex tuberosis*)

La fétuque (*Festuca atlantica*)

Le genêt à 3 points (*Genista tricuspidata*) et

Le (*Balanseae glaberima*).

### 10-Les ennemis du cèdre de l'Atlas

Plusieurs facteurs dont pression sur les cédraies, les principaux sont les facteurs climatiques, écologiques et anthropiques. Parmi les ennemis naturels de ces cédraies, nous citons les insectes, les mammifères, les oiseaux, les champignons et les végétaux parasites. Des parasites comme *Armillaria mella* (parasite racinaire) ; *Lophodermium cedrinum* et *Trametes (Xanthochrous) Pini* (Agent du mjeje) ont été citées par **(LANIER, 1994 in KROUCHI, 2010)** dans sa synthèse de la microflore fongique retrouvée sur le cèdre en Algérie et en France.

Le changement climatique aura des impacts irréversibles sur la biodiversité. Selon le **GIEC**, environ de 20 à 30 % des espèces évaluées jusqu'aujourd'hui seront probablement soumises à un risque accru d'extinction si le réchauffement moyen mondial dépasse 1,5 à 2,5 °C (par rapport à 1980 - 1999). Si l'accroissement de la température moyenne mondiale dépasse 3,5°C, les modélisations suggèrent un grand nombre d'extinctions de 40 à 70 % des espèces évaluées sur l'ensemble du globe **(JEROME & GUILLAUME, 2008)**.

Au début de l'année 2012, dans le cadre de la veille sanitaire effectuée par le Département de la Santé des Forêts, le technicien du Centre Régional de la Propriété Forestière et le correspondant-observateur de la santé des forêts dans le département des Hautes-Alpes a détecté des cochenilles sur des aiguilles de cèdre de l'Atlas (**voir la fig. 5**) dans un peuplement d'une quarantaine d'années sur la commune d'Antonaves (Hautes-Alpes). L'envoi d'échantillons au laboratoire de la santé des végétaux, a permis d'identifier *Dynaspidiotus regnieri* (Hemiptera : Diaspididae), une diaspine jusqu'alors inconnue en France. La biologie de cette espèce n'est pas connue dans son aire d'origine et seuls les travaux de DEL ESTAL et al (1994), présentent des données dans le centre de Ségovie et Madrid en Espagne. **(GERMAIN, 2014)**



**Figure 6 : La Dynaspidiotus regnieri sur les aiguilles de cèdre de l'Atlas (GERMAIN, 2014)**

### 11-Sylviculture

Elles correspondent à chacun des types de peuplements suivants (Boudy, 1950-1952) :

#### 11-1 Futaies régulières et âgées

Ce type de futaie est sur sol calcaire et a une composition absolument anormale et doit être traitée en vue de créer les jeunes peuplements qui font défaut. Généralement, il est appliqué au cèdre la méthode classique des coupes de régénération successives : ensemencement, secondaires, définitives. Le but des coupes d'ensemencement est d'avoir rapidement un recru abondant, grâce à une bonne fructification obtenue espaçant suffisamment les portes-graine. Après 10 ans, il aura lieu la coupe secondaire pour enlever la partie restante du matériel. Enfin, la coupe définitive fera disparaître les derniers gros sujets.

#### 11-2 Futaie de cèdre pur

C'est une formation un peu exceptionnelle n'occupant pas des surfaces importantes en Afrique du Nord. Le traitement à appliquer est de laisser les peuplements en repos, en ne faisant que des éclaircies sur les sujets ayant la dimension de bois de mine (0,12 m de diamètre à 0,20 m au petit bout). Quand les cèdres commencent à fructifier (vers 40 à 50 ans), il est procédé à l'exploitation de tous les vieux portes-graine. Enfin, quand ils auront 0,60 m de diamètre, il est réalisé des coupes de régénération de tous les arbres de ces dimensions, dont le nombre sera ramené à deux. La durée de la période peut être abaissée à 15 ans.

#### 11-3 Futaie mélangée

## Chapitre1 : généralité sur le cèdre

Les opérations culturales de ce type de futaie tendent à faciliter le développement du cèdre. Pour la cédraie, il est procédé à un traitement de futaie régulière, dont la période de régénération peut être réduite à 15 ans. Pour le chêne-vert, il est réalisé des coupes de régénération à blanc avec dégagements des jeunes semis de cèdre préexistants, puis des éclaircies du taillis tous les 20 à 30 ans.

### 12-La Régénération naturelle du cèdre de l'Atlas

Selon **BOUDY (1950)**, la régénération du cèdre est très capricieuse, elle dépend d'un certain nombre de conditions :

- ✓ Une humidité et par suit une tranche pluviométrique minima de l'ordre de 700 à 800 mm. Pour obtenir une régénération suffisante, il faut qu'il ait une succession de plusieurs années humides, trois ou quatre ans au moins, non entrecoupées d'années sèches.
- ✓ L'interdiction absolue du parcours, durant une longue période dans la zone à régénérer.
- ✓ Un substratum apte par sa contexture physique à faciliter le développement des jeunes semis pendant les premières années.
- ✓ Absence d'un tapis herbacé : la végétation herbacée fait obstacle, lorsqu'elle est dense et que son réseau racinaire est serré, au maintien des semis après germination.

Au Maroc, **PUJOS (in TOTH, 1980)** dénombre les problèmes qui causent un déficit de régénération naturelle dans les trois points suivants :

- ✓ Les terrains calcaires superficiels (la croute calcaire).
- ✓ La sécheresse précoce.
- ✓ Un manque de réglementation des parcours des troupeaux dans les cédraies. Pour l'ensemble des cédraies méditerranéennes la régénération naturelle en France ne posent pas les mêmes problèmes que dans le Maroc et l'Algérie ; Ceci est dû à une bonne concordance climatique avec la fructification, la dissémination des graines, la germination et l'installation des plantules. **(TOTH, 1980).Selon GARADI ,1992 :**

#### a-En Algérie

La régénération naturelle du cèdre est très capricieuse, le cèdre semble appartenir à une race plus xérophyte que celui du Maroc, ce dont il faudra tenir compte dans l'emploi des semences.

La pérennité des cédraies devient préoccupante, dans toute son aire de répartition, cette essence trouve souvent des conditions de régénération difficile liées à la mauvaise germination des graines et à la difficulté du maintien des semis, durant la première période estivale sèche.

Dans les autres cédraies, la régénération naturelle du cèdre s'effectue correctement, car les conditions écologiques s'y prêtent, néanmoins là où la sécheresse estivale est sévère et

## Chapitre1 : généralité sur le cèdre

l'action anthropique accentuée, l'intervention humaine devient nécessaire par une régénération artificielle.

Pour que la régénération se produise, il faut que deux conditions essentielles soient remplies :

- ✓ L'interdiction du parcours pendant une longue période, et un cycle d'année humide.
- ✓ La régénération artificielle doit être assurée, là où on n'arrive pas à l'obtenir par voie naturelle.

### b-Au Maroc

Le problème fondamental que rencontre le Maroc est le manque de régénération naturelle du cèdre surtout sur terrains calcaires que l'on rencontre souvent dans le Moyen Atlas ; contrairement à la région de Rif où la régénération est plus facile car les précipitations y sont bien plus importantes, et les cédraies sont sur des sols profonds, gréseux ou siliceux qui retiennent la fraîcheur.

La période de sécheresse estivale dure deux à trois mois, mais elle est presque toujours interrompue par des orages d'été et d'automne, on constate en effet que les précipitations estivales sont très importantes. Ceci rend la zone très favorable à la végétation et notamment la régénération du cèdre.

Il faut préciser que les grands obstacles à l'installation des semis sont :

- ✓ La dormance profonde des graines ; qui ne peut être levée que par un froid humide, pour qu'il y ait germination.
- ✓ Le manque de réglementation en ce qui concerne les parcours de troupeaux (Moutons, chèvres et les vaches).

La plupart des cédraies Marocaines se trouvent dans l'étage humide, où elles sont exposées aux vents de l'Ouest chargés d'humidité ; leur croissance est rapide et vigoureuse, et le sous-bois constitué de chêne vert est très abondant.

Le cèdre représente actuellement l'essentiel des ressources du Maroc en bois d'œuvre et son exploitation prend la place au deuxième rang, quand à la valeur des produits forestiers commercialisés.

Le Maroc reboise actuellement en cèdre 4880 ha par an : plus de 50% de cette superficie est située au Moyen Atlas, le reste est réparti sur l'ensemble du territoire (**ABOUROUH, 1983 in GARADI,1992**).

### 12-1 Les étapes de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas

### 12-1-1 Le cycle de reproduction du cèdre de l'atlas :

Le cycle complet de production de graines de cèdres dure trois ans, il peut se prolonger à quatre ans en cas de conditions écologiques défavorables (**Ezzahiri & Belgazi ,2000**).

- Première année : apparition des inflorescences, floraison et pollinisation ;
- Deuxième année : fécondation des ovules par les grains de pollen et croissance de cônes ;
- Troisième année : maturation des cônes, désarticulation et dissémination des graines ;
- Quatrième année : la désarticulation peut se prolonger durant cette année.

Les graines ne sont pas photosensibles et doivent subir l'action du froid pendant quelque temps pour lever la dormance (le seuil minimal de germination est de l'ordre de 4°C). Enfin il est à noter que la fructification apparaît comme le facteur déterminant pour la régénération naturelle des forêts et leur distribution spatiale (**Ezzahiri & Belgazi ,2000**).

#### ✓ Les inflorescences

Les inflorescences mâle et femelle n'apparaissent pas en même temps. La fleur mâle apparaît à la fin mois de juin comme un bourgeon arrondi recouvert d'une pellicule cireuse. Après déchirure de cette pellicule, on voit apparaître un petit cône qui atteint la maturité mi-septembre.

L'inflorescence femelle, n'apparaît que deux mois plus tard. Elle se développe rapidement et devient mature à la mi-septembre. Cette date peut varier en fonction des conditions climatiques (**Derridj, 1990**).

#### ✓ La floraison

La floraison s'effectue à partir de la mi-septembre et peut durer jusqu'au mois d'octobre. L'inflorescence femelle, par ses écailles ouvertes, reçoit les grains de pollen (**Ezzahiri ,2000**).

#### ✓ La pollinisation

La pollinisation s'effectue en général à partir de la mi-septembre, moment où les inflorescences arrivent à leur maturité physiologique (les graines contiennent les trois éléments principaux (Embryon – Endosperme et les téguments).

Durant la deuxième année, il y a fécondation des ovules par les grains de pollen et croissance des cônes. La fécondation ne s'effectue pas immédiatement après la pollinisation. Il y a un décalage de huit (08) mois entre ces deux stades. Durant la troisième année, se produisent la maturation des cônes et leur désarticulation.

La maturité morphologique et physiologique ne se déroulent pas en même temps. La première lieu fin décembre, début janvier et donne les graines contenant éléments principaux : embryon, endosperme et tégument. La deuxième n'aura lieu que 10 à 11 jours plus tard.

## Chapitre1 : généralité sur le cèdre

La désarticulation se manifeste par détachement des cônes du rachis et libération des graines de leurs écailles. C'est un phénomène qui s'effectue sous l'effet de l'humidité et de la chaleur.

### 12-1-2 . Le cycle d'ensemencement

Ce cycle comprend trois étapes : la dissémination des graines, leur germination et l'installation des plantules (Ezzahiri ,2000).

#### ✓ La dissémination des graines

Après la désarticulation naturelle des cônes, la dissémination s'effectue essentiellement fin novembre. Les graines sont disséminées par le vent sur une distance de 20 à 50 m et réparties d'une façon homogène dans toutes les directions spatiales (Ezzahiri, 2000).

#### ✓ La germination des graines

Pour germer, la graine de cèdre a besoin de lumière, d'une humidité modérée, d'oxygène et de certaines conditions thermiques. Grâce à son tégument membraneux et perméable la graine s'hydrate facilement en quelques heures.

Elle peut absorber de 10 à 20 % de son poids en eau, la durée de la germination est liée à la maturité et à l'état de dormance des graines.

Les graines de cèdre présentent des degrés de dormance variables en fonction des conditions climatiques. Les graines germent lentement à 04 C°.

En dessous de 02°C, il n'y a plus de germination celle-ci semble alors être inhibée par le froid (Ezzahiri ,2000).

La germination est encore plus importante si la graine est placée à une température de 4°C et maintenue humide.

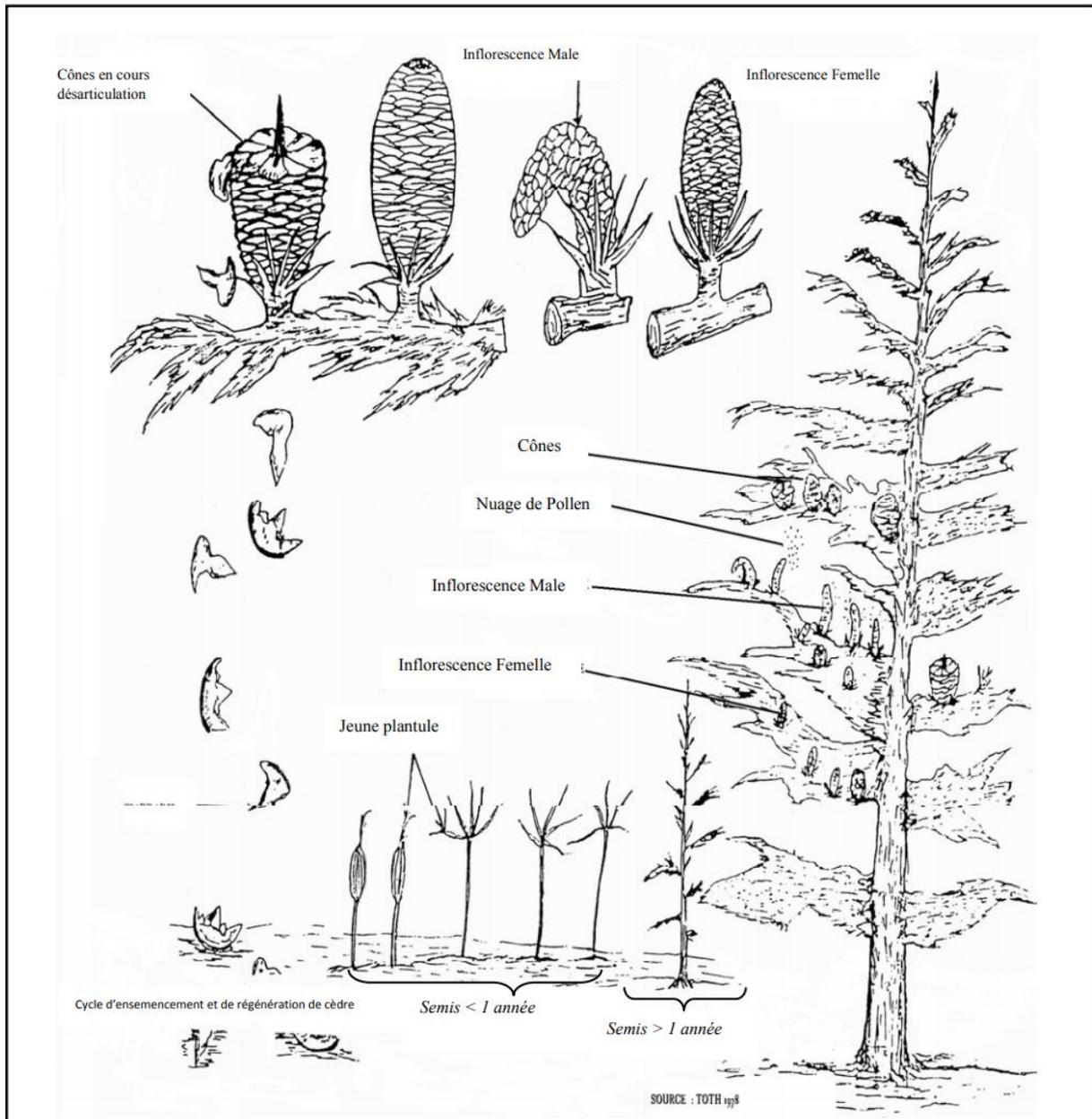
#### ✓ L'installation des plantules

L'installation des graines dépend essentiellement de la texture du sol. Sur les sols meubles, les graines s'installent plus facilement que sur les sols compacts, les racines pouvant pénétrer plus facilement en profondeur dans le sol et y puiser l'humidité nécessaire à leur maintien et à leur survie durant les grandes chaleurs estivales. La survie des semis dépend aussi de la couverture végétale au niveau du sol ainsi que du degré d'humidité de l'air (Malki, 1992).

La croissance des racines est le facteur fondamental de la survie des semis ; cette croissance peut atteindre 40 cm en 04 mois (Lepoutre, 1963)

Les mycorhizes jouent un rôle important dans la résistance des semis à la sécheresse et dans la stimulation de leur croissance racinaire (Lepoutre,1964).

La figure 7 illustre les étapes de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (Toth, 1978).



**Figure 7 : Les étapes de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (modifiée) (Toth,1978).**

## 12-2. Les facteurs qui influent sur la régénération naturelle du cèdre

**LEPOUTRE et PUJOS (1963)** ,désignent que leurs travaux antérieurs avaient permis de subdiviser le problème de la régénération du cèdre en deux sous-problèmes bien distincts :

- ✓ le problème de la germination de la graine ;
- ✓ le problème du maintien des semis.

### 12-2-1. Influence de l'altitude

L'altitude a une influence capitale sur la température à laquelle la date d'apparition de la germination des graines est étroitement liée. **EZZAHIRI(2000)** définit deux types de cédraies:

#### 12-2-2. Les cédraies des hautes altitudes (au-delà de 2000 m)

A partir de cette altitude, le froid est important et la neige persiste longtemps et retarde le processus de germination jusqu'au mois d'Avril ou de Mai. À partir de cette date, les chances de survie des jeunes plantules sont faibles.

#### 12-2-3. Les cédraies des basses altitudes (1600 à 1800 mètres)

Dans cette tranche altitudinale la situation est inverse, le manteau neigeux ne persiste pas longtemps et la germination des graines est plus précoce sur les versants sud et dans les endroits les plus ensoleillés.

### 12-3. Influence du substrat

Du point de vue édaphique, le taux de germination est encore très faible sur des sols à forte teneur en argile ou lorsque l'horizon de surface est riche en matière organique non décomposée. En revanche, ce taux est important sur des sols profonds et humides.

### 12.4 Influence de l'exposition

Les versants agissent sur la date d'apparition des semis .Les versants nord sont frais et les températures favorables à la germination ne sont atteintes que tardivement, particulièrement en haute altitude et dans le cas où les peuplements sont très denses. Les versants sud sont au contraire plus chauds et les hautes températures sont atteintes précocement mais les conditions estivales sont plus sévères que dans les versants nord.

### 12.5. Influence des facteurs climatiques

Les recherches entamées par certains chercheurs et se rapportant à l'influence du climat sur la régénération naturelle du cèdre ont montré que cette dernière dépend essentiellement des facteurs suivants :

#### 12-5-1 La température

La germination in situ ne se produit que lorsque la température maximale journalière atteint une valeur de 9°C à 10°C pour une période de 7 à 10 jours. Dans une chambre climatisée, la germination est possible a des températures de +4°C (**TOTH, 1978 in BAHRI, 2007**).

#### 12-5-2. Les précipitations

Si la température détermine la date de la germination des graines, la pluviométrie assure l'installation et le maintien des semis. Cependant, ce qui semble jouer un rôle dans la

## Chapitre1 : généralité sur le cèdre

régénération n'est pas la somme totale des précipitations, mais une tranche. Les pluies les plus bénéfiques sont celle qui tombent à partir de la date de germination des graines jusqu'à la fin de l'été (fin octobre).

### 12-6. Influence de la couverture végétale

L'action du couvert végétal est beaucoup plus complexe parce qu'elle se manifeste de deux façons dont les effets sont opposés :

- l'une initiale défavorable du fait du retard apporté à la date de germination.
- l'autre favorable par une amélioration des conditions micro- climatiques estivales. Ces deux actions sont liées au climat à l'altitude et à l'exposition.

Pour les cédraies Marocaines il existe une limite altitudinale critique se situant entre 1850 à 1900 m au-dessus de laquelle les couverts sont défavorables à la régénération alors que vers les zones altitudinales plus basses, le couvert devient de plus en plus favorable. L'altitude 1550 m représente les conditions optimales (**LEPOUTRE et PUJOS, 1963**).

Il se produit une régénération abondante dans le chêne-vert à basse altitude et, au contraire, une localisation en plein découvert en cédraie haute. (**LEPOUTRE 1963**).

### 13. Les facteurs de dégradation du cèdre de l'Atlas

- ✓ **13-1 Les insectes:** En Algérie, il n'est fait mention jusqu'à 1982 que d'une espèce : *Thaumentopoea pitycocampa*. En juin 1982, une nouvelle chenille processionnaire commettant des dégâts impressionnants a été signalée dans la cédrie du Belezma (massif des Aurès) .La soudaineté de la gradation a surpris, les dégâts ont abouti parfois à la défoliation complète de cèdre centenaires. La superficie attaquée en 1982 1983 était de 500 hectares (**GACHI, 1994**).

La processionnaire (*Thaumentopoea pitycocampa*), causant de très graves dégâts provoquant la mort de nombreux arbres. Elle s'attaque aux pins et au cèdre de l'Atlas .Elle a infesté à plusieurs reprises les cédraies de Chréa et au Belezma. (**SBABDJI ,1997**).

En 1982, un autre insecte fût découvert au Belezma (Aurès) lors d'une importante infestation de cette cédraie, il s'agit de *Thaumentopoea bonjeani* elle est spécifique au cèdre.

- ✓ **13-2 Les champignons :** Les attaques des champignons sont les plus redoutables surtout celles du *Trametes* ou *Inonotus Pini*, et l'*Ungulina* ou *Polyporus officinalis* qui attaquent le bois en le déformant et en l'altérant. (**BOUDY ,1950**).

Les deux plus importants "pourridiés " des arbres forestiers sont : *Armillaria mellea* et *Heterobasidion annosum*. Le premier est en effet un parasite redoutable des racines des arbres adultes dont il provoque parfois la mort. Il est signalé en Algérie et au Maroc sur le cèdre. Au

## Chapitre1 : généralité sur le cèdre

Maroc, c'est essentiellement la pourriture du bois de cœur des sujets adultes, et les agents de "fonte de semis " en pépinière, qui provoquent des dégâts considérables. (**ABOUROUH et MORELET, 1999**).

- ✓ **13-3 Les incendies:** De toutes les espèces qui composent la forêt méditerranéenne, le cèdre est le moins inflammable et le moins combustible. En peuplement dense, le cèdre élimine toute végétation herbacée, de ce fait il est peu propice au feu. Les incendies sont infiniment moins fréquents et moins graves et n'entraînent jamais la destruction du peuplement. (**BOUDY, 1950**).
- ✓ **13-4 Le dépérissement:** Le dépérissement du cèdre n'est pas récent. Des écrits rapportés par **BOUDY (1950)** indiquent que des sécheresses exceptionnelles de 1875 à 1888 auraient, déjà, occasionné d'importants dégâts sur les peuplements de cèdres. Le diagnostic montre que le déficit hydrique reste la raison principale de ce dépérissement. (**BENTOUATI et BARITEAU, 2006**).

D'après **HARTMAN et al (1991)**, les symptômes concernent trois niveaux :

- ❖ **Symptômes sur aiguilles et feuilles :** Chute prématurée « défoliation précoce », éclaircissement, dénudement de rameaux, de parties ou de la totalité de la couronne. Décoloration jaunâtre et blanchâtre (chloroses), brunâtres, flétrissement, anomalies de croissance, déformation.
- ❖ **Symptômes sur bourgeons, pousses et rameaux :** Chute des pousses, décoloration jaunâtre, flétrissement, anomalie de croissance, déformations,...
- ❖ **Symptômes sur tronc et branches :** Chute, décoloration jaunâtre, flétrissement, écoulement de résine, anomalies de croissance, déformations, plaies ouvertes cicatrisées. (**HARTMAN et al, 1991 in BELOULA ,2010**).
- ✓ L'action de l'homme se manifeste par des coupes, des émondages et des défrichements. Les branches d'arbres sains sont coupées par les riverains pour leurs besoins quotidiens en bois (construction des habitations, etc.) et pour nourrir le bétail pendant la mauvaise saison. L'Homme agit aussi négativement sur la cédraie d'une manière indirecte par l'intermédiaire des ovins, bovins et caprins. (**BENHALIMA ,2006**).
- ✓ Le climat agit par un effet négatif dû à une sécheresse récurrente depuis 20 ans environ dans ces régions de l'Atlas induisant sans doute des perturbations physiologiques importantes liées à une souffrance hydrique.
- ✓ Les agents cryptogamiques induisent un dessèchement progressif des extrémités avec raréfaction des aiguilles et décoloration de celle-ci (signe de chlorose). Sur les arbres les plus anciennes, l'écorce se détache facilement et les exsudations de résine apparaissent à proximité du collet. (**HACENE et al, 1995**)

### 14. Le reboisement du cèdre de l'Atlas

Au vu des résultats obtenus en arboretum, cette essence ; peut-être avantageusement utilisée comme espèce de reboisement dans les étages bioclimatiques semi-aride supérieur, subhumide et humide frais à froid au-delà de 900 à 1000 mètres d'altitude (**HARFOUCHE, 1992 in BENAMIROUCHE, 2006**).

## Chapitre1 : généralité sur le cèdre

Le cèdre de l'Atlas a été utilisé dans 80 projets de reboisement dont 59 en mélange avec d'autres espèces notamment résineuses (Pin d'Alep, Cyprès toujours vert et Pin pignon) et 21 en plantations pures sur une superficie de 2.168,90 ha, soit 0,26% de la superficie totale reboisée (**Tableau n °4**).

**Tableau 4: Evolution des plantations mono-spécifiques de cèdre de l'Atlas entre 1962 et 2002**

Période	Nombre de projet	%	Superficie reboisée (Ha)	Superficie reboisée (%)
1962-1969	02	09,52	230	10,51
1970-1979	01	04,76	04	0,18
1980-1989	08	38,09	1.023,90	46,81
199-1999	07	33,33	734	33,56
2000-2002	03	14,28	195	08,91
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>100</b>	<b>2.186.90</b>	<b>100</b>

Source : BENAMIROUCHE, 2006.

On remarque que ces plantations pures, bien qu'elles aient commencées en 1966 par le reboisement de repeuplement de Oued Tider (200ha) dans les Aurès, plus de 80% de ces plantations ont été réalisées entre 1981 et 1995. Alors que durant les années 70 on a réalisé un seul reboisement sur 04 ha. Et comme le montre le tableau n °IV, les plantations pures de cèdre de l'Atlas ont concerné dans 47,61% des projets la zone tellienne où on reboise 1.401,90 hectares, soit 60,10% de la superficie plantée. Cette superficie est répartie comme suit : Jijel (1.074,9 ha), Blida (200 ha), Tissemsilt (100 ha), Bouira (50 ha) et Médéa (04 ha). (**BENAMIROUCHE, 2006**).

**Tableau 5 : Répartition des plantations mono-spécifiques de cèdre de l'Atlas par zone climatique**

Zone climatique	Nombre de projets	Projets (%)	Superficie reboisée (Ha)	Superficie reboisée (%)	Taux moyen de réussite(%)
AS	02	09,52	90	04,11	20,25
AT	10	47,61	1.401,90	64,10	28,50
A	04	19,04	402	18,38	21,50
HPC	03	14,28	195	08,91	68,33
LC	02	09,52	98	04,48	00

## Chapitre1 : généralité sur le cèdre

Total	21	100	2.186,90	100	100
-------	----	-----	----------	-----	-----

Source : **BENAMIROUCHE, 2006.**

**A:** Aurès.

**AS:** Atlas Saharien.

**AT:** Atlas Tellien.

**HPC :** Hautes plaines constantinoises.

**LC :** Littoral centre

Les autres projets sont réalisés dans les Aurès (402 ha), Hautes plaines constantinoises (195ha), Atlas saharien (90ha) et le Littoral-centre (98ha). Pour les trois premières zones le problème ne se pose peut être pas mais pour la zone littoral-centre, le choix semble illusoire et d'ailleurs les deux projets réalisés dans le cadre de la D.R.S ont totalement disparu. (**BENAMIROUCHE, 2006**).

Les résultats sont aléatoires et les meilleurs taux de réussite sont obtenus dans les plantation réalisées à Khenchla et Blida. Soulignons aussi ici, que les graines utilisées sont dans 16 projets d'origine inconnue et que 12 projets n'ont subi aucun entretien.

Donc, on peut dire que jusque-là, on n'a pas accordé beaucoup d'intérêt à cette espèce autochtone intéressante. Alors qu'ailleurs où elle a été introduite, en France notamment, elle est devenue une essence de choix pour le reboisement comme le prouvent les belles cédraies créées, il y a longtemps déjà sur les Monts Ventoux et Aigoual, où elle se régénère très facilement. (**BENAMIROUCHE, 2006**).

Cette espèce mérite donc plus d'attention et doit faire l'objet d'un programme qui viserait aussi bien la reconstitution des cédraies dégradées que son extension à tout les stations qui lui son favorables. Cela ne peut se faire sans la mise en place d'un programme d'étude des provenances les mieux adaptées aux stations potentielles à son extension. (**BENAMIROUCHE, 2006**)

### 15-Intérêt du cèdre de l'Atlas

Le cèdre de l'Atlas, en Algérie, n'a pas encore la place qu'il mérite dans le projet de reboisement, par contre au Maroc, on semble lui accorder de choix dans le reboisement de montagne. (**DERRIDJ, 1991 in HADJI, 1998**).

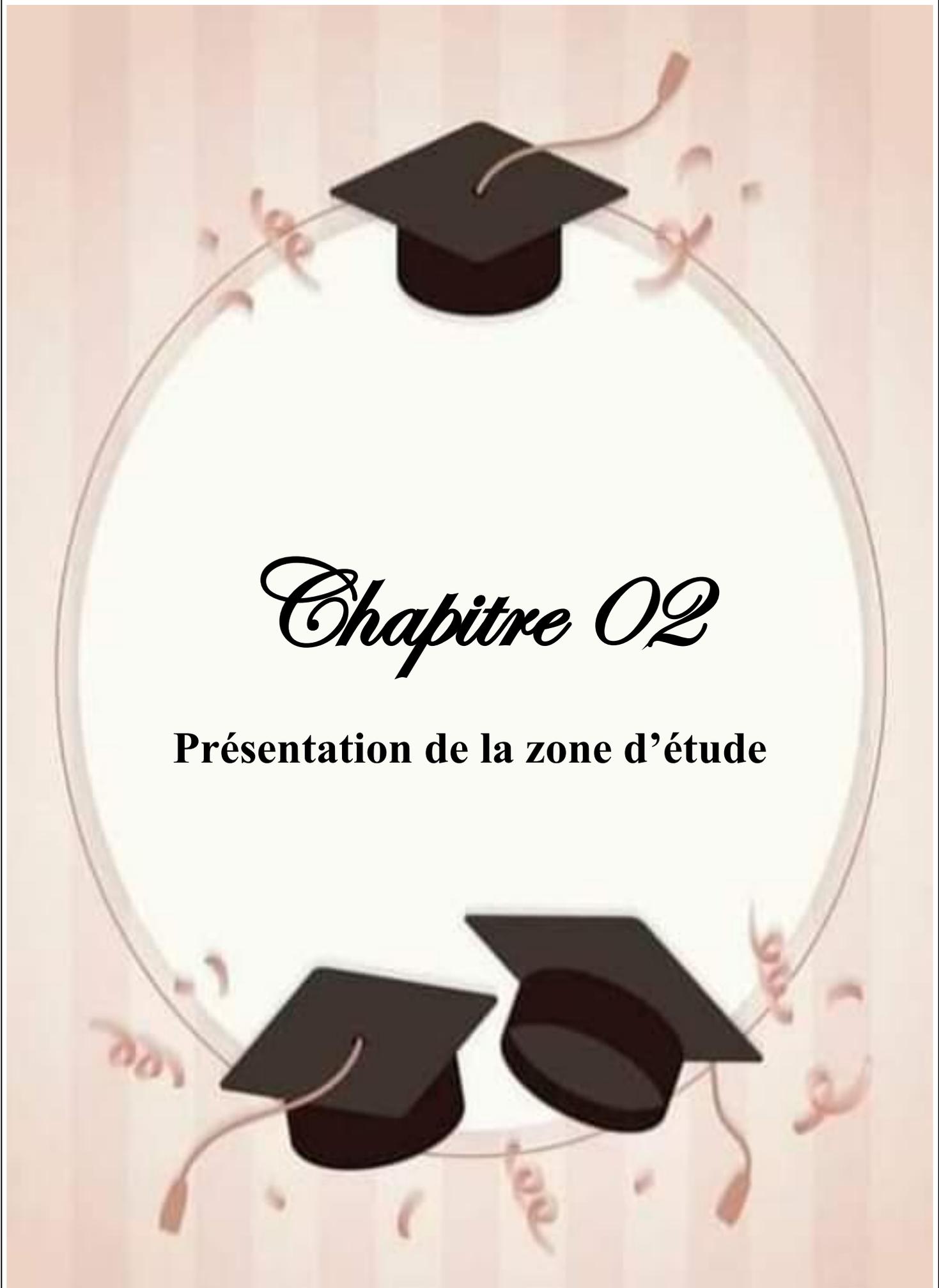
En Europe, actuellement, le cèdre occupe, par ses qualités, une place importante dans la politique d'amélioration de la forêt Méditerranéenne, particulièrement hors de son aire. L'intérêt du cèdre de l'Atlas est multiple :

- ✓ **Résistance au feu :** Les cédraies semblent peu inflammables, les peuplements denses peuvent éliminer toutes végétation herbacée, ce qui élimine le risque de la propagation de feu (**TOTH, 1980 in MOHAMMADI et YACOUB, 2010**).

## Chapitre1 : généralité sur le cèdre

Feuillage peu inflammable (y compris les aiguilles anciennes) constituant une litière très compacte et très peu combustible; les boisements denses de cèdres, au couvert sombre, sont très résistants au feu.

- ✓ **La rusticité et la tolérance** aux aléas climatiques et son aptitude à l'occupation des divers types de sols, c'est pour cette raison qu'il est considéré comme une essence de base pour la reconstitution et la revalorisation des forêts dégradées improductives (NEZAR KEBAILI ,2009 in MOHAMMADI et YACOUB, 2010).
- ✓ **L'abri pour une riche biodiversité de la flore** : Selon (M'HIRIT et al, 1999 in DEMARTEAU, 2006) a estimé la flore des cédraies à 1 millier d'espèces 10% arbres ,15% arbustes et arbrisseaux ,75% herbacée annuelles, le même auteur rapporte une faune composée de 37 mammifères, 142espèces d'oiseaux, 33 espèces d'amphibiens et reptiles.
- ✓ **Lutte contre l'érosion** : Par leurs systèmes racinaires étendus et ramifiés, ainsi que par leurs larges houppiers ; qui réduisent l'impact des violentes précipitations à l'état adulte, ils assurent une protection efficace contre l'érosion, de plus la litière des cédraies enrichit les sols sans les acidifier. (MOHAMMADI et YACOUB, 2010)
- ✓ **Production et qualité de bois** : Le bois de cèdre a toujours été apprécié pour son grain fin, sa facilité au travail, son odeur captivante, sa remarquable durabilité naturelle et son non putrescibilité, depuis les époques lointaine de l'occupation de l'être humain de son aire naturelle, son bois est de première qualité. Il est utilisé en menuiserie en ébénisterie, parquet, charpentes, la décoration, et pour les meubles rustiques. (LOUKKAS ,2001).
- ✓  Le cèdre peut également produire une huile essentielle aromatique qui a des propriétés antiseptiques. Les aiguilles sont par ailleurs utilisées comme fourrage pour le bétail durant les périodes d'enneigement. (BAHRI ,2007).
- ✓  La cédraie abrite une flore et une faune fort remarquable, dont la disparition serait une grande perte pour le pays et pour la science (ABDESSEMED ,1981 in HADJI, 1998).
- ✓  On peut même dire que la cédraie est une source d'espèces fourragères et pastorales très intéressante, ces espèces pourraient être récoltées et multipliées ailleurs. Elles pourraient également servir de matériaux de base à la recherche agronomique. (MASSIF ,2006).
- ✓  En fin, la beauté des cédraies permet d'attribuer à ces peuplements, un rôle esthétique certain, dans les régions où la pression touristique est particulièrement importante.



# *Chapitre 02*

**Présentation de la zone d'étude**

### **1. Description :**

Une forêt qu'on dirait née par une magie superbe du créateur, qui a charmé historiens, explorateurs, militaires et saints de toutes les époques. Malgré une histoire tumultueuse résultant de toutes les invasions que le pays a connues, cette région est restée féérique avec une des rares cédraies d'Algérie. Le fort militaire colonial de Théniet El Had fut installé en avril 1843. Au cours de la même période, le génie militaire entama, sans la participation du service forestier, l'exploitation des beaux cèdres. Cette merveille naturelle attira le délégué financier Jordan qui construisit plus tard un chalet au Rond-Point, en 1887 et l'utilisa pendant trente-six années consécutives pour y venir passer l'été avec sa famille. Le général De Bonneval rapportait avec une émotion particulière que « le Rond-Point est un vrai paysage de Suisse ou des Alpes de Savoie, faisant ainsi procurer un séjour de rêve bien digne d'attirer l'attention des touristes ».

### **2. Présentation générale :**

Le parc national des cèdres de Theniet El Had est situé à 185 km au sud-ouest de la capitale Alger, et à 150 km de la côte méditerranéenne. Sa superficie totale est de 3425 ha, Ras EL Braret est le point culminant au parc, il atteint 1787m. C'est le premier espace naturel protégé en Algérie. Il est proclamé parc national des cèdres de Theniet el had par décret présidentiel. IL s'étend à travers des crêtes et des pentes et contient des étangs, sources et ruisseaux serpentant des vallonnements très profonds par endroits, Son étage bioclimatique s'étale entre le subhumide et l'humide, La cédraie de ce parc est unique dans l'Ouest algérien. Elle constitue également l'un des rares endroits dans le pourtour méditerranéen où le chêne liège végète à plus de 1600m.

### **3. Aperçu historique du parc national de Theniet El Had :**

La forêt des cèdres de Theniet El Had s'étend sur 3424 ha dont 1000 ha de cèdres. Le parc national, créé par le décret n°83-459 du 23 juillet 1983, a remplacé le parc initialement délimité sur 1 500 ha par l'arrêté n°3766 du 3 août 1929.

Le point culminant, Ras El Braret s'élève à 1787 m, suivi immédiatement par Kef Siga (1784 m) caractérisé par un immense rocher au sommet duquel sort hardiment un grand cèdre « parasol ». Les deux pics dominant le Rond-Point des Cèdres (1461 m).

C'est une grande clairière, véritable mer de verdure, entourée de cèdres multi-centenaires. La beauté du site était jadis, agrémentée d'une maison forestière et d'un chalet éponyme (**Chalet Jourdan**), construit en 1887 par **Jourdan**, délégué financier de Theniet El Had.

À proximité de la maison forestière, sur le sentier qui monte vers Kef Siga, trône le fameux cèdre connu sous le nom de « Soltana » qui forme avec un autre cèdre, le « Sultan », un couple dont les troncs ne mesurent pas moins de 9 mètres de circonférence.

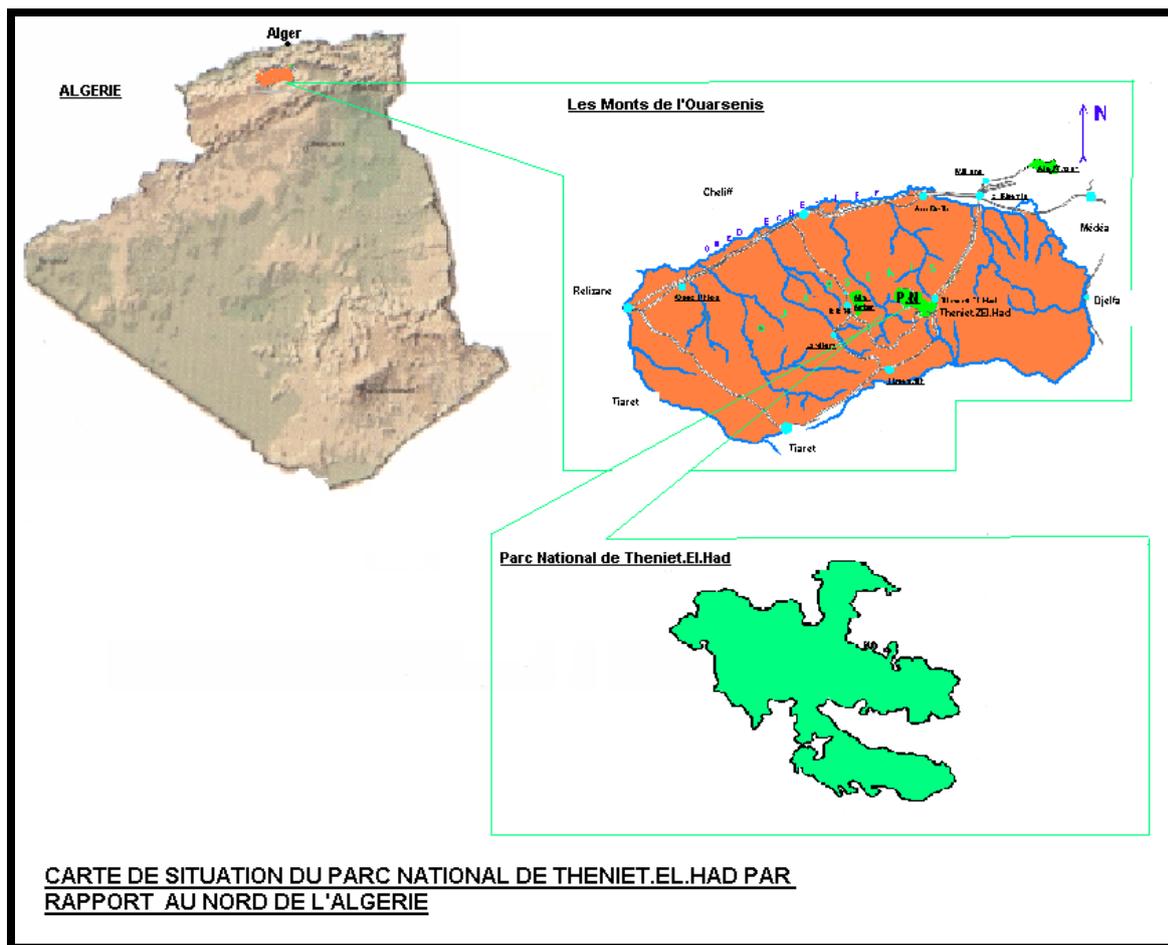
### 4. situation géographique :

La zone d'étude fait partie du parc national de Theniet El Had qui 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. Il s'étend sur la partie septentrionale de l'Ouarsenis comprise entre les monts de Beni Chograne à l'Ouest, les monts de Tetteri à l'Est, la vallée du Chelif au Nord et les plaines du Sersou au Sud. La forêt étendue sur les versants de Djebel el Meddad dont le cèdre occupe près du 1/3 de la superficie totale du parc (PNTEH, 2006).

#### 4.1 Localisation géographique

Le parc national est distant de 52 km du chef-lieu de la wilaya de Tissemsilt et à environs 1,8 km du chef-lieu de Daïra de Theniet El Had, il est localisé entièrement dans la Wilaya de Tissemsilt. Il s'étend sur les communes de Theniet.El.Had et celle de Sidi Boutouchent. Suivant les coordonnées géographiques suivantes:

- Latitude : 35° 54' 4'' et 35° 49' 41'' de latitude nord.
- Longitude : 02° 02' 4'' et 01° 52' 45'' de longitude est.



**Figure 8 : Carte de situation du parc national de TEH par rapport au nord de l'Algérie**

### 4.2. Localisation administrative

De point de vue 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. La pinède qui fait l'objet de cette étude est située dans le versant sud dans le canton Sidi Abdoun qui est

## Chapitre 2 ; présentation de la zone d'étude

constitué essentiellement de peuplement à base de chênes en plus quelques sujets de pistachier d'Atlas sur une étendue de 343 ha.

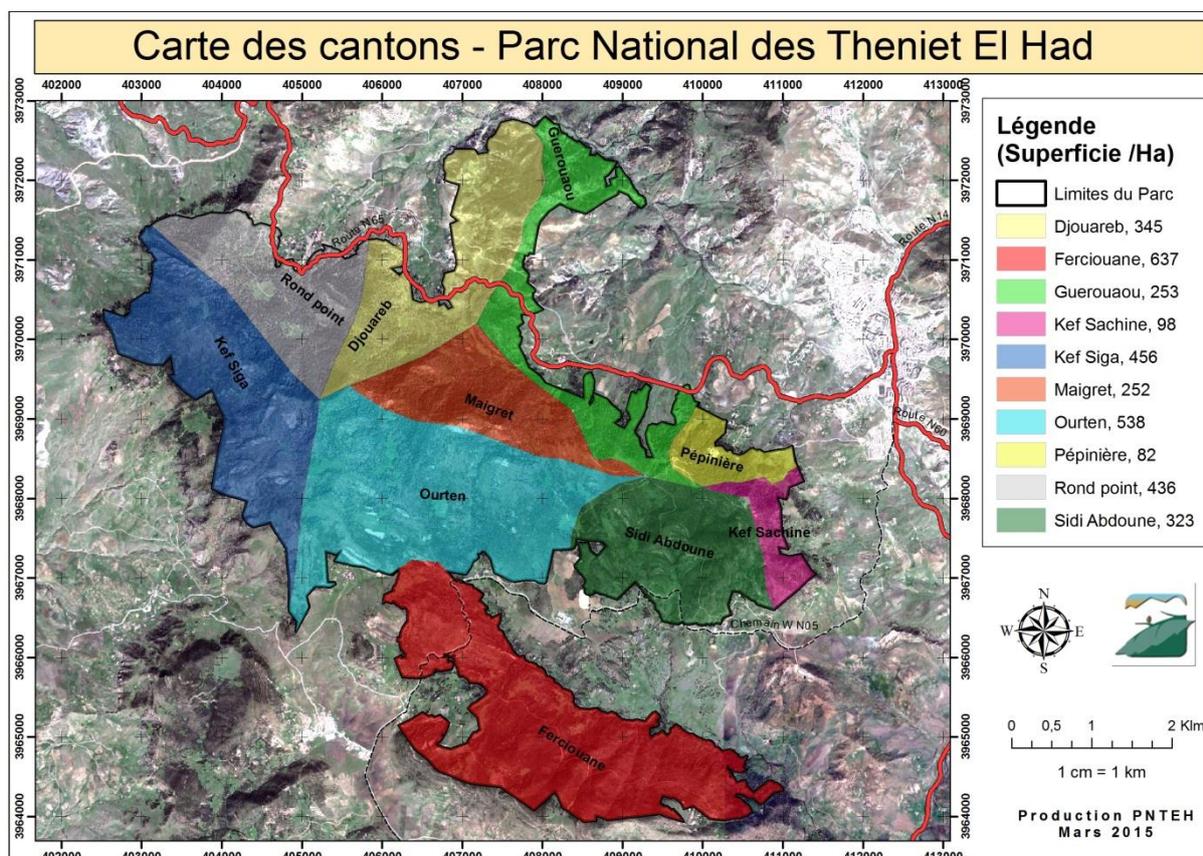


Figure 9 : Carte des cantons du Parc National des Cèdres de Theniet El Had (PNTH, 2015)

### 4.3. Caractéristiques socio-économiques :

#### 4.3.1 Population :

La commune de Theniet El Had compte actuellement pas moins de 35 645 habitants dont une dizaine de familles localise à proximité du parc des cèdres (70% des jeunes) avec une densité: 109 Ht /km<sup>2</sup> (densité nationale= 12,8 Ht /km<sup>2</sup>). La population active exerce en particulier dans le secteur tertiaire (administration et différents services). En deuxième position vient le secteur primaire notamment avec l'élevage et l'agriculture. L'industrie est quasiment absente. C'est ce qui explique en partie le taux de chômage des plus élevés. Un chômage accentué par les dix dernières années de violence. Une violence qui a, à son tour, poussé de nombreux montagnards à l'exode.

## Chapitre 2 ; présentation de la zone d'étude

**Tableau 6: Répartition de la population par classe d'âge. (D.P.A.T Tissemsilt, 2002)**

Ans	Masculin	%	Féminin	%	Total	%
0 – 4	1.474	10	1.507	10	2.981	10
5 – 14	4.050	26	3.835	25	7.885	25
15 – 59	8.893	58	8.758	58	17.661	58
+ 60	956	06	1.075	07	2.031	07
<b>Total</b>	<b>15.373</b>	<b>100</b>	<b>15.186</b>	<b>100</b>	<b>30.558</b>	<b>100</b>

**Tableau 7: Répartition de la population par classe d'âge. (D.P.A.T Tissemsilt, 2002)**

Activité	Nombre	%	Observation
Population normalement active dont :	7.903	100	/
Population réellement active :	5.985	75	Occupée
Chômeurs :	1.945	25	/
Infirmes :	1.040	/	Tout corps confondu
Emigrés :	/	/	France et USA

### **4.3.2 L'infrastructure routière :**

A travers la région, l'état actuel du réseau routier est considéré comme médiocre surtout intra-muros. Jusqu'à l'année 2005, une importante opération de rénovation des routes a été réalisée pour permettre une convenable circulation dans la ville et aux alentours. Un

## Chapitre 2 ; présentation de la zone d'étude

programme en vue et entrant dans le développement des régions des hauts plateaux va connaître une amélioration surtout en ce qui concerne la R.N 65 qui dessert le parc national du côté Nord.

### 4.3.3 Le tourisme :

Le tourisme connaît récemment un développement notable dans le parc national de Theniet El Had, en raison de la disponibilité de la sécurité et de l'effort des responsables de la gestion du parc, malgré une pénurie d'installations nécessaires qui offrent aux touristes un confort complet.

La saison touristique a été marquée à la forêt d'El-Medad par une affluence record des familles venues de plusieurs wilayas, dont Tiaret, Aïn Defla, Boumerdès, Alger et Chlef, à la quête de repos et de cure dans cet espace naturel attrayant, surtout durant les vacances scolaires et les week-ends. Le Parc du cèdre, caractérisé par un climat de fraîcheur en été, en raison de sa position sur une altitude de 1.923 mètres, attire des équipes sportives pour des stages de préparation en prévision des compétitions nationales et régionales. Cet espace naturel a drainé également, en pareille période, des centaines de jeunes des wilayas d'Alger, de Tipasa et de Boumerdès dans le cadre du programme du tourisme juvénile. En outre, de nombreux enfants ont visité le Parc national du cèdre, à l'occasion de la célébration des Journées mondiale et africaine de l'enfance, en plus des élèves et étudiants du centre universitaire de Tissemsilt (**les responsables de la maison du parc**).

## 5. Etude du milieu physique :

### 5.1 Pédologie :

Les sols du parc sont assez maigres, peu profonds et déchirés souvent par roche à nu et entre coupé d'escarpements rocheux atteignant une centaine de mètres de hauteur (**MELAZEM, 1990**). On distingue trois types de sols(**PNTEH,2002**) :

#### - Les sols peu évolués

Ils sont pauvres en matière organique, à texture grossière, se trouve dans les deux versants du parc (**Zedek, 1993**). Ils sont formés à la suite de dépôts d'éléments provenant des sols à fortes pentes (**Hadji, 1998**). On y rencontre de la végétation ligneuse et broussailleuse (**Kadik, 1987 ; Yessad, 1988**).

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

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

#### - Les sols brunifiés lessivés

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

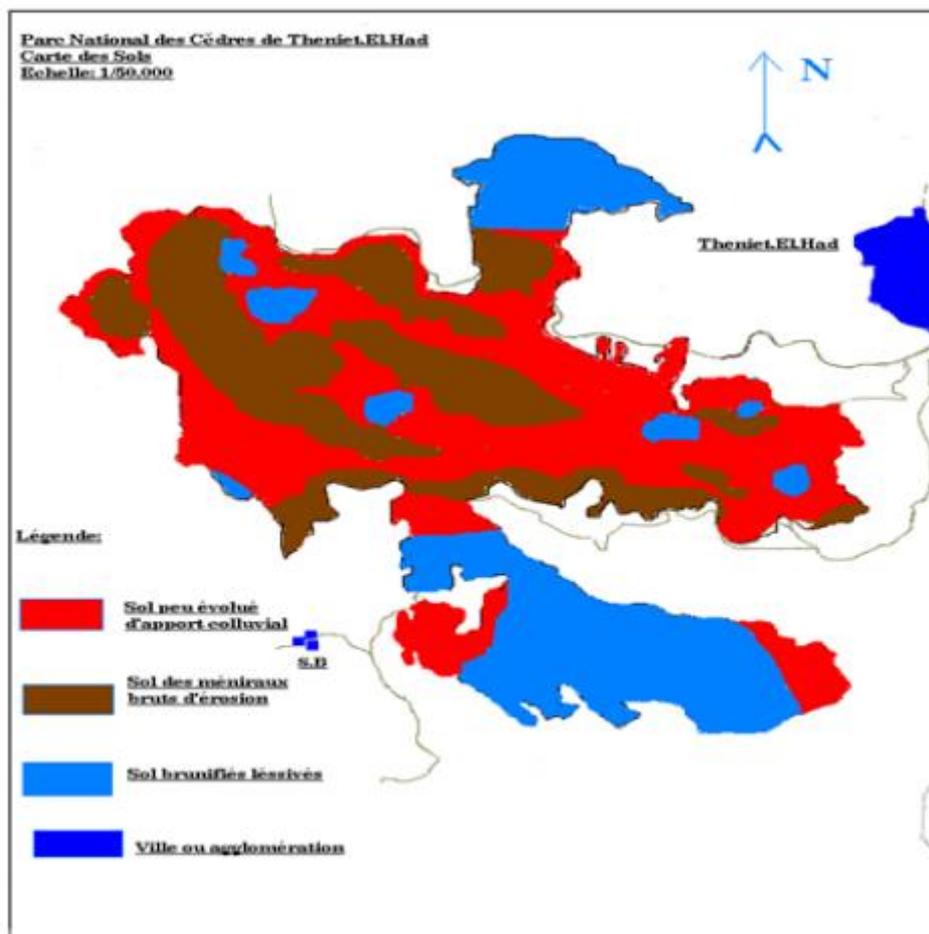


Figure 10 : Carte de sol du parc national de Theniet El-had (PNTEH, 2002)

### 5.2 Géologie :

Le sol du parc national repose sur des grès numidiens. Il existe de nombreux substrats essentiellement à base de calcaire, de marnes et de schistes dans les basses altitudes (BELKAID, 1988).

La partie centrale de la zone est formée de sédiments provenant de l'oligocène présenté en faciès numidien, constitué de grès à couches épaisses, reposant sur flysch argileux ou argileux marneux. Sous oligocène, dans les fenêtres d'érosion, on aperçoit les sédiments du crétacé supérieur couvert par de gros apports colluviaux. Ils sont présentés par des sédiments supérieurs cénomanien : c'est une altération des argiles feuilletées, marnes et calcaires. Dans la partie ouest, se localisent les sédiments du moyen éocène développés surtout en marno-faciès. Les accumulations quaternaires sont très fréquentes dans les limites du parc. Elles entourent le massif de grès numidiens et sont représentées par des formations grossières d'apports colluvial et éluvial, résultant d'un foudroyage intensif de processus d'éboulements et de glissements (MELAZEM, 1990).

### 5.3 Géomorphologie :

#### 5.3.1 Altitudes :

Le parc s'insère entre 858 et 1787 m d'altitude. Le point le plus haut dit « Ras El Braret » se localisant dans le conton Rond-Point à une altitude de 1787m. Le point le plus bas se trouve au versant nord à 858 m au canton Djouareb, l'altitude moyenne est de 1320 (PNTN, 2006) (Figure 11).

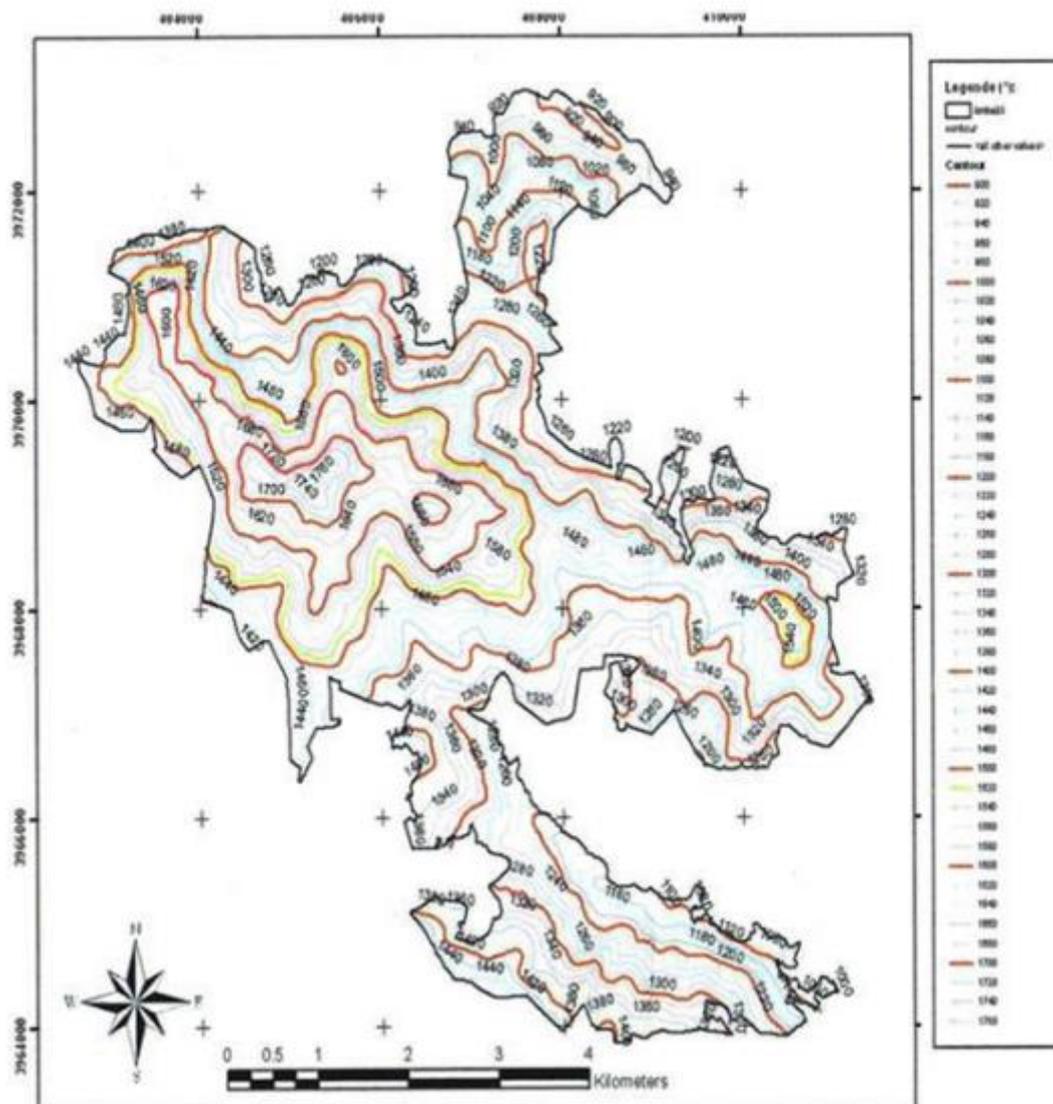


Figure 11: Carte des altitudes du Parc National de Theniet El Had (Zaiz et Dib, 2011)

#### 5.3.2 Expositions :

## Chapitre 2 ; présentation de la zone d'étude

Du point de vue hypsométrique nous retenons l'existence de nombreux Kef orientés dans tous les sens, ce qui traduit un relief extrêmement accidenté de diverses Expositions, La zone englobe trois ramifications principales (Nord, Sud et Ouest). Selon (Dip et Zaiz ,2011), 64,68% de la surface totale du PNTH possède des expositions Nord et Nord-est (Figure 12).

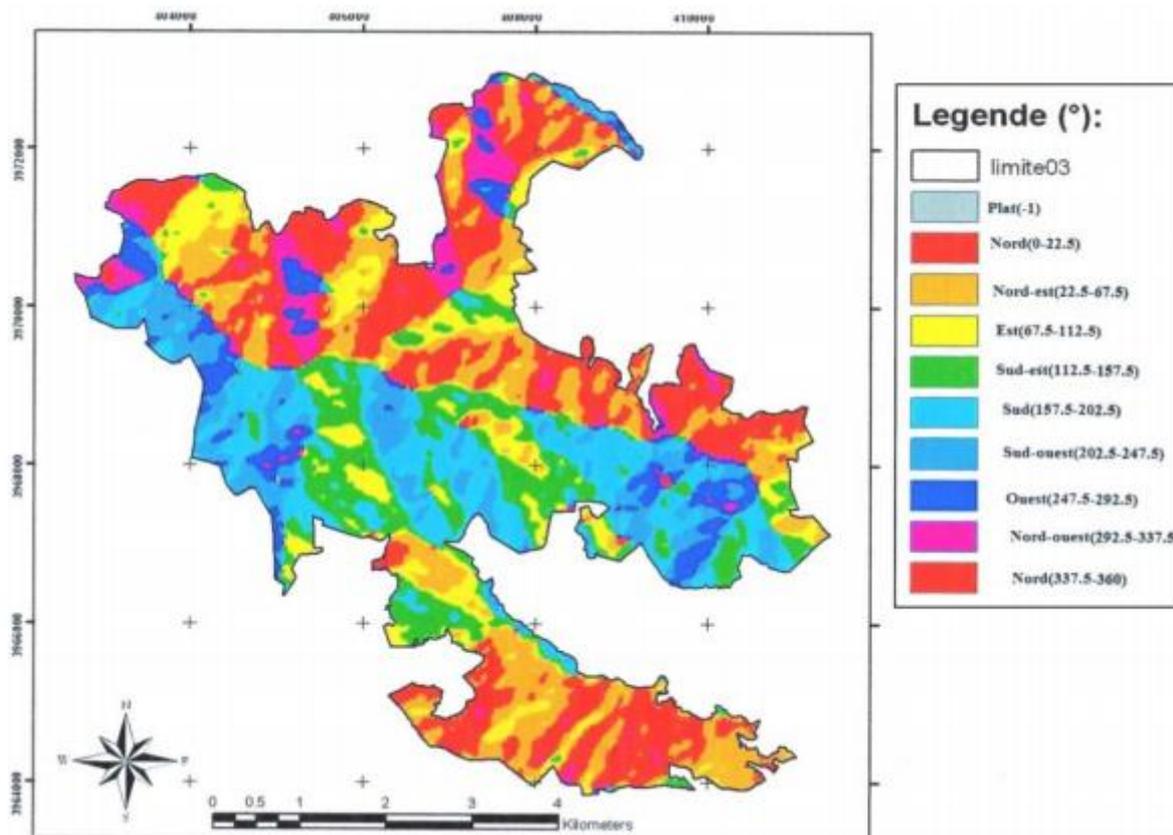


Figure 12 : Carte des expositions du Parc National de Theniet El Had (Zaiz et Dib, 2011)

### 5.3.3 Pentes :

Suivant les deux versants du parc, les fortes pentes sont du côté nord, estimées en moyenne à 40° (83.9% ) d'inclinaison, à l'exception du canton pépinière ou la pente ne dépasse guère 15° (26.7% ) d'inclinaison (Figure 13). Le versant sud par contre présente des pentes plus ou moins fortes (25° d'inclinaison au maximum).

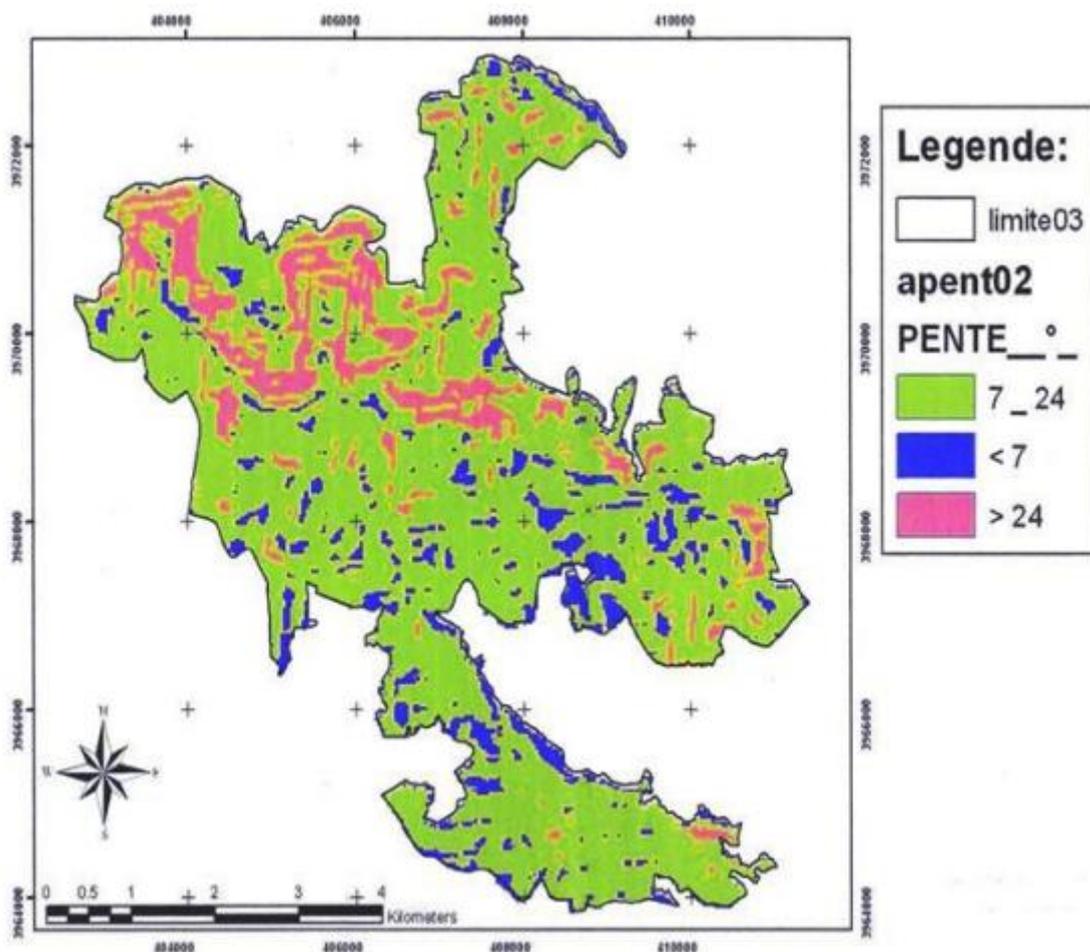


Figure 13 : Carte des pentes du Parc National de Theniet El Had (Zaiz et Dib, 2011)

### 5.4 Hydrologie et hydrographie :

Il existe à la périphérie du **PNTEH** deux oued qui sont captés et utilisés par les riverains de la région.

- Oued El-Mouilha au nord du parc
- Oued El-Ghoul au sud du parc.

Il existe d'autres sources d'eau parmi lesquelles on a : Ain Touila, Toursout, Ourten et Djedj El-maa, ces sources sont caractérisés par des eaux ferrugineuses (**Chabane, 1991 in Dip et Zaiz, 2011**). La figure suivante représente la carte hydrographique du parc national Theniet El-Had.

### 6. Etude du milieu biotique :

#### 6.1. La flore :

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. La flore comprend 450 espèces dont beaucoup sont endémiques à l'Algérie (PNTEH, 2013).

La végétation obéit à une distribution verticale, cette dernière est composée par trois strates :

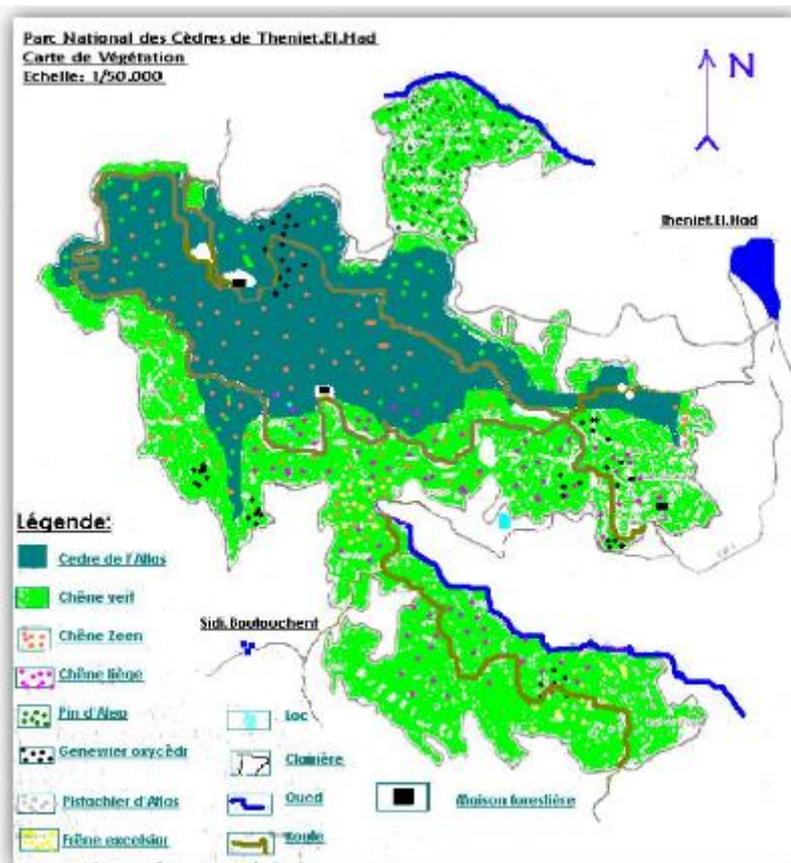
##### 6.1.1. Strate arborescente :

La strate arborescente est constituée par le cèdre de l'Atlas: *Cedrus atlantica*, présente un peuplement âgé en mélange avec de jeunes gaulis, au versant Nord, l'estimation du mélange cèdre, chêne-zeen est moins représenté par rapport à l'exposition sud Le chêne liège (*Quercus suber*) ainsi que le chêne vert (*Quercus ilex*) représentent la strate arborescente dans leur stade optimal.

##### 6.1.2. Strate arbustive :

Une diversité d'espèces se trouve en mélange dans la strate arbustive, les principales espèces représentées au versant Nord sont: *Rubus ulmifolius*, *Rosa dempervirens*, *Cedrus atlantica*, *Quercus ilex* et *Cratoegus monogynos*.

Au versant sud, en plus des espèces précitées on recentre, *Juniperus oxycedrus*, *Quercus faginea* (Fellous, 1990).



**Figure 14 : Carte de végétation (Source : Département de protection et promotion des ressources naturelles du parc national de Theniet el Had)**

### **6.1.3. Strate herbacée :**

La strate herbacée à l'exposition nord est riche en espèces, elle est dominée par les espèces : *Geranium atlanticum*, *Viola munbyana*, *Vicia sicula*, *Alliaria officinalis*, *Hedera hélix* et *Cynosorus elegans*. A l'exposition sud ; on remarque la prédominance, *Asphodelus microcarpus*, plante indicatrice sur pâturage, de même que *Ferula communis*, *Lonicera implexa*, *Silene fuscata* et *Bromus madritensis* (**Belkaid, 1988**).

Pour la subéraie, les principales espèces de la strate herbacée sont représentées par, *Genista tricuspidata*, *Lavandula stoechas*, *Cistus monspensis*, *Phlomis bovei*, *Ampelodesma mauritanium* et *Daphnognidium* (**Fellous, 1990**).

### **6.2. La faune :**

On recense vingt espèces de mammifères dont onze protégées, quatre-vingt-treize espèces d'oiseaux dont vingt-neuf protégées, trois cent quarante-quatre espèces d'insectes et dix-huit espèces de reptiles (**PNTEH, 2012**).

## Chapitre2 ; présentation de la zone d'étude

### 6.2.1 Mammifères :

Le gibier dans le parc est très peu abondant, suite au manque d'eau et surtout aux braconnages, certaines espèces ont totalement disparues du parc telle que les lynx. Selon (Ghalmi, 1990), parmi les espèces inventoriées on note :

- Le sanglier : *Sus scrofa* ; qui a une aire de répartition très étendue, dans des milieux très variés. Ce qui témoigne une grande capacité d'adaptation.
- Le lièvre : *Lepus capensis* le lièvre est relativement abondant, il semble avoir une concurrence avec le lapin en maquis de chêne vert.
- Le renard roux : *Vulpes vulpes* ; l'espèce est abondante ; il se rencontre dans des biotopes très variés.
- Le chacal doré : *Canis aureusalgeriensis*, il fréquente tous les biotopes comme le renard
- Le chat sauvage : *Felis libyca*, espèce rare dans la zone.
- Belette: *Mustela nivalis* qui est considérée comme étant le plus petit carnivore qui se nourrit principalement de rongeurs.
- Mangouste : *Herpestes ichneumon* : est une espèce assez abondante fréquente les zones broussailleuses près de points d'eau.
- Porc épie : *Hystrix cristata*, observée en maquis de chêne vert ou il possède plusieurs terriers, se nourrit de racines, de bulbes et tubercules de pomme de terre.
- Hérisson : *Atelerix algirus* occupant tous les terrains boisés, mais il est aussi abondant dans les prairies dans les haies et les buissons.

### 6.2.2. Avifaune :

Elle est représentée principalement par des passereaux<sup>o</sup> des merles, des éperviers et des hiboux.

### 6.2.3. Entomofaune :

Concernant l'étude de l'entomofaune, une liste de 36 espèces d'insectes de la cédraie a été établi par (**Abdelhamid, 1999**), appartiennent à (09) ordres, Odonoptera, Mantoptera, Orthoptera, Heroptera, Homoptera, Coleoptera, Nevroptera,, Hymenoptera et Itoptera.

Cependant cette richesse n'a pas fait l'objet de travaux approfondis et toutes les listes inventaire faunistique restent très incomplètes dans leur contenu (**Abdelhamid, 1999**).

### 6.3. L'action Anthropique :

Le parc national de Thneit El Had a connu une grande activité anthropique jugée sévère, à cause de sa situation et richesse naturelle.

## Chapitre 2 ; présentation de la zone d'étude

L'homme a toujours épuisé les ressources forestières, le surpâturage, les coupes illicites et les incendies sont les principales pressions anthropiques. L'accroissement des populations entraîne cette sur-utilisation, surtout dans les zones à haute potentialité forestière où se développent les essences nobles (**Louni, 1994**).

Comme tous les parcs nationaux le parc de Thneit el Had est soumis à une pression de visiteurs et touristes surtout au printemps et en été.

### **6.3.1. Le sur pâturage :**

Le parc a connu un fort taux de pâturage à cause de la population qui l'entourée surtout la population riveraine.

Les passages répétés de bétail présentent néanmoins une véritable menace pour les jeunes semis dans la mesure où toute régénération se trouve compromise, le surpâturage est en permanence signalé dans le parc.

Toutefois, durant la décennie d'insécurité (**1993-2000**) la présence du bétail était fortement réduite.

### **6.3.2. Incendie :**

Les incendies des forêts n'ont que rarement affecté le parc national du fait de sa composition végétale peu inflammable et grâce à la vigilance du personnel. Ainsi que l'intervention très active des riverains qui précède souvent celle des forestiers et des agents de la protection civile.

## **7. Le climat :**

Le climat est de type méditerranéen sur toute la frange nord de l'Algérie qui englobe le littoral et l'atlas tellien. Selon **Dajoz (1978)**, **Kadik (1987)** et **Bethemont (2003)**, deux périodes distinctes caractérisent le climat méditerranéen : précipitation hivernale et sécheresse estivale. La température et la pluviosité permet d'indiquer la répartition des végétaux.

Pour déterminer le climat de la région d'étude, nous avons exploité des données d'une étude menée par **Sarmoum (2008)** à cause de l'absence de station météorologique et des données climatiques récentes. Cette étude basée sur deux séries de données climatiques contenues dans la station de Theniet El-Had l'une s'étale sur la période 1913-1938 extrait du **Seltzer (1946)** et l'autre de l'Office National de la météorologie (1990) renferme que les précipitations et correspond à la période 1966-1990. Ces données ont été complétées par des données de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (2004), ce sont des données de la station de Bordj El Amir pour la période 1991-2004.

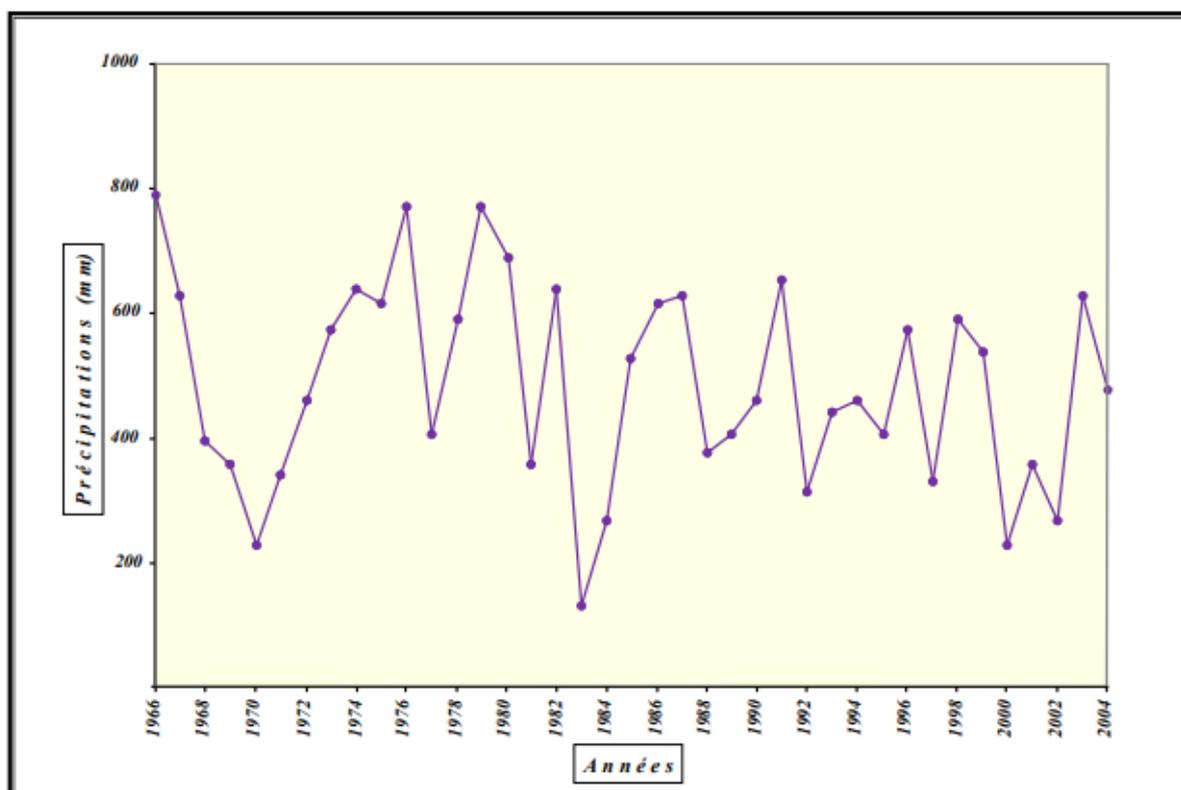
## Chapitre 2 ; présentation de la zone d'étude

Pour les températures et en raison de l'absence des barrières orographiques et la convergence des conditions bioclimatiques pour la période 1913-1938 entre les deux stations, **Sarmoum** utilisé les données de la station de Tiaret, située à 60 Km au Sud-Ouest du parc.

### 7.1. Précipitation :

L'analyse des précipitations et leur répartition dans le temps et dans l'espace sont utiles. Ces précipitations constituent un facteur abiotique d'importance significative sur l'évolution et la répartition des espèces dans les milieux naturels.

Selon **Sarmoum (2008)**, les précipitations pour la période de (1966-2004) sont caractérisées par une grande variabilité interannuelle avec une tendance de diminution des totaux annuels des précipitations. La moyenne enregistrée durant la période 1966-2004 est de 485 mm/an, soit une diminution de 23% du total pluviométrique par rapport à la période 1913-1938 (moyenne égale à 628 mm).



**Figure 15 : Variations des précipitations annuelles station de Theniet El Had Sarmoum (2008).**

Et selon **le même auteur**, le régime mensuel des précipitations durant les périodes (1913-1938), (1966-2004) et (1980-2004), dans la station de Theniet El Had montre une nette différence entre les trois périodes ; la période 1913-1938 apparaît plus arrosée. La période 1966-2004 se caractérise par une diminution importante des précipitations mensuelles. Cette baisse du cumul des précipitations mensuelles affecte en particulier les mois pluvieux c'est-à-

## Chapitre 2 ; présentation de la zone d'étude

dire la période qui s'étale entre le mois de Septembre et le mois de Mai. La plus grande baisse des précipitations affecte le mois de Mai (45%), Novembre (29%) et Décembre (26%). Une stabilité est enregistrée pour le mois d'Avril et Octobre. Les faibles précipitations de la période estivale (Juin-Aout) n'ont pas permis de distinguer une différence significative des précipitations entre les deux périodes. Cette situation est aggravée à partir des années 1980, les mois de Mars, Avril, Mai, Octobre et Novembre sont les plus touchés (fig. 16).

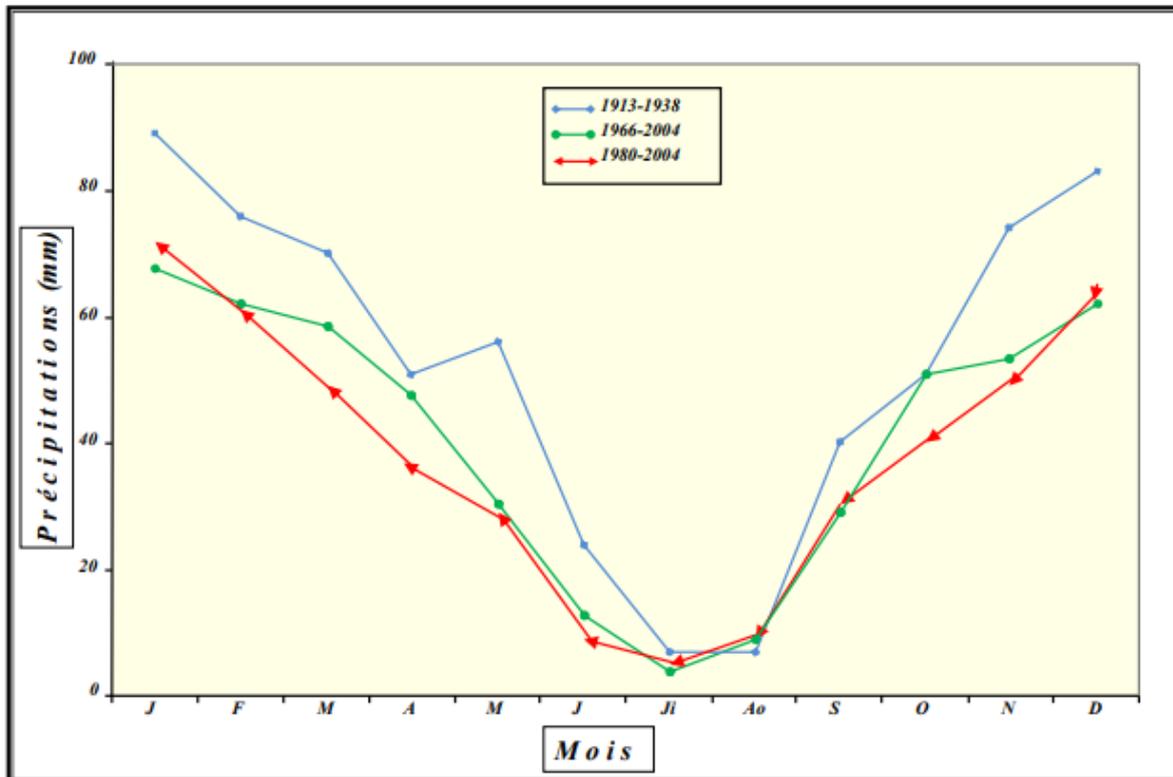
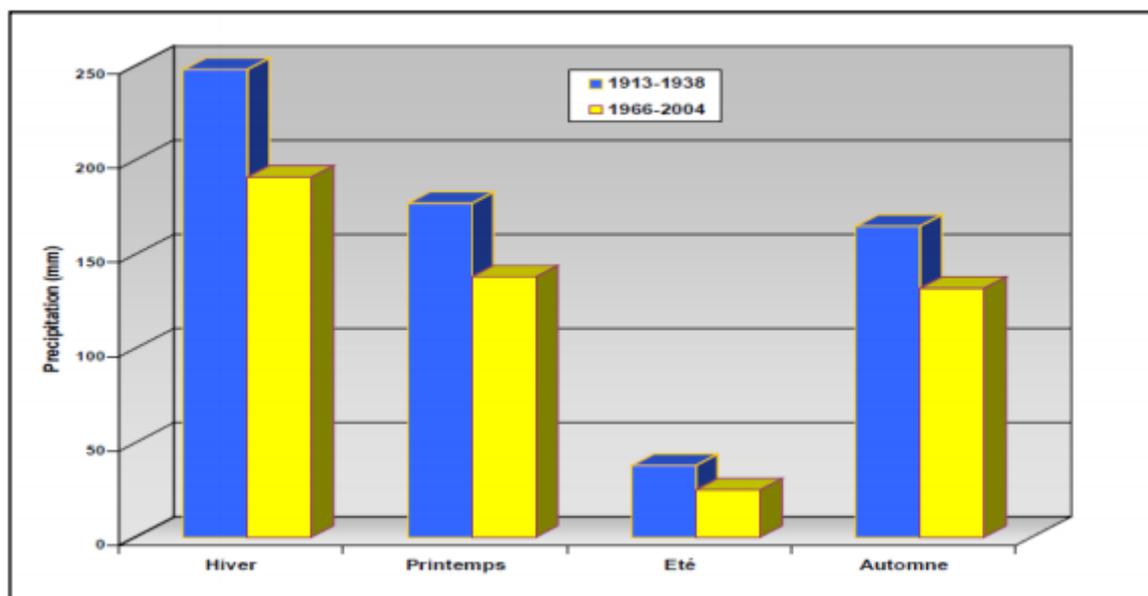


Figure 16 : Variations des précipitations mensuelles de la station de Theniet El Had pour les périodes (1913-1938) et (1966-2004), (Sarmoum, 2008)



Pour les précipitations saisonnières (fig.17), le cumul des précipitations d'hiver et du printemps a diminué de 23% dans chacune de ces saisons sur la période 1966-2004 par rapport à la période (1913-1938). Pour l'automne, nous avons enregistré une diminution de 20%. Enfin pour l'été, on constate une diminution de 35% du cumul de précipitations, mais les faibles quantités de ces dernières dans cette saison ne permettent pas de distinguer une différence significative entre les deux séquences chronologiques (Sarmoum, 2008).



**Figure 17 : Variations saisonnières des précipitations dans la station de Theniet EL Had pour les périodes (1913-1938) et (1966-2004) (Sarmoum, 2008)**

### 7.2. La 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.

**Sarmoum (2008)** a utilisé les données de la station de Tiaret en raison de l'absence des données de température dans la station de Theniet El Had. Cette station, située à 60 Km au SudOuest du site d'étude. Le choix de la station est dicté par l'absence d'une barrière orographique entre les deux stations. En outre, cette station réunit des conditions bioclimatiques assez proches de celles de la station de Theniet El Had.

#### ➤ **Les Températures moyennes mensuelles**

Une diminution a été constatée pour tous les mois durant la période 1983-2005 par rapport à la période 1913-1938 (**Fig.18**). Ceci, aurait une répercussion sur la moyenne annuelle qui est plus basse durant la période 1983-2005 ( $m = 8,04^{\circ}\text{C}$ ) par rapport à la période 1913-1938 ( $m = 9,57^{\circ}\text{C}$ ) (**Sarmoum, 2008**).

#### ➤ **Les températures maximales**

Une augmentation des températures moyennes maximales pour les mois allant de Janvier et Juillet, donc il y'a un réchauffement. Par contre, il y'a une diminution des températures

## Chapitre 2 ; présentation de la zone d'étude

moyennes maximales pour le mois d'Août et Décembre, donc un rafraîchissement (Sarmoum, 2008).

### ➤ Température moyenne annuelle

La tendance constatée est un réchauffement de l'ordre de 0,9°C (Sarmoum, 2008).

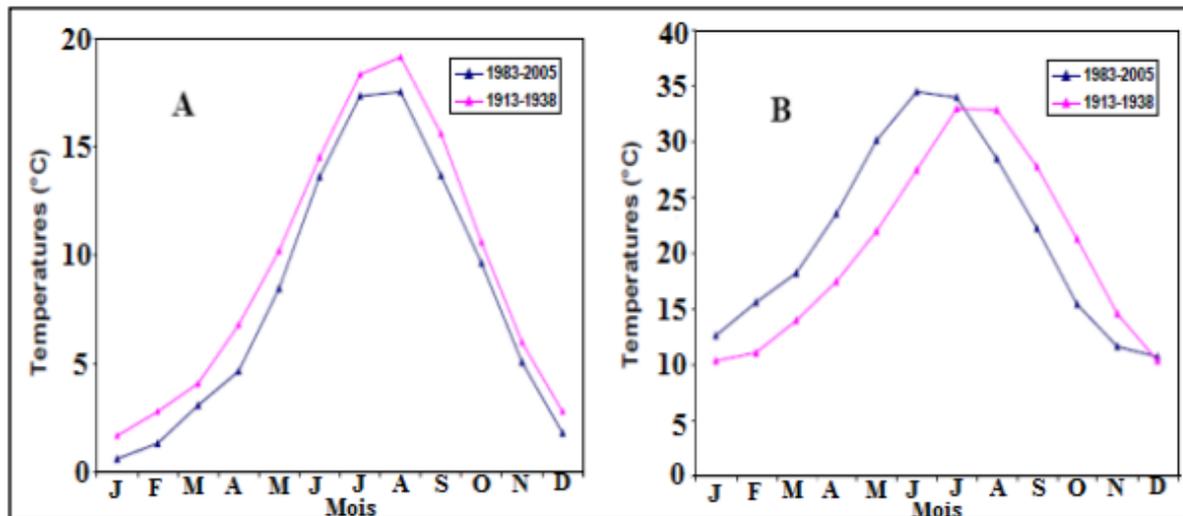


Figure 18 : Variations des températures mensuelles : minimales « m » (A) et maximales « M » (B) dans la station de Tiaret. Comparaison entre deux périodes (1913-1938, 1983-2005) (Sarmoum, 2008)

### 7.3. Phénomènes secondaires :

Parallèlement aux deux principaux facteurs climatiques, d'autres facteurs peuvent exercer une certaine influence sur l'évolution et la répartition des espèces, parmi les plus importants nous citons le vent, la neige, la gelée, l'orage, grêles et l'humidité.

#### 7.3.1 Vent :

D'après les données de Seltzer (1946), les vents dominants dans le parc de Theniet El-Had sont ceux par ordre décroissant : Nord-ouest (NW), Nord (N), et Ouest (W) (Guittoun, 2004). Ces vents ont une action desséchante surtout en période estivale (Belkaid, 1988).

Tableau 8: Direction des vents dans le parc nationale de Theniet el had

station	Direction des vents en %								Total
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	

## Chapitre2 ; présentation de la zone d'étude

<b>Theniet El Had</b>	15	08	01	07	11	12	15	31	<b>100</b>

### 7.3.1.1 Le siroco :

Est un vent chaud et excessivement sec, il souffle essentiellement pendant la période estivale alors qu'il est très rare pendant l'hiver. Les habitants de la région l'appellent «Guebli» lorsqu'il souffle de l'Est (**Melazem, 1990 in Mairif, 2013**).

### 7.3.2. La neige :

La neige dans le parc national de Theniet El Had est un facteur défavorable lorsqu'il persiste longtemps. Il provoque la réduction de la période végétative (**Hadji, 1997 in Guittoun, 2004**). D'après **Seltzer (1946)**, le nombre moyen de jours de neige enregistré est de 20 jours. Dans les hautes altitudes, l'intensité de chute neige est très élevée surtout durant la période hivernale (**Belkaid, 1988**).

### 7.3.3. Gelée :

La période de gelée dans le parc de Theniet El-Had s'étale du mois de Décembre jusqu'au mois d'Avril de l'année. Donc , Les gelées blanches sont fréquentes en hiver et absentes en été.

**Tableau 9: Nombre de jours de gelées blanches enregistrés dans la station de Theniet el Had Seltzer (1946)**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
<b>Gelée</b>	4.6	3.2	2.3	1.3	0.2	0	0	0	0	0.3	2.4	4.6	18.6

### 7.3.4. L'orage :

L'orage est un phénomène plus local que la plaine au Djebel el Meddad. L'orage est fréquent en été et rare en hiver.

## Chapitre2 ; présentation de la zone d'étude

**Tableau 10: Nombre de jours d'orages enregistrés dans la station de Theniet el Had (Seltzer 1946)**

Station		Altitude (m)					Pluviosité (mm/an)						
Theniet El Had Djebel El Meddad		1160					628						
		853					505.2						
		1787					878.8						
Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Nobmre de jour	02	0.4	0.4	1.7	3.6	3.7	2.9	3.0	2.6	1.2	0.5	0	20.2

### 7.3.5 Grêles :

Selon **Seltzer (1946)** le nombre de jour de grêles est faible.

### 7.3.6 Humidité :

Pour un développement normal de la végétation. La quantité d'humidité dans l'atmosphère elle est caractérisée par l'humidité relative (**Seltzer, 1946**).

L'humidité relative est faible au milieu de la journée alors qu'elle diminue très légèrement pendant le soir par rapport à la matinée, l'humidité absolue est faible pendant les mois d'hiver et atteint le maximum au cours de d'été (**Seltzer, 1946**).

## 7.4. Synthèse climatique :

### 7.4.1 Diagramme ombrothermique de GAUSSEN (1953) :

Gausсен considère que la sécheresse s'établis lorsque la pluviosité P exprimée en millimètres est inférieur au double de la température moyenne mensuelle T exprimée en degrés Celsius. Ainsi, on peut tracer un graphique ou l'on porte en abscisse les mois et en ordonnées les températures et les précipitations. Ce type de diagramme est dit ombrothermique. Pour calculer les variantes du diagramme propre au parc, on est amené à faire des extrapolations des températures et précipitations énumérées dans les tableaux qui suivent :

## Chapitre 2 ; présentation de la zone d'étude

**Tableau 11: Extrapolation des données de précipitations mensuelles et annuelles à partir de Theniet.El.Had pour Djebel El Meddad.**

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Total
1.787	109,9	96,9	90,9	71,9	76,9	44,9	27,9	27,9	60,9	71,9	94,9	103,9	878,9
853	87,7	65,7	59,7	40,7	45,7	13,7	00	00	29,7	40,7	63,7	72,77	505,2

**Tableau 12: Répartition mensuelle et annuelle des températures pour le parc national aux altitudes 853 et 1787 m (données extrapolées de la station de T.E.H)**

T°/Altitude	M	M	M	M	T	T
Mois	1.787		853		1.787	853
Janvier	4,82	11,34	-02,3	1,42	1,26	6,38
Février	5,92	12,44	-01,3	02,42	02,31	07,43
Mars	08,62	15,14	01,5	05,22	05,06	10,18
Avril	12,12	18,64	03,5	07,22	07,81	12,93
Mai	12,56	23,04	07	10,72	11,76	16,88
Juin	23,32	29,84	10,3	14,02	16,81	21,93
Juillet	26,22	32,74	13,4	17,12	19,81	24,93
Août	27,62	34,15	13,8	17,52	20,71	25,83
Septembre	21,52	28,04	10,9	14,62	16,21	21,33
Octobre	15,72	22,24	06,9	10,62	11,31	16,43
Novembre	09,42	15,94	01,6	05,32	05,51	10,63
Décembre	05,42	11,94	-00,3	03,42	02,56	07,68
Annuelle	14,77	21,29	05,41	09,13	10,09	15,21

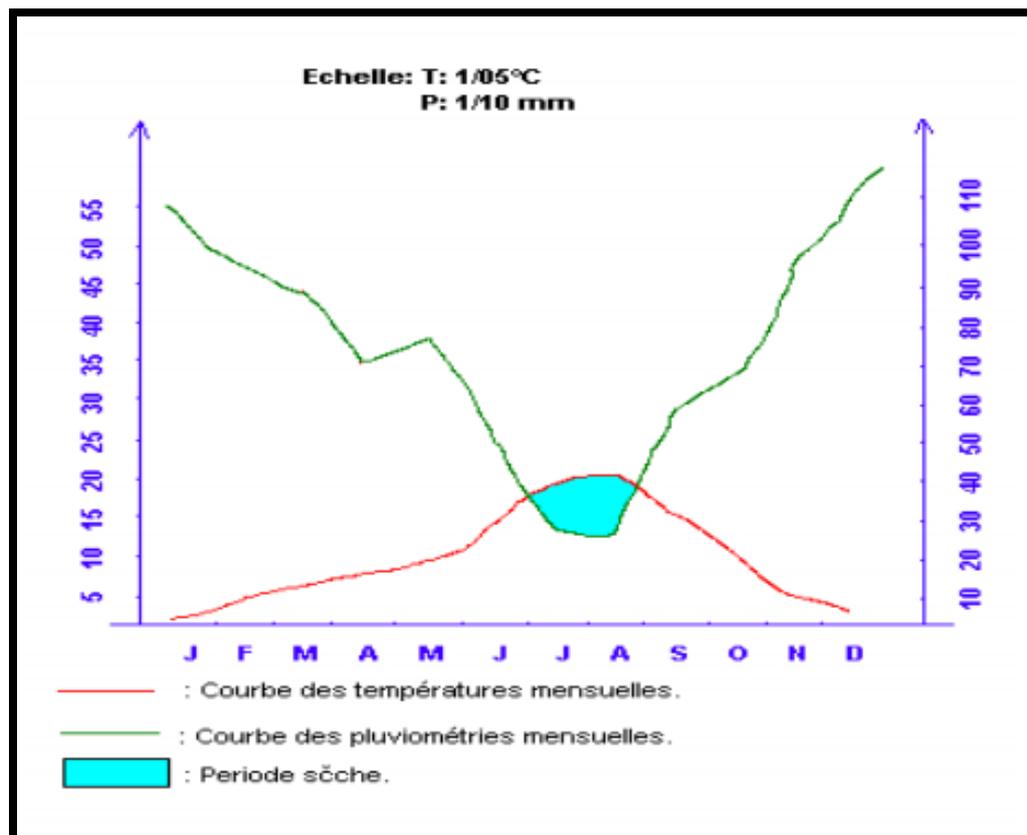


Figure 19 : courbe ombrothermique de la zone d'étude à partir de 1787 m

L'application du diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gausson pour T.E.H :

- A 1.787 m : la période sèche est de 0 3 mois ; elle débute du mois de juin jusqu'à la fin d'août. En plus, la pluviosité est optimale en automne et hivers. Cette période est hétérogène pour le massif et implique plusieurs séries de végétation qui vont s'étaler selon les gradients altitudinaux et climatiques.

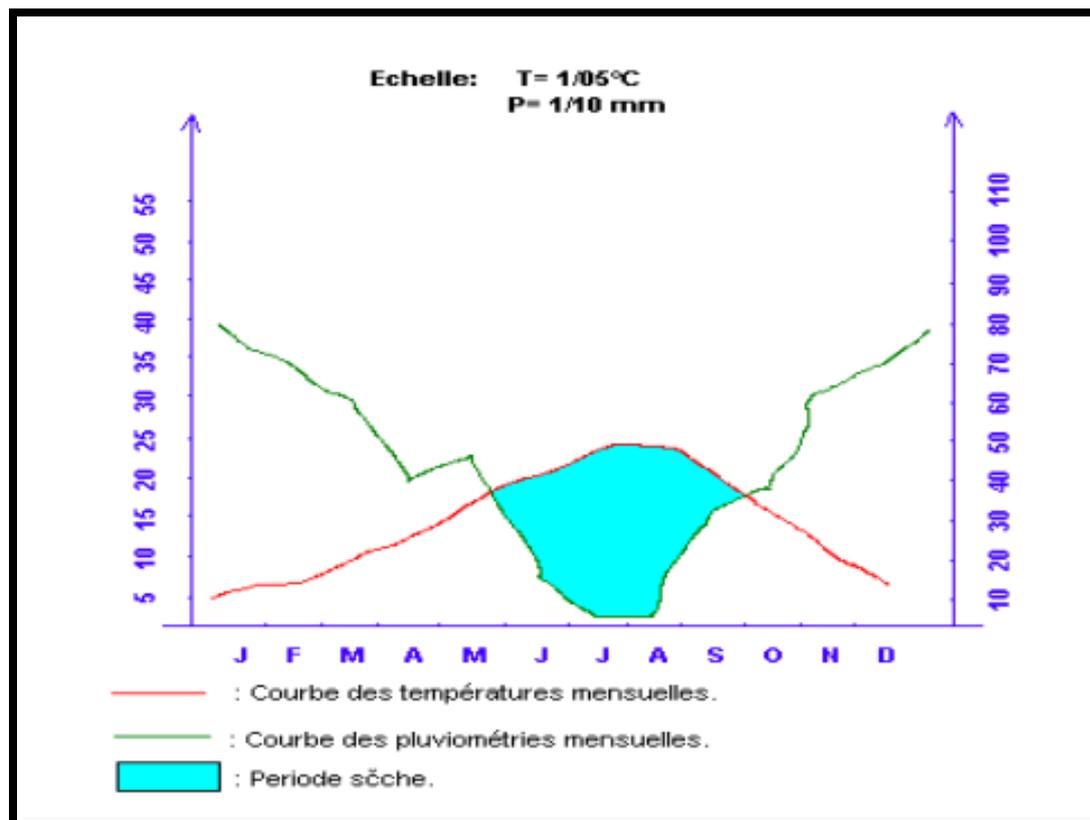


Figure 20 : courbe ombrothermique de la zone d'étude a 853 m

- A 853 m : la période sèche est de 05 mois ; elle débute du mois de Mai jusqu'à la fin de septembre. De plus ; la pluviométrie est optimale en automne et hivers.

### 7.4.2. L'étage bioclimatique :

#### Climagramme d'Emberger :

Le quotient pluviométrique **d'Emberger (Q)** permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une région donnée et de la situer dans le climagramme d'Emberger. C'est un quotient qui est fonction de la température moyenne maximale (M) du mois le plus chaud, de la moyenne minimale (m) du mois le plus froid, et de la pluviométrie moyenne annuelle (P). Ce quotient est d'autant plus élevé que le climat de la région est humide (**Emberger, 1971**).

Les températures et précipitations caractérisent le type de climat régnant dans une région donnée. Le quotient pluviométrique **d'EMBERGER** est un indice pluviométrique propre à la région méditerranéenne.

## Chapitre2 ; présentation de la zone d'étude

### Quotient pluviométrique d'Emberger :

Le quotient pluviométrique d'Emberger a l'intérêt de mesurer la conjonction des températures et des précipitations par le biais de la formulation suivante (Daget, 1977 in Hufty, 2001 ; Pérennès, 1993 ; Benali, 2006)

$$Q_2 = \frac{1000 P}{\frac{1}{2}(M + m)(M - m)}$$

Ou :

- **P** : précipitation annuelle (en mm).
- **M** : température maximale du mois le plus chaud(en degrés Kelvin).
- **m** : température minimale du mois le plus froid(en degrés Kelvin).

Ainsi , la zone d'étude présente un quotient pluviométrique ( $Q_2$ ) égal à 82.72. La zone d'étude est dès lors soumise à l'étage bioclimatique sub-humide à hiver froid [figure21](#).

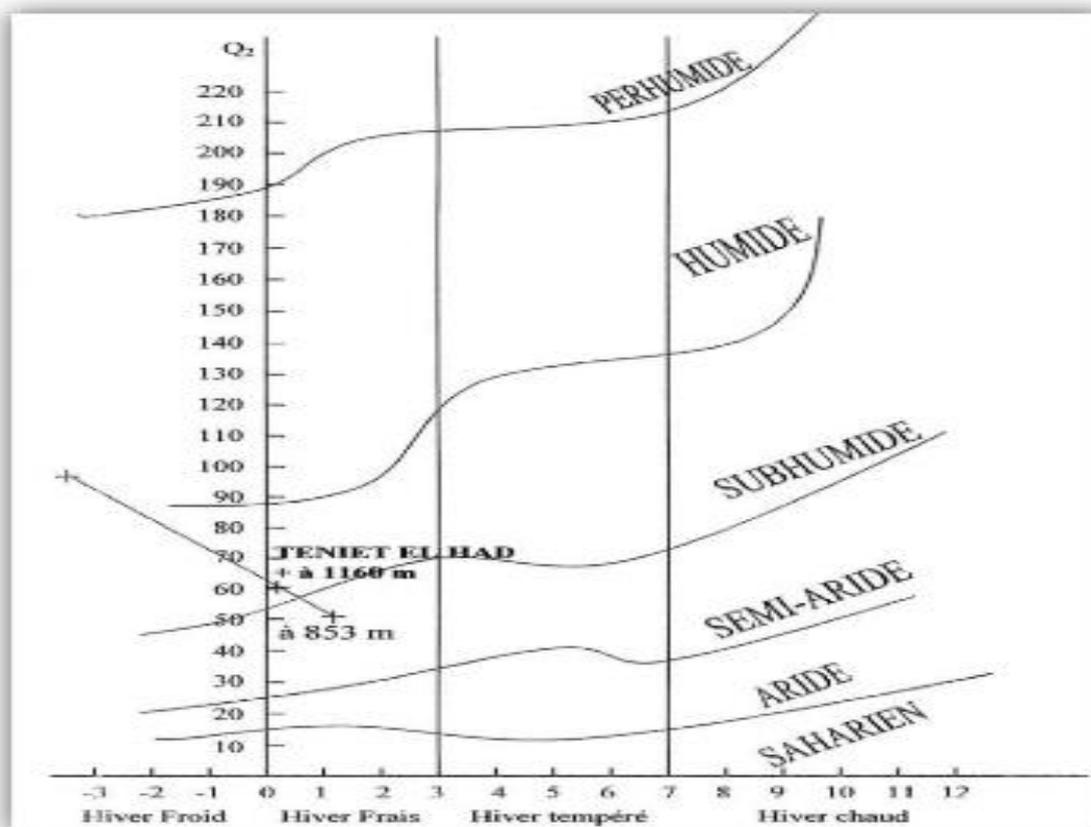
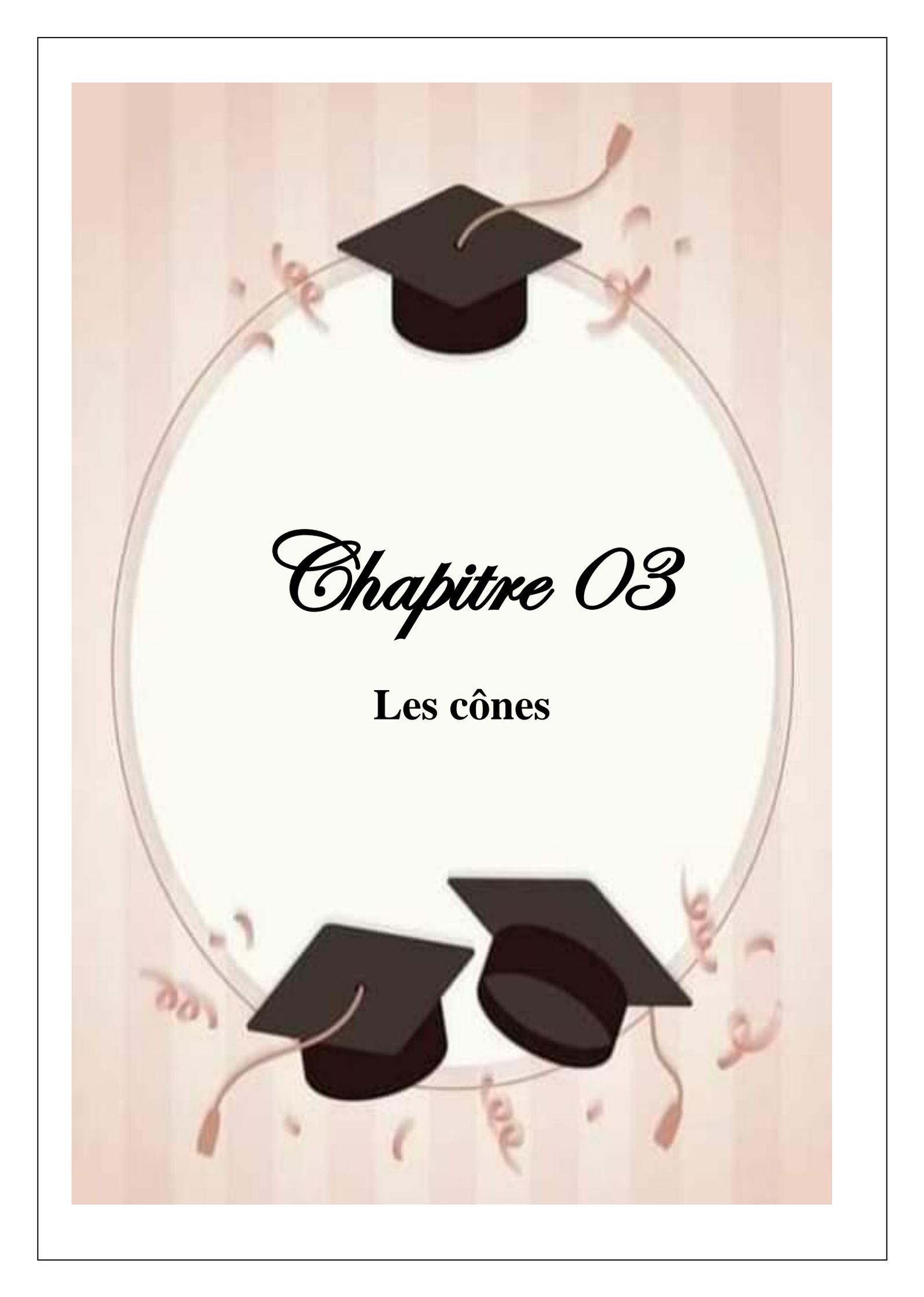


Figure 21 : Climatogramme Pluviothermique (Emberger 1930 -1938)

### **8. Les objectifs du parc national de Theniet El Had :**

Le Parc National de Theniet El Had est un établissement public à caractère administratif, il se conforme aux critères adoptés par l'U.I.C.N (Union International pour la Conservation de la Nature) concernant le statut des parcs nationaux ; il a été créé, notamment dans le but de conserver la nature et préserver ses sites remarquables et leurs ressources biologiques contre toute atteinte et dégradation, il est chargé :

- De veiller sur la conservation de la faune, de la flore, du sol, du sous-sol, des eaux, de l'atmosphère, des gisements de minéraux et de fossiles, et en général de tout milieu naturel présentant un intérêt particulier à préserver.
- De préserver ce milieu contre toutes les interventions artificielles et les effets de dégradation naturelle susceptibles d'altérer son aspect, sa composition et son évolution.
- D'initier et de développer, compte tenu des grandes capacités bioécologiques existantes toutes activités de loisirs et sportives en rapport avec la nature et ce, en relation directe avec les autorités et organismes concernés.
- D'implanter, toujours en relation avec les autorités et organismes concernés, les infrastructures touristiques nécessaires dans la zone périphérique.
- D'observer et étudier le développement de la nature et l'équilibre écologique en général.
- De coordonner toutes les études entreprises au sein de son territoire.
- De participer à toutes les réunions scientifiques, colloques et séminaires se rapportant à son objet.



# *Chapitre 03*

**Les cônes**

**1-Cônes du Cèdre :** Les cônes sont résultat de l'évolution des inflorescences femelles de la plupart des Gymnospermes, ces fleurs femelles sont au départ. Constituées par des écailles ovulifères insérées à l'aisselle des bractées et qui peuvent être soudées avec ces dernières chez certaines essences.

Après fécondation plus ou moins différée par rapport à la pollinisation, les écailles ovulifères se lignifient pour constituer un cône typique ou bien deviennent charnues comme dans le cas des genévriers (galbule). (ROQUES, 1983). (fig. 22).



**Fig. 22 :** Photo des cônes mûrs sur rameaux de cèdre (SOUFI, MESSAOUD2017)

### **2-Les différentes phases d'évolution d'un cône :**

Le développement des cônes, chez les diverses essences de conifères passe par plusieurs phase qui varient néanmoins d'une espèce à une autre.

#### **2.1. Evaluation des inflorescences mâles :**

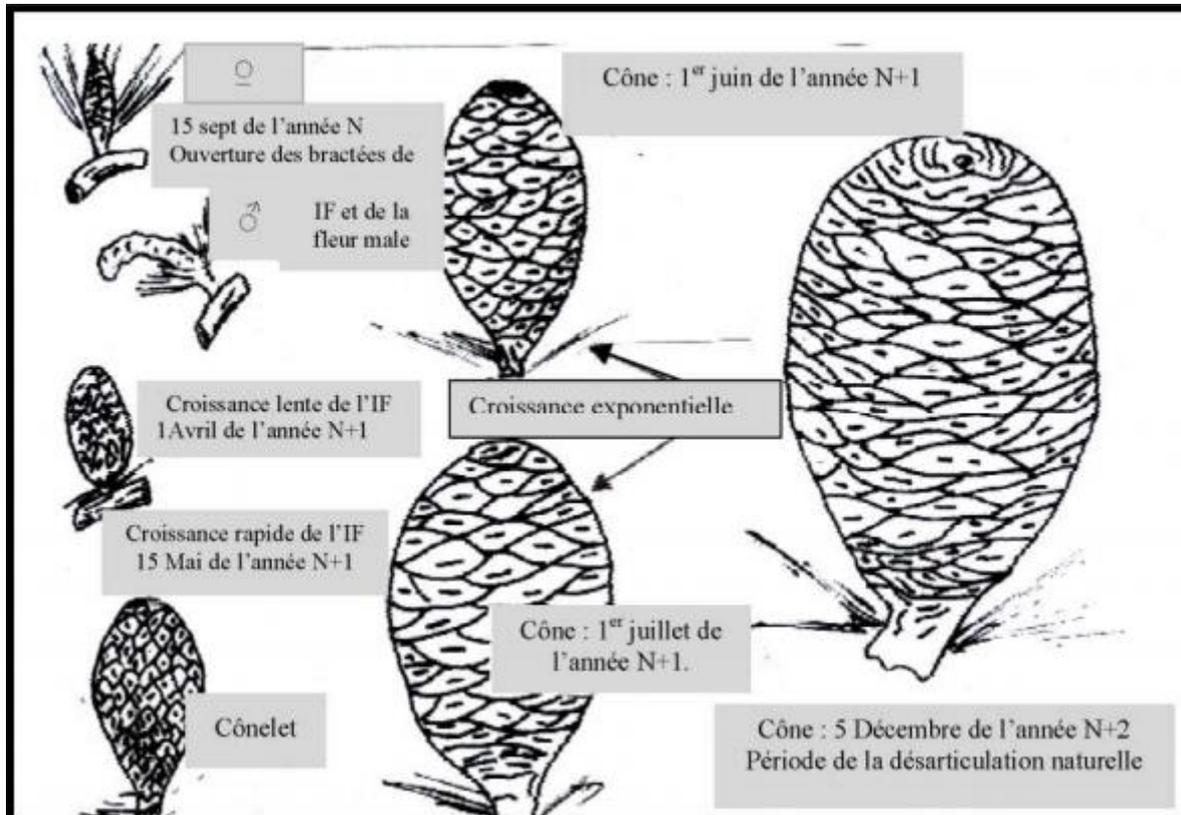
L'inflorescence mâle, à son apparition en fin de juin se présente comme un bourgeon arrondi, de quelque millimètres qui est visible au cœur de la rosette d'aiguilles (TOTH, 1978). Vers mis-septembre de la même année, les fleurs mâles arrivent à maturité. Le chaton mâle, alors de forme cylindro-conique, de couleur jaune, atteint la taille de 2 à 5cm de longueur et libéré ainsi ses grains de pollen (KROUCHI, 1995).

Cette période coïncide avec l'apparition des inflorescences femelles. Après pollinisation, les chatons mâles se fanent et se détachent des rameaux (DERRIDJ, 1990).

#### **2.2. Evaluation des inflorescences femelles :**

L'inflorescence femelle est solitaire, dressée et insérée à l'extrémité d'un rameau court Elle est formée d'un certain nombre de bractées disposées en hélice autour d'un axe (Rachis). D'après (TOTH ,1978), les inflorescences femelles nées deux mois plus tard que les fleurs

mâles se développent en **03** semaines seulement et comblent leur retard pour arriver en temps voulu à la pollinisation, résultat du long développement de **03** mois des chatons mâles. (**fig.23**) Cette inflorescence suit une évaluation sur **02** années et 02 mois et aboutit à la formation d'un cône mur qui libérera ses graines dès que les conditions climatiques seront réunies (**DERRIDJ, 1990**).



**Fig. 23** : Evolution morphologique des organes de reproduction (**KHANFOUCI, 2005**).

### 2.3. Cycle de reproduction:

Le cycle de reproduction, de la production des graines jusqu'à leur dissémination, s'étale sur 3 années (**TILL, 1985**).

IL peut se résumer à:

**Année 1:** apparition des cônes, (floraison) et pollinisation.

**Année 2:** fécondation des ovules par les gamètes males et croissance des cônes.

**Année 3:** Maturation des cônes et leur désarticulation – dissémination des graines.

#### Année 1:

Le début du cycle commence en la première Année avec l'apparition des bourgeons males. Ils vont croître jusqu'au début septembre, quand ils atteignent leur taille définitive de cône (1cm de diamètre pour 4-5cm de long).

A la mi-septembre ils sont à maturité; ils s'ouvrent et les graines de pollen sont dispersées par le vent. Ces périodes de (floraison) et de pollinisation peuvent durer jusque dans le courant du mois d'octobre.

Une fois les graines de pollen dispersé, les cônes males vont sécher lentement jusqu'à leur chute durant l'automne ou l'hiver.

Les bourgeons femelles apparaissent fin Août. Ils vont croître jusqu'à 0.5 cm de diamètre pour 1.5 cm de long à la mi-septembre. Ils sont alors prêts à recevoir les grains de pollen.

Une fois la pollinisation terminée, les écailles des cônes femelles se referment pour former ce qu'on nomme le (cônelet).

### **Année 2:**

Les cônelets restent inchangés jusqu'aux environs d'avril de l'année 2 .ils connaissent alors un accroissement de taille durant environ 2 mois.

Huit mois après la pollinisation, la fécondation, qui n'a pas eu lieu en octobre de l'année 1. Peut alors se produire. Les grains de pollen émettent leurs tubes polliniques vers l'intérieur de l'ovule, permettant la fusion des gamètes mâles et femelles.

Les cônelets deviennent alors des cônes proprement dits. Ces cônes continuent de grandir et grossir jus que fin septembre. Ils atteignent à Ce moment du développement leurs dimensions et poids maximal.

Jusqu'à la fin de l'année, les cônes vont se déshydrater. C'est vers fin décembre qu'ils atteignent leur maturité morphologique. Les graines sont déjà formées et possèdent bien distinctement leurs trois éléments principaux: embryon, endosperme et tégument.

### **Année 3 :**

La déshydratation des cônes se poursuit jusqu'en août de l'année 3, quand ils arrivent à maturité physiologique. Avant cette date, l'ouverture des cônes n'est possible qu'artificiellement. En septembre, les écailles s'ouvrent pour permettre à l'humidité et à l'eau de pluie de pénétrer dans les cônes et d'ainsi préparer le détachement des graines.

### **2.4. Pollinisation :**

La pollinisation s'effectue en général à partir de mi-septembre, moment ou les inflorescences arrivent à maturité physiologique. (EZZAHIRI, 2000).

Durant la deuxième année, IL ya fécondation des ovules par les grains de pollen et croissance des cônes (DERRIDJ, 1990). La fécondation ne s'effectue pas immédiatement après la pollinisation.

Il y a un décalage de 08 mois entre ces deux Stades (fin mai, début juin). Durant la troisième année, se produisent la maturation des cônes et leur désarticulation (**TOTH , 1978** ) .

Les maturations morphologiques et physiologiques ne se déroulent pas en même temps. La première a lieu vers fin décembre, début janvier et donne les graines contenant les trois éléments principaux: embryon, endosperme et tégument. La seconde n'aura lieu que 10 à 11 mois plus tard (**EZZAHIRI, 2000**).

Selon **TOTH (1978)**, il serait intéressant de signaler que les grands Cèdres d'âge relativement avancé sont toujours porteurs d'un très grand nombre des cônes de 1 à 2 ans qui donnent pratiquement des graines fertiles.

La désarticulation se manifeste par détachement des cônes du rachis et libération des graines de leurs écailles. C'est un phénomène qui s'effectue sous l'effet de l'humidité et de la chaleur.

Les conditions climatiques jouent un rôle primordial, les pluies successives d'automne et les variations de températures imbibent l'ensemble des cônes. Les graines se disséminent en se mélangeant avec les écailles qui forment en tapis sous l'arbre.

La désarticulation de cône de cèdre est le résultat de l'alternance de l'humidité et de la chaleur (**TOTH, 1978 ; RIOU-NIVERT, 2001** ). **TOTH (1984)** noté que la désarticulation peut durer jusqu'au mois d'avril de l'année (N+2) si l'hiver est doux.

### **3- Graines de cèdre:**

Les graines de Cèdre produit par cônes sont fertiles et stériles. De par souplesse et la perméabilité de son enveloppe extérieure, la graines de Cèdre se classe parmi les graines résineuses tendres (**BOUDY, 1952 ; TOTH 1978**). La graine de cèdre est assez grosse, allongée, pointue, résineuse, à l'aide très développée (**TOTH 1978**).

L'anatomie de la graine, selon une coupe longitudinale, permet de distinguer trois parties : le tégument, l'endosperme et l'embryon.

Le tégument mou, s'ouvre au niveau du micropyle, il est muni de plusieurs poches résinifères. L'endosperme constitue la partie nutritive de la graine (**fig.24**) (**TOTH 1978**).

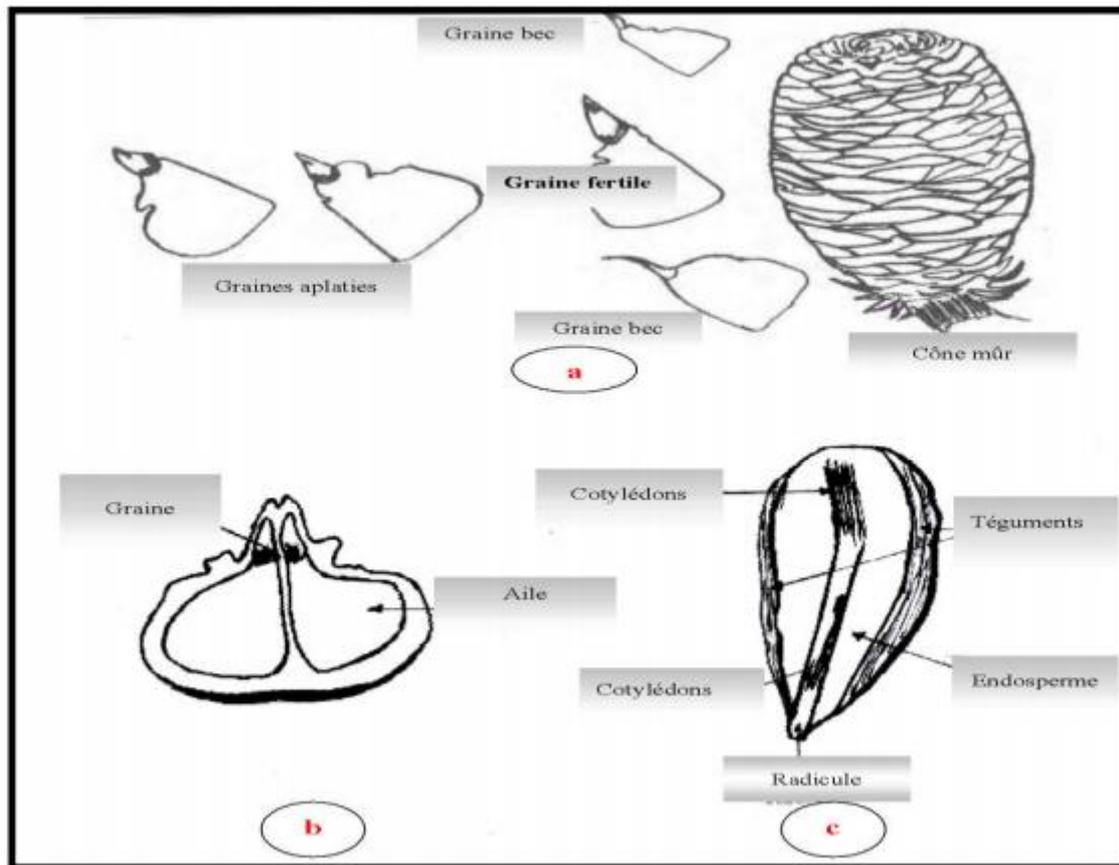
Les graines stériles, ou graines vaines, elle se localisent surtout au sommet et à la base du cône, on en distingue **trois catégories** : ( **DERRIDJ, 1990** ).

**Catégorie 01** : elle correspond à des graines de même taille que le type 01 (graine fertile). Elle est aussi constituée d'un tégument résinifère. Ces graines sont dépourvues d'embryon. Elles renferment de la résine.

**Catégorie 02** : ce sont des graines de taille réduite, aplaties avec tégument résinifère et sans embryon selon (**OWEN et BLACKKE 1986**). Se sont des graines soit qu'elles résultent de l'avortement des ovules soit qu'elles sont des ovules anormaux.

**Catégorie 03** : ces graines se présentent en forme d'aiguilles à tégument non résinifère. (OWENS et AL 1981) notent que ces graines se sont développées à partir de l'échelle, sans qu'il y ait formation d'ovules, les aiguilles selon les mêmes résultats.

D'ovules rudimentaires qui ne se sont pas développées entièrement ou se développent lentement sans être polonisées.



**Fig.24** : Répartition des différents types et catégories de graines (KHANFOUCI, 2005).

La germination est un événement qui marque la transition d'une vie latente (dormante) de la graine à un état actif (DERRIDJ, 1990) sous l'effet de conditions Favorables nécessaires à la vie active de la graine: la lumière, humidité, sous excès d'eau, oxygène, température.

La graine de Cèdre grâce à son tégument membraneux et perméable présente un extrême facilite d'hydratation (BATEL, 1990). La durée de germination dépend de l'état biologique, de la maturité et surtout de l'état de dormance des graines, la levée de dormance s'effectue par le froid humide (TOTH, 1980).

Au laboratoire, en serre, en pépinière ou au champ, la levée des graines de cèdre est souvent lente et faible. Ce rendement insuffisant de la germination serait du à une dormance embryonnaire des graines (TOTH, 1990).

### 4- Les facteurs de dégradation

Dans le parc, les peuplements forestiers sont soumis à de nombreux facteurs de dégradation tels que le dépérissement de centaines de cèdres signalé dans la région.

#### 4-1- Le dépérissement

La cause du dépérissement est encore inconnue.

Nous pouvons avancer l'hypothèse que celui-ci est causé par:

##### a- Des déficits hydriques

L'effet des déficits hydriques est difficile à analyser dans la nature. D'autres facteurs climatiques (rayonnement global, température ) interviennent aussi et peuvent influencer les différentes activités biologiques de l'arbre (AUSNAC,1978).

A titre d'exemple, le déficit pluviométrique est enregistré depuis 1986 et la pluviométrie est passée de 850 mm/an à 650 mm/an.

##### b- Parcours

La conséquence la plus importante du parcours dans la cédraie est le tassement du sol qui engendre un ruissellement, d'où une faible rétention en eau.

##### c- Le système racinaire superficiel

Les racines sont superficielles surtout sur le versant nord, les sujets dépérissent car ils sont sensibles à la sécheresse.

##### d- Absence de sylviculture

La sélection naturelle (concurrence entre les arbres ) peut être une cause du dépérissement et de dégradation.

##### e- Facteurs biotiques

Les insectes défoliateurs sont considérés comme de redoutables facteurs de dégradation, tels que *Thaumetopoea pityocompa* (*Lepidoptera* , *Thaumetopoïdae* ).

Les champignons et les bactéries sont également l'objet d'observations précises. L'oïdium est aussi évoqué pour son rôle nuisible.

### 4-2 Régénération du cèdre

La régénération des peuplement de cèdre est déficiente même inexistante par endroit. La majorité des semis n'arrive pas à maturité.

Les facteurs les plus déterminants qui inhibent la régénération sont:

#### **a- Le climat**

La précocité des chaleurs printanières détermine la date d'apparition des première plantules et leurs chances de survie au delà du premier été. Le climat permet de distinguer deux cas où le comportement de la cédraie est totalement différent:

- La cédraie d'altitude à hiver long, à date de germination tardive.
- La cédraie basse à hiver court avec des germination précoces.

La jeune germination aura d'autant plus de chance de se maintenir jusqu'en octobre, qu'elle sera d'avantage alimentée en eau ( **LEPOUTRE et PUJOS, 1963**). Plus les précipitations post hivernales sont importantes, et meilleures seront les conditions de survie.

La graine doit subir l'action d'une température basse pour pouvoir germer. Selon **LEPOUTRE et PUJOS (1963)**, cette température est de l'ordre de  $-5^{\circ}\text{C}$  pour les températures moyennes minimales.

Les températures basses nécessaires à la levée de dormance doivent être associées à des températures moyennes maximales assez élevées pour entraîner le processus de division cellulaire. Ces températures doivent être supérieures à  $9^{\circ}\text{C}$  pour une durée de 9 à 10 jours (**LEPOUTRE et PUJOS, 1963**).

Aussi, les gelés peuvent jouer un rôle négatif à l'égard de la graine en germination puisque le cèdre à besoin d'une certaine chaleur hivernale pour pouvoir germer ( **BATEL, 1990**).

#### **b- Le couvert**

Il retarde la date d'apparition des plantes et la décomposition de la matière organique ne se fait pas correctement dans les conditions de luminosité du couvert. En conséquence le point de flétrissement s'élève et rend les conditions du milieu édaphique plus défavorable. Le cèdre préfère la pleine lumière et sa régénération dans les zones découvertes est abondante.

### c- Pâturage

La composante principale du cheptel dans le parc national est la chèvre qui broute les jeunes semis et les pousses tendres du cèdre. La disparition des bourgeons terminaux entraîne un complet de l'accroissement en hauteur. En plus du broutage, le cheptel exerce une action destructive sur le sol par piétinement et tassement des horizons superficiels.

### 4-3- Pression humaine

Nous remarquons une exploitation intensive, par des coupes illicites principalement des arbres au stade perchis et le pâturage.

Ces délits sont remarqués surtout sur les lisières à proximité habitats riveraines.

### 4-4- Braconnage

Il est mené à travers tout le parc et à tout moment par la population riveraine. En effet, le braconnage à travers le parc est caractérisé par la chasse en dehors de la période réglementaire.

L'incendie constitue aussi un important facteur de dégradation. Il représente une menace permanente dans toutes les forêts et dans les boisement de conifères dont l'inflammabilité est exaltée par la sécrétion de résines , de divers hydrocarbures terpénique. Ainsi quelques 1.7 millions d'hectares de conifères ont brûlé en Alaska en 1968 **(RAMADE,1981)**.

### - Conclusion

L'étude de la plante hôte nous a permis de tirer les conclusions suivantes:

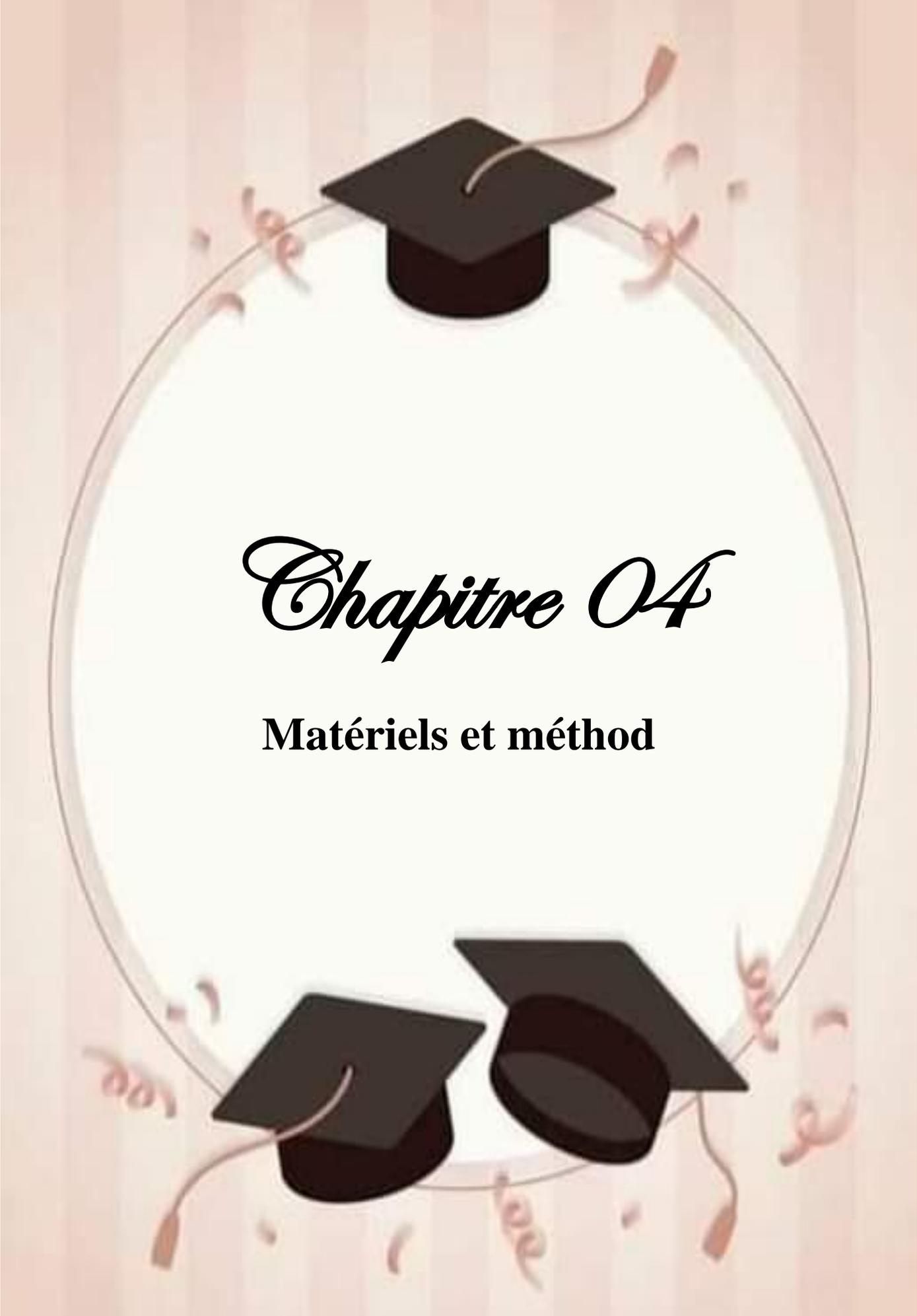
- En Algérie les mêmes erreurs enregistrées chez nos voisins réapparaissent de nouveau.

-Le dépérissement du cèdre par hypothèse est causé par la sécheresse estivale et l'enracinement moins profond sur le versant nord.

-La régénération reste problématique du point de vue prospérité et maintient à cause des facteurs limitants, biotiques et abiotiques.

-La forêt est menacée par la population riveraine qui pratique des délais de tous genres.

-Enfin, la négligence totale des traitements sylvicoles, surtout dans les peuplements denses à base de cèdre influe beaucoup sur l'état sanitaire et productif de la végéta



# *Chapitre 04*

**Matériels et méthod**

### **1. objectif de l'étude :**

L'objectif de notre travail est l'étude biométrique des cônes et problème de régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus Atlantica Manetti.*) et l'identification de certains facteurs pouvant affecter ce phénomène, nous avons élaboré cette étude dans le parc national de Thniet el had de la Wilaya de Tissemsilt .

Les paramètres qui interviennent dans la régénération du cèdre sont :

- Des paramètres d'ordre écologiques: l'altitude, l'exposition, la pente, taux de recouvrement, couverture du sol par la litière, profondeur du sol .
- Des paramètres d'ordre dendrométriques : la hauteur de l'arbre, le diamètre, la circonférence, la surface terrière.

### **2. Matériels et méthodes**

#### **2.1. Matériel utilisé :**

-La partie terrain nécessite le matériel suivants :

- Blum-Leiss ( le dendromètre) pour la mesure de la hauteur des arbres.
- GPS pour la détermination de l'altitude et les coordonnées géographiques.
- La carte de situation de la zone d'étude.
- Pied à coulis forestier .
- Un ruban-mètre de 100 m pour la mesure de la circonférence des arbres et la délimitation.
- des placettes
- Compas forestier ( détermination du diamètre ) .
- Un bloc note pour mentionner les observations.
- Un appareil photos pour photographier les espèces végétales.
- une peinture en bombe pour le marquage des placettes.

-La partie laboratoire nécessite le matériel suivants :

- Pied à coulis.
- Balance.

- Etiquètes.
- Scotche.
- Marqueur.

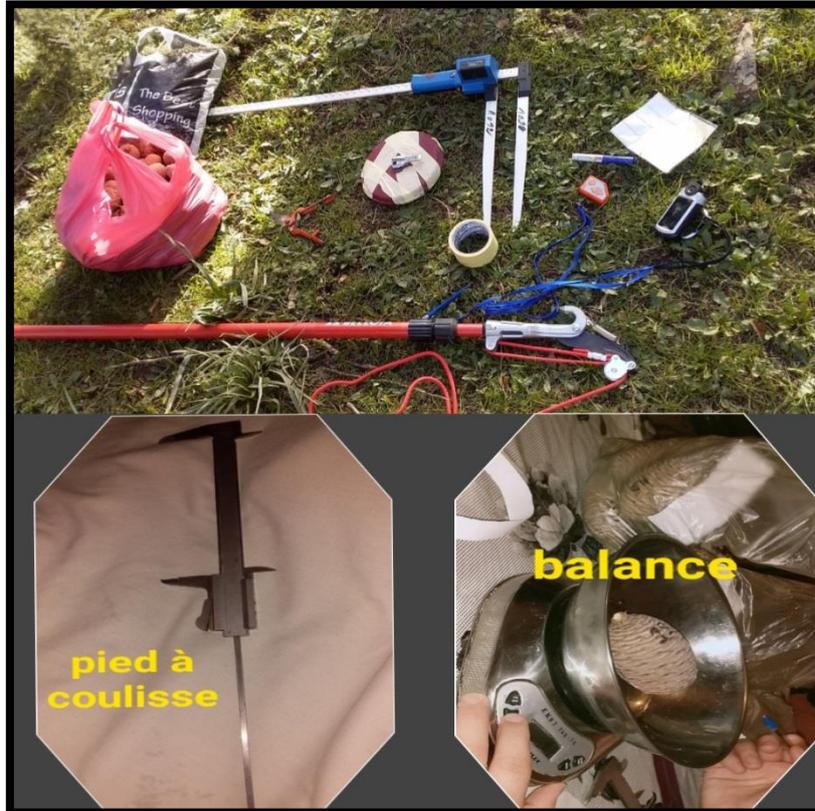


Figure 25 : le matérielles utilisées

### **3. Les données cartographiques :**

On a utilisé plusieurs cartes du parc national de theniet el had .

- une carte topographique avec une échelle de 1/75000.
- Carte de végétation du (Source : Département de protection et promotion des ressources naturelles du parc national de Theniet el Had).
- Carte des cantons.

### **4. Logiciels utilisés**

Les principaux logiciels ont été utilisés dans le cadre de cette étude. Il s'agit des logiciels :

- ✓ Word et Excel 2007 de Microsoft, pour la rédaction du rapport.
- ✓ Google Earth pro pour la localisation des points.
- ✓ MapInfo.

### **5. Méthodologie**

Comme étape première, on a fait une visite de prospection préliminaire sur le terrain qui est indispensable afin de faire le choix des stations et adopter une stratégie d'échantillonnage appropriée, qui doit répondre à l'objectif de notre étude.

La méthode qui a été appliquée dans cette étude est celle de l'échantillonnage aléatoire stratifié. L'échantillonnage a été effectué dans 04 stations au niveau du parc national de Theniet El Had. Elles sont composées essentiellement de cèdre, mélangé au chêne vert et d'autres espèces végétales.

Compte tenu de la phénologie de la reproduction de *Cedrus atlantica* et afin d'obtenir du matériel fermé, la récolte des cônes a été effectuée en mois de janvier, février 2020 dans les diverses stations.

#### **5.1 Choix des stations d'études :**

Sur la base des données forestières et leurs importantes, nous avons été conduit à choisir quatre stations représentatives, à savoir : Deux stations au nord ( **Guerouaou , Pepinière**) et deux stations au sud (**Sidi-abdoune , Ourten**) (parc national de theniet el had ).

les stations choisir différent sur le plan altitudinal, climatique et floristique ce qui permet de tirer d'avantage des renseignements quantitatifs et qualitatifs des cônes de cèdre.

## Chapitre4 Matériels et méthode

**Tableau 13: tableau récapitulatif des caractéristiques des stations (parc national de TEH)**

Désignation	Code	Relif_Type	Pente	Exposition	Classe	Groupe	Altitude	Texture	Compacité	Profondeur	Humidité	RochMère	S_parcelle	
h	12	versant nord	22	N	brunifiées	lessivés	1440	argilo-sablonneux	peu compact	moyennement profond	sec	colluvions de grés et grés	peuplement	Guerouaou
e	13	versant nord	22	N	peu évolués	apport colluvial	1400	argilo-sablonneux	peu compact	peu profond	sec	marnes	peuplement	Pepinière
b	18	versant sud	18	SE	peu évolués	apport colluvial	1460	argilo-sablonneux	peu compact	peu profond	sec	colluvions	peuplement	S-abdoune
f	22	versant sud	18	NE	peu évolués	apport colluvial	1440	argilo-sablonneux	peu compact	moyennement profond	sec	colluvions de grés et grés	peuplement	ourten

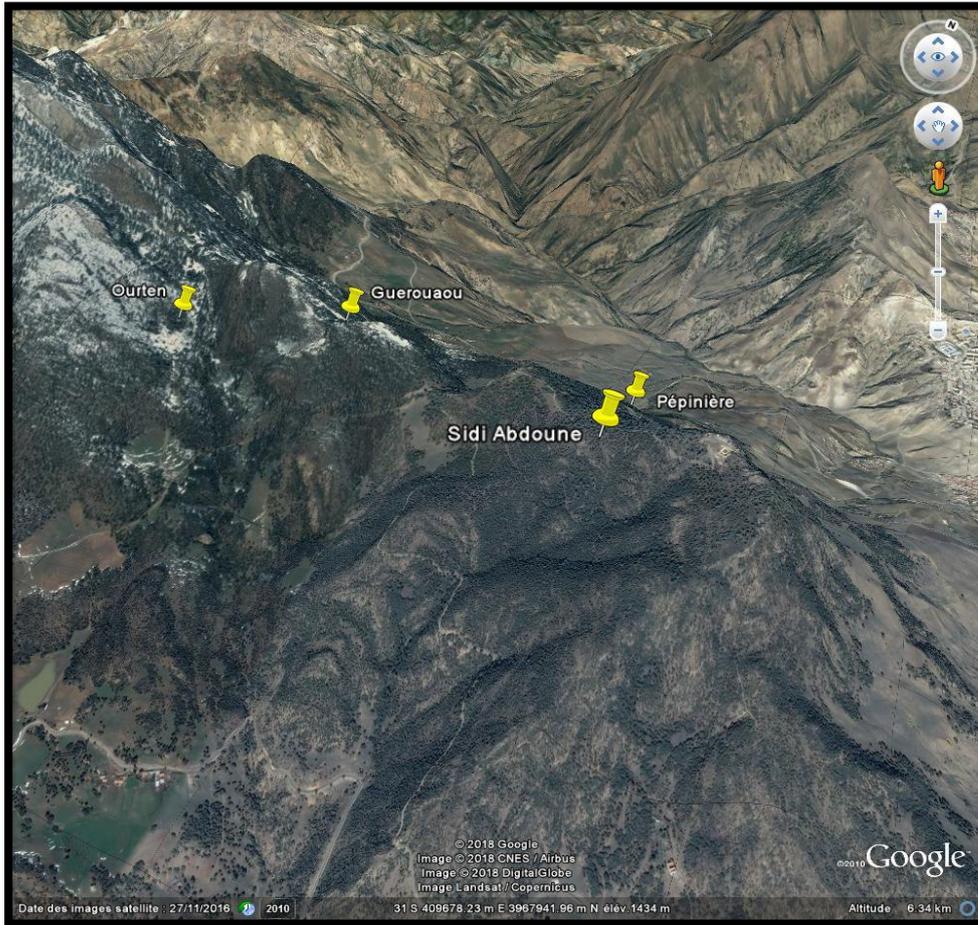
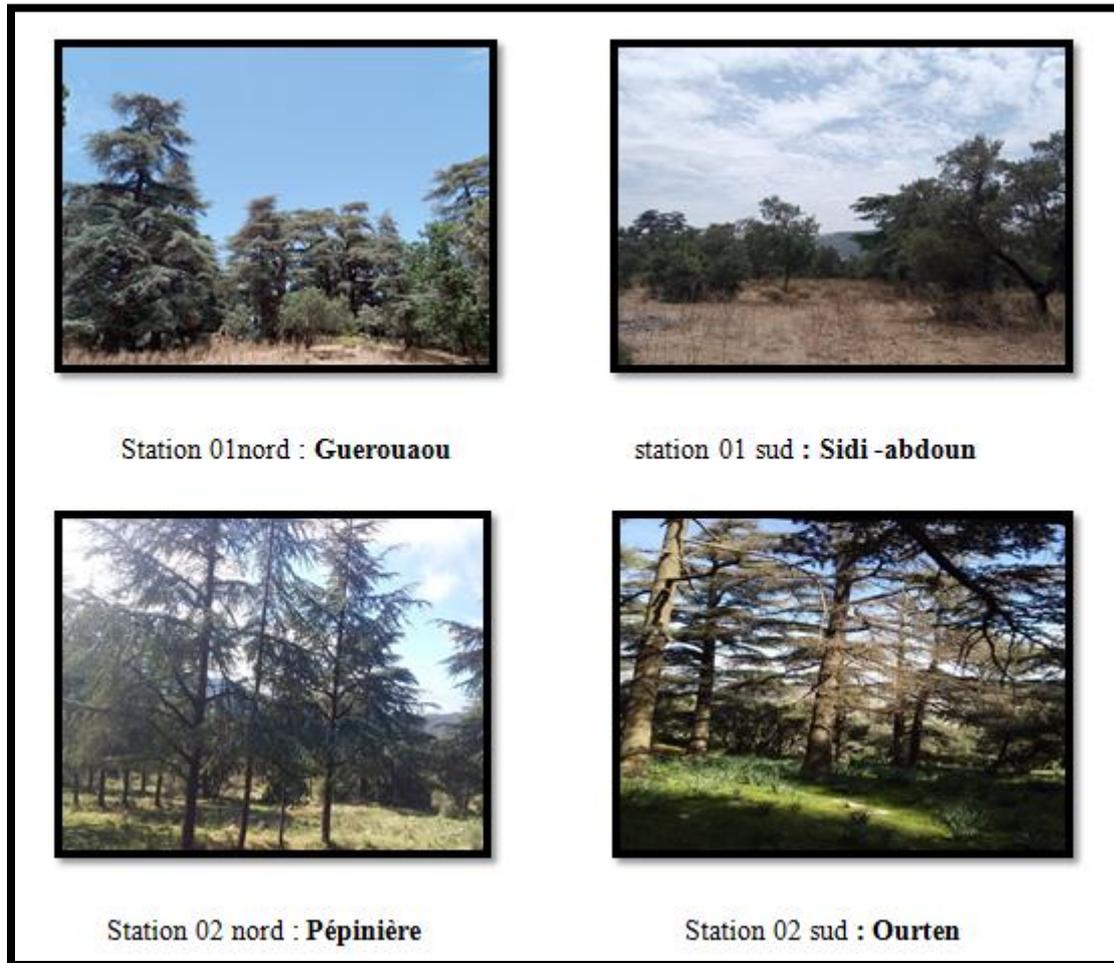


Figure 26 : carte de localisation des quatre stations d'étude en parc national de TEH



**Figure 27 : les quatre stations d'étude**

### **5.2 Choix et collecte des cônes :**

La récolte des cônes s'est faite sur cent-vingt arbres pris au hasard au nord et au sud, sur une longue distance horizontale et une forte amplitude altitudinale. Du fait que les quatre stations d'étude sont très éloignées les unes des autres, les récoltes ont duré tout le mois d'Janvier, Février. Néanmoins, les mesure de taille ont été faites aussitôt après chaque récolte, afin de limiter le risque d'erreur lié à une certaine dessiccation des organes reproducteurs. L'essentiel était de mesurer tous les cônes d'une station donnée dans un laps de temps réduit.

Le choix des caractères du cône à mesurer est motivé par la bibliographie consultée. Ainsi, pour chaque lot composé de cent-cinquante individus, nous avons pris le poids du cône (PCO) la longueur du cône (LCO) et le diamètre du cône (DCO) dans sa partie la plus forte.

Les collectes de cônes ont été faites par nos soins, présentant ainsi une garantie d'origine certaine.

## Chapitre4 Matériels et méthode

Le choix et la collecte des cônes ont été réalisés grâce à une méthode d'échantillonnage bien définie :

- ✓ choix des cônes de 3 ème âge.
- ✓ marquage du numéro d'arbre ,largeur et longueur au niveau de la station
- ✓ marquage du numéro de cônes sur chaque cône.
- ✓ Conservation des cônes dans des sachets séparés et les ramenés au laboratoire.



**Figure 28 : Le choix et la collecte des cônes**

### 6. Techniques employées pour l'inventaire :

#### 6.1 Mesure des cônes:

Les cônes récoltés sont ramenés au laboratoire et on a mesuré le poids à l'aide d'une balance, la longueur et le diamètre avec un pied à colis et on a compté combien de trou au niveau de chaque cône. Puis le marquage de la présence et l'absence de résine et est ce qu'il y a des mal formation ou non pour chaque cône.



Figure 29 : la mesure des cônes

### **6.2 Cage d'émergence:**

Les cônes sont ramenés au laboratoire et mis dans des cages d'émergence de forme circulaire de 40 cm de rayon et 30 cm de hauteur. Sur lesquelles, nous avons effectué des trous, couverts de tissu fin permettant une aération suffisante. Et au milieu des cages d'émergence on a mis une tasse d'eau pour garder l'humidité.



**Figure 30 : cage d'émergence**

## Chapitre4 Matériels et méthode

Ce chapitre comporte une étude statistique dans laquelle nous allons organiser, résumer, présenter et analyser les données, et qui va nous permettre d'en tirer les conclusions.

### Caractéristiques écologiques et dendrométriques :

Le Tableau 14 et la figure 31 présentent les caractéristiques de quelques descripteurs écologiques et (dendrométriques l'altitude, l'exposition, la pente, taux de recouvrement végétal, la moyenne de diamètre et de la longueur d'arbre) des 4 stations d'étude de parc national de Thniet El Had de la Wilaya de Tissemsilt

**Tableau 14: Synthèse des caractéristiques écologiques et dendrométrique de 4 stations d'étude dans le parc national de Thniet El Had de la Wilaya de Tissemsilt.**

Station		Versant Nord		Versant Sud	
Caractère		Station 01	Station 02	Station 01	Station 02
Canton		Guerouaou	Pépinière	Sidi Abdoun	Quartane
Lieu-dit		Enzaromi	plat forme	Sidi abdoune	Djadje el ma
Cordonnées Géographiques	X	35°, 51. 414`N	35°, 51. 520`N	35°, 51. 144`N	35°, 51. 287`N
	Y	001°, 59. 332`E	002°, 0. 192`E	002°, 0. 219`E	001°, 58. 833`E
Altitudes (m)		1453	1422	608	2160
Exposition		Nord	nord	Sud	Sud
Taux de R.V%		35,36	33,4	17,83	22,53
moyenne de :	Diamètre(cm) d'arbre	65,375	77,25	23,76	121,11
	Langueur(m) d'arbre	15,13	20,46	8,73	18,9
La pente%		22%	22%	18%	5%

La Figure 32 représente la variation de quelques descripteurs écologiques et dendrométrique (l'altitude, le taux de recouvrement végétal, la pente, le diamètre d'arbre et la longueur d'arbre).

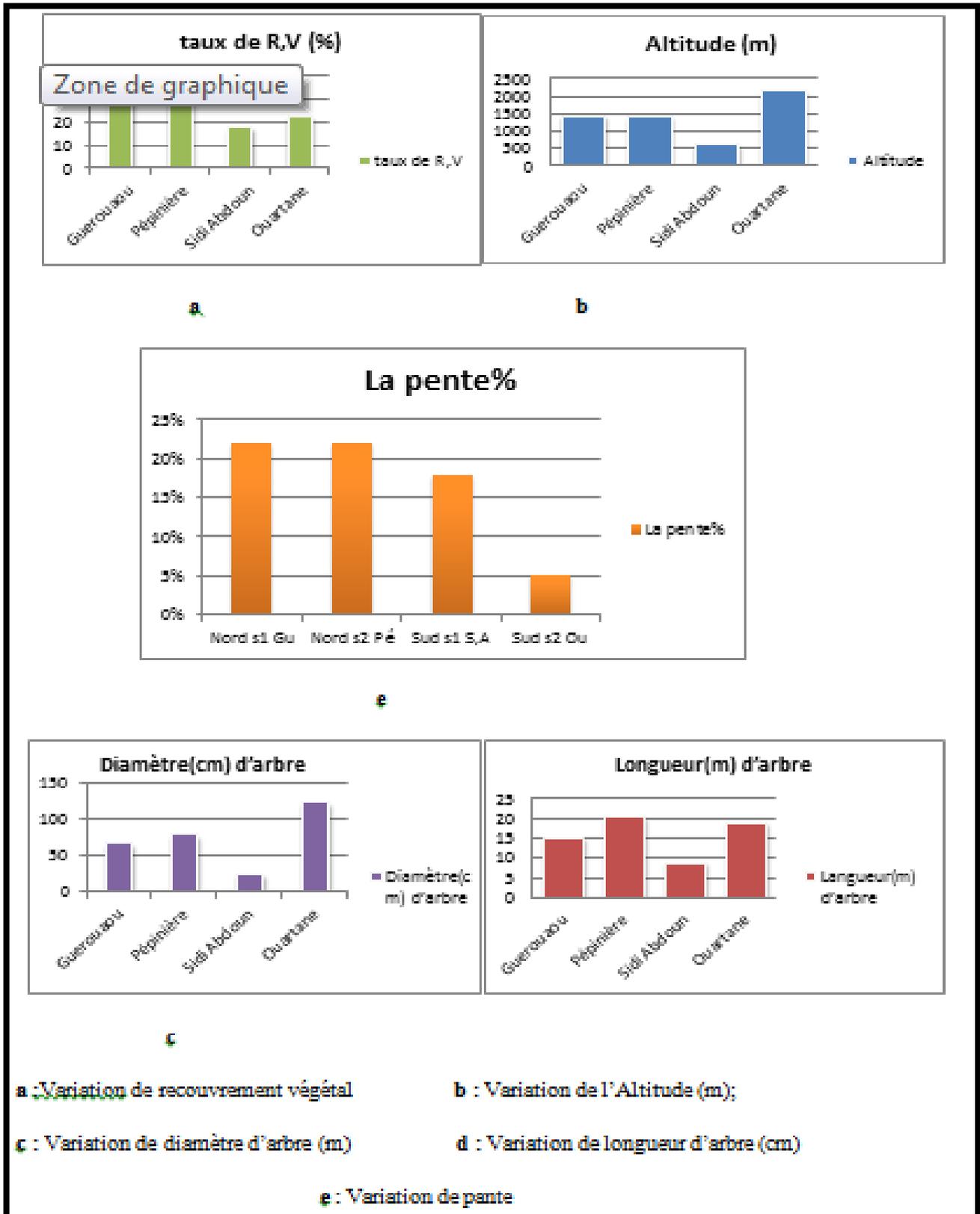


Figure31: Variation des descripteurs écologiques et dendrométrique en fonction des stations.

## Chapitre4 Matériels et méthode

Tableau 14 et la figure 31 montrent que les stations que nous avons choisies au niveau de parc national de Theniet el Had appartiennent à une tranche altitudinale comprise entre 500 m et 2500 m. les placettes sont exposées au Nord et au Sud du Parc. les pentes sont comprises entre 5 % et 25 % Le taux de recouvrement varie de 17% à 36% , ce taux est plus important en moyenne altitude.

Il semble que la pente des placettes varie en fonction de l'altitude. Les placettes sises à une haute altitude sont caractérisées par une pente importante par rapport à celles de basse altitude.

Les principales caractéristiques dendrométriques qui découlent de la lecture des illustrations du tableau 14 ainsi que de la figure 31 sont :

-La moyenne de diamètres d'arbre est comprise entre 23 cm et 122cm.

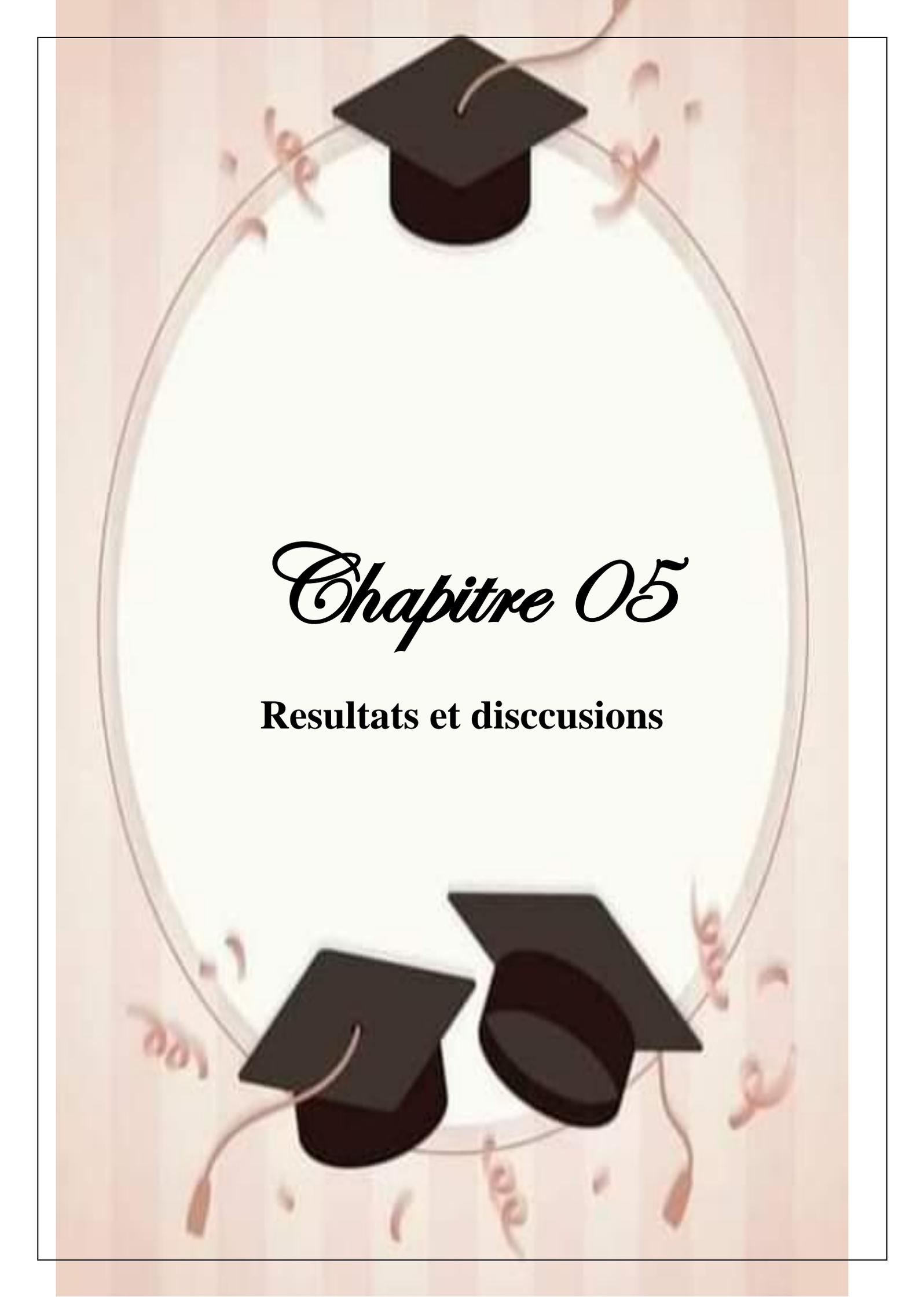
-La moyenne de longueur est comprise entre 8 m et 22m.

### **Synthèse des variables dendrométriques :**

Nous tenons à présenter, au niveau du **Tableau 15**, la moyenne de la longueur, le diamètre et le taux de recouvrement des arbres par station.

**Tableau 15: la moyenne de la longueur, le diamètre et le taux de recouvrement des arbres par station.**

La moyenne Les stations	longueur (mm)	Diamètre (mm)	Taux de recouvrement%
Nord s1 Gu	15,13793103	65,375	35,36666667
Nord s2 Pé	20,46666667	77,25	33,4
Sud s1 S,A	8,739130435	23,76923077	17,83333333
Sud s2 Ou	18,9	121,1111111	22,53333333



# *Chapitre 05*

**Resultats et discussions**

## Résultats et discussions :

### 1 -Espèces: liées aux cônes de cèdre :

#### 1.1 -*Megastigmus suspectus borries* var *pinsapinis* hoff (hemenoptera, torymidae) :

**EL-HASANI ET AL (1994)** notent que cet hyménoptère originaire du Maroc. Il se trouve dans la cédraie de rif et véritablement aussi au Moyen Atlas .il a été introduit en France ou il a largement colonisées les peuplements de *cedrus atlantica*, dans le sud – est ainsi que d'autre espèces de cèdre dans le centre (**ROQUES, 1983**).

La femelle mesure 4 à 6 mm de long avec un ovipositeur à l'extrémité de l'abdomen aussi long que le corps.

L'infestation des cônes s'effectue par la femelle qui insère son ovipositeur dans les cônes en déposant les œufs individuellement dans les grains. Les grains infestés ont leur intérieur détruit et ne peuvent être identifiés qu'après dissection ou radiographie.

Après émergence de l'adulte on y note le trou de sortie qui est de l'ordre de 1 mm de diamètre environ (**ROQUES, 1983**).

Le cycle de développement de l'insecte, s'étale sur deux années, l'émergence des adultes et la ponte a lieu l'été. Les larves achèvent leur développement en hiver et entrent en diapause.

Celle-ci est levée en été de la deuxième année, la larve se transforme en nymphale puis en adulte (**EL-HASSANI ET AL, 1994**).

Concernant les dégâts, en France, cet insecte est devenu redoutable. Le taux d'attaque peut atteindre 95% dans certains cas (**ROQUES, 1983**).

#### 1.2 -*Diaryctoria peltieri*. (Lepidoptera, pyralidae) :

L'adulte a une envergure environ 22 mm .les ailes antérieures sont très caractéristiques d'une coloration variée, les ailes postérieures sont d'un brun gris.

En Algérie, DEJOANNIS, 1921 in EL HASSANI, 1984 a signalé cette espèce sur cône de cèdre de l'atlas.

Au Maroc, EL-HASSANI et MESSAOUDI (1986), ont observé à plusieurs reprises ces dégâts dans les cédraies du rif et de Moyen Atlas.

## Chapitre5 résultats et discussions

Au cours de leur évolution, les chenilles se nourrissent du cône et des grains, elles creusent à l'intérieur du cône une galerie traversant les grains. (Fig. 32).



**Fig.32** : chenille de dioryctria peltieri a l'intérieur de cône FENDIL 2016

L'état nymphal de l'espèce dioryctria a eu lieu à la surface du cône ou les chenilles vertes en fin d'évolution sont localisées dans un fin cocon de soie consolidée par des débris divers ( Fig.33).

L'émergence des papillons, a été notée pendant le moins de juin.(Fig.34) .



**Fig.33** : chenille de *dioryctria* présente des dégâts sur les cônes.( FENDIL2016)

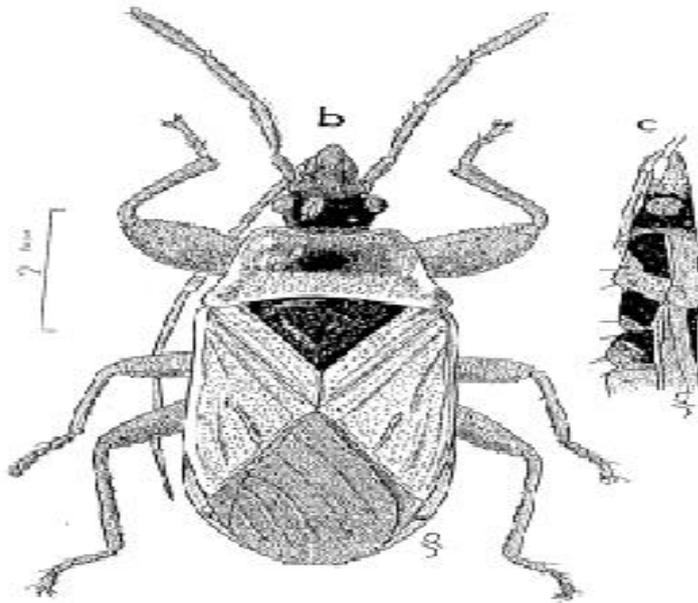


**Fig.34:** Trous de sortie de *dioryctria peltieri* FENDIL2016

**1.3- *Orsillodes logirostrus* Puton (hemenoptera, lygeidae) :**

Les mœurs d' *Orsillodes logirostrus* ne sont pas connues, toutefois cette espèce est liée au cèdre **ABDELHAMID (1998)**.d'après le même auteur, cette espèce a été capture en Anatolie près de kaiseri dans les cônes de *cedrus libani*, type provient de la région Algérien de Theniet El Had.(**Fig.35**)

Le cycle biologique de cet insecte reste encore mal connu.



**Fig.35:***Orsillodes logirostrus* Puton (hemenoptera, lygeidae)**ABDELHAMID (1998)**.

**2 - Importance de l'attaque au niveau des cônes :**

**2.1 - taux d'attaque des cônes de cèdre dans les quatre stations :**

Afin d'évaluer les dégâts engendré par les insectes ravageur de *cedrus atlantica*, nous avons procédé a l'estimation globale du taux d'attaque des cônes dans les quatre stations.

Les résultats obtenus sont portés dans le tableau suivant :

**Tableau 16 :** taux d'attaque de cônes de cèdre dans les quatre stations.

Exposition	Nord	Nord	Sud	Sud
------------	------	------	-----	-----

## Chapitre5 résultats et discussions

Station	Guerouaou	Pépinière	Sidi Abdoun	Ouartane
Effectif global des cônes	150	150	150	150
Nombre des cônes attaques	14	17	13	7
Taux d'attaques	9.33%	11.33%	8.66%	4.66%

Si nous examinons les résultats obtenus, il apparaît nettement que le taux d'infestation des cônes dans la station de Pépinière s'est élevé à 11.33 %, 9.33 % dans Guerouaou et 8.66 % dans Sidi Abdoun concernant la station de Ouartane le taux d'infestation moins important et comparable à celle des autres stations , **(fig.36)**.

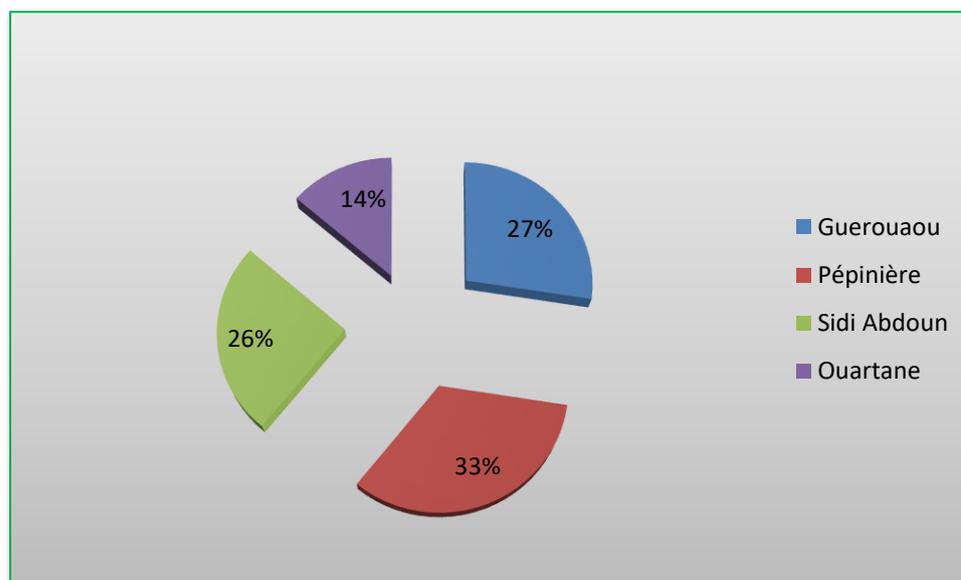


Fig.36: taux d'attaque des cônes dans les stations d'études

Ceci permet de constater que les attaques sont accentuées dans les stations d'études, ce qui peut s'expliquer par le fait que la cédraie offre des conditions plus favorables au développement des insectes.

Cependant, les différences du taux d'infestation entre les stations ne correspondent pas seulement à des fluctuations de populations d'insectes. En effet, la population de cônes présente en générale des variations très importantes, d'une année à l'autre et d'une station à l'autre.

## Chapitre5 résultats et discussions

L'étude menée par **ROQUES (1988)**, confirment que le pourcentage des cônes attaques varie en relation inverse de production.

La production de cônes présente en générale des fluctuation très important d'une années a l'autre .une réduction notable de cette production conduit a une forte augmentation du taux d'attaques, les insectes de cônes attaques étant alors réduits en valeur absolue, une nouvelle augmentation de la production l'année suivante se traduira en générale par une régression très importante du taux d'attaques (**ROQUES, 1983**).

Dans la cédrie de Theniet El Had, le cèdre se trouve dans son milieu naturel, cette zone est sise à 1200 et 1700 mètres d'altitude.

Dans son ensemble, ce massif présente une déclivité dépassent 20% avec une pluviométrie évalué a 780 mm pour l'années .ce constat conduit a une meilleure mise a fleur initiale a la cédraie et qui se produit grâce a la réunion de conditions favorable, indépendamment du sol. **BOUAZIZ 1998** note qu'un temps pluvieux fixe en effet, mieux les graines de pollen sur les écailles et les véhiculent à l'intérieur des écailles vers l'ovule.

**ROS ET AL (1993)** notent que lorsqu' une essence ne présente que très peu de cônes, mes insectes passent sur autre. Dans le cas contraire, les insectes sont totalement soumis a des phénomènes qui s'apparentent plus a un système du « tout ou rien » en métiers de production.

Leur population sont la plupart du temps très fluctuantes .ces fluctuations réciproques suffiraient a la survie contemporaine des insectes et des cônes.

### 3-DIMENSIONS MOYENNES :

#### 3-1 Les tableaux :

**Tableau 17: Le nombre du cône de chaque station en fonction du poids**

Poids	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	100-110	110-120	120-130	130-140
NordS 1Gu	0	5	36	39	32	25	4	1	0	2	0	1
NordS 2Pé	0	13	48	46	28	10	3	1	0	0	0	0
SudS2 Ou	4	34	58	38	3	1	0	0	0	0	0	0
SudS1. A	2	1	31	40	28	20	6	2	2	2	1	1

## Chapitre5 résultats et discussions

**Tableau 18: Le nombre du cône de chaque station en fonction du diamètre**

<b>Diamètre</b>	<b>30-35</b>	<b>35-40</b>	<b>40-45</b>	<b>45-50</b>	<b>50-55</b>	<b>55-60</b>
<b>NordS1Gu</b>	<b>20</b>	<b>75</b>	<b>31</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>NordS2Pé</b>	<b>39</b>	<b>60</b>	<b>37</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
<b>SudS2Ou</b>	<b>4</b>	<b>74</b>	<b>66</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>SudS1.A</b>	<b>3</b>	<b>27</b>	<b>81</b>	<b>32</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

**Tableau 19: Le nombre du cône de chaque station en fonction de longueur**

<b>Longueur</b>	<b>30-40</b>	<b>40-50</b>	<b>50-60</b>	<b>60-70</b>	<b>70-80</b>	<b>80-90</b>	<b>90-100</b>	<b>100-110</b>
<b>NordS1Gu</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>23</b>	<b>82</b>	<b>29</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>NordS2Pé</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>69</b>	<b>56</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>SudS2Ou</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>79</b>	<b>56</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>SudS1.A</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>78</b>	<b>44</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

**Tableau 20 : Le nombre du cône de chaque station en fonction le nombre des trous**

<b>N° de trous Nbr de cône</b>	<b>(0-5)</b>	<b>(5-10)</b>	<b>(10-15)</b>	<b>(15-20)</b>	<b>(20-25)</b>	<b>(25-30)</b>
<b>Nord s1 Gu</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Nord s2 Pé</b>	<b>15</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Sud s2 Ou</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Sud s1 S,A</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

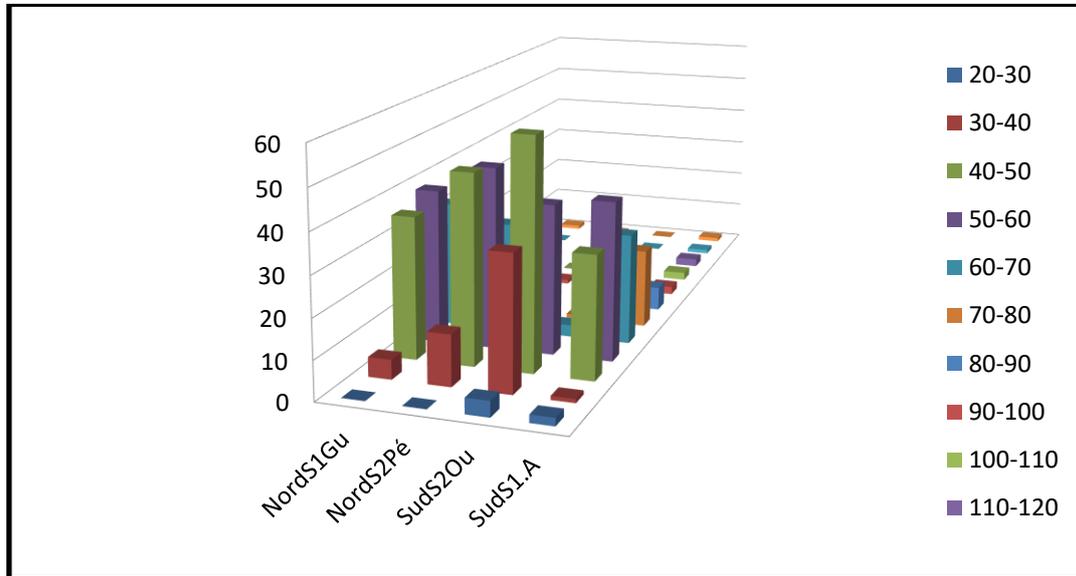
**Tableau 21: Le nombre du cône de chaque station en fonction de résine**

<b>La résine Nbr de cône</b>	<b>Présence</b>	<b>Absence</b>
<b>Nord s1 Gu</b>	<b>146</b>	<b>4</b>
<b>Nord s2 Pé</b>	<b>121</b>	<b>29</b>
<b>Sud s2 Ou</b>	<b>96</b>	<b>54</b>
<b>Sud s1 S,A</b>	<b>115</b>	<b>35</b>

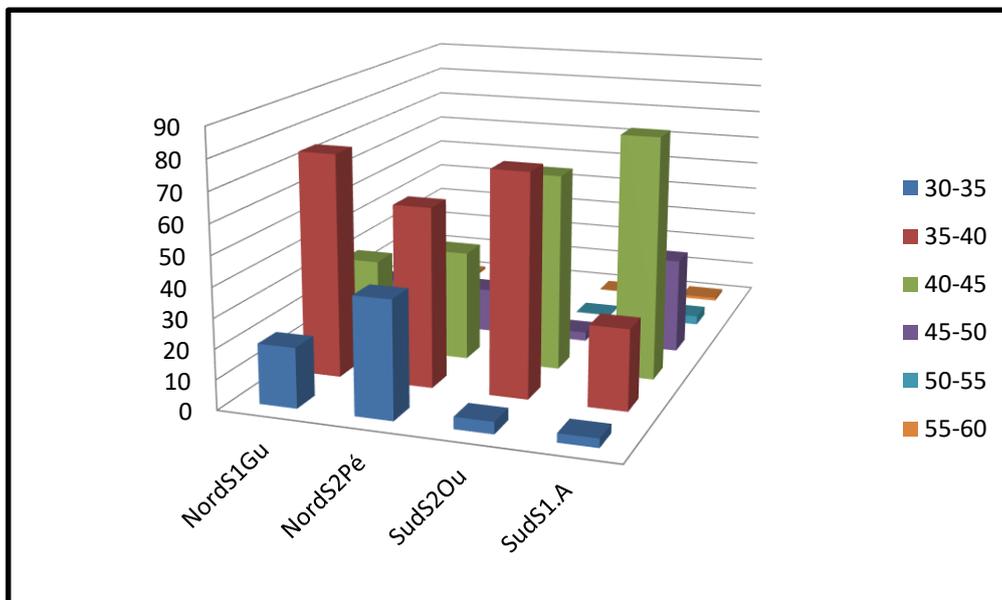
**Tableau 22: le nombre du cône de chaque station en fonction de forme**

<b>La forme Nbr de cône</b>	<b>Normal</b>	<b>Déformée</b>
<b>Nord s1 Gu</b>	<b>116</b>	<b>34</b>
<b>Nord s2 Pé</b>	<b>113</b>	<b>37</b>
<b>Sud s2 Ou</b>	<b>112</b>	<b>38</b>
<b>Sud s1 S,A</b>	<b>114</b>	<b>36</b>

**3-2 Les histogrammes :**



**Figure37: le nombre des cônes de chaque station en fonction du poids**



**Figure 38 : le nombre des cônes de chaque station en fonction du diamètre**

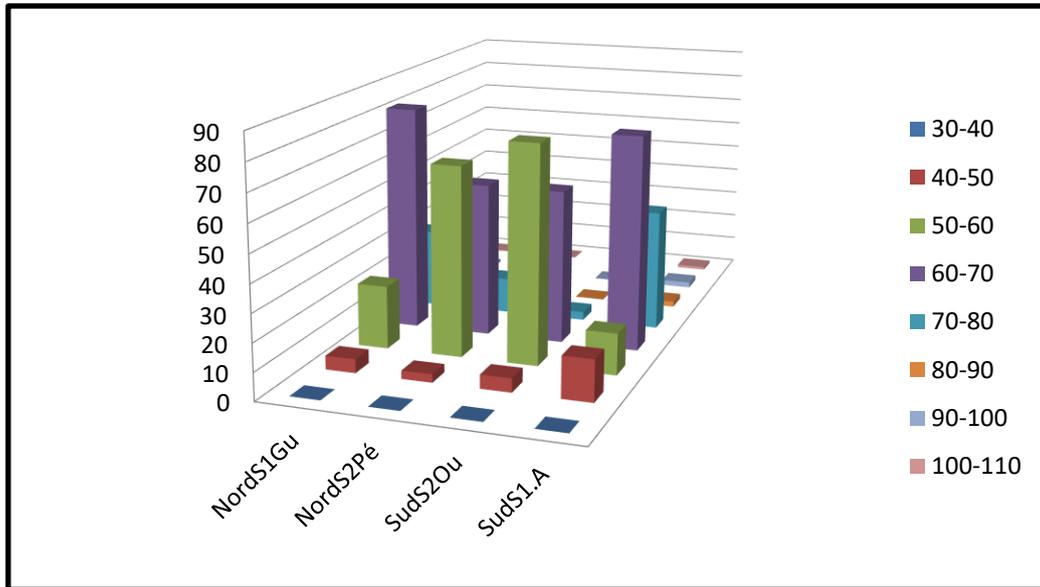


Figure 39 : le nombre des cônes de chaque station en fonction de longueur

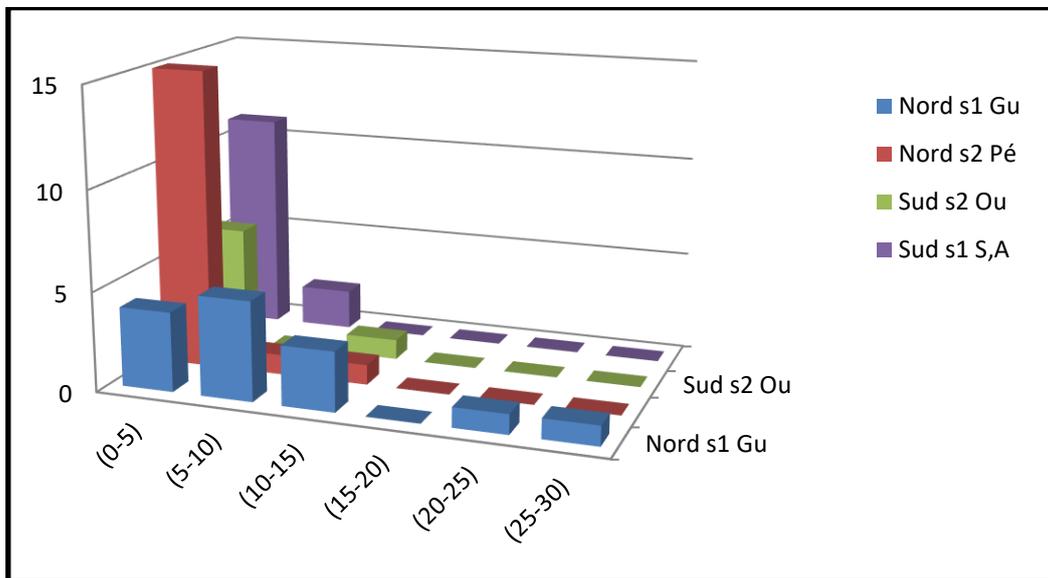


Figure 40: le nombre de chaque station en fonction de nombre des trous

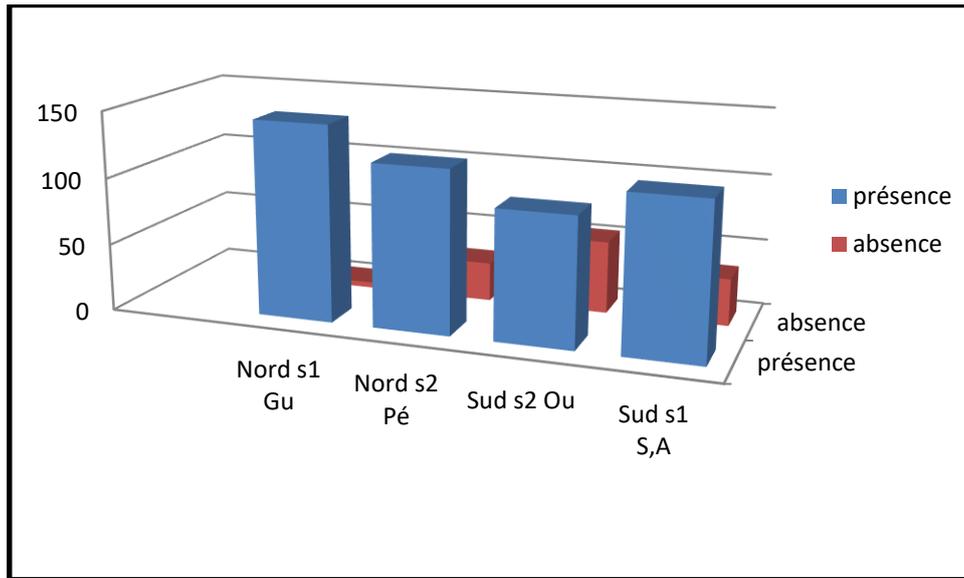


Figure 41 : le nombre des cônes de chaque station en fonction de résine

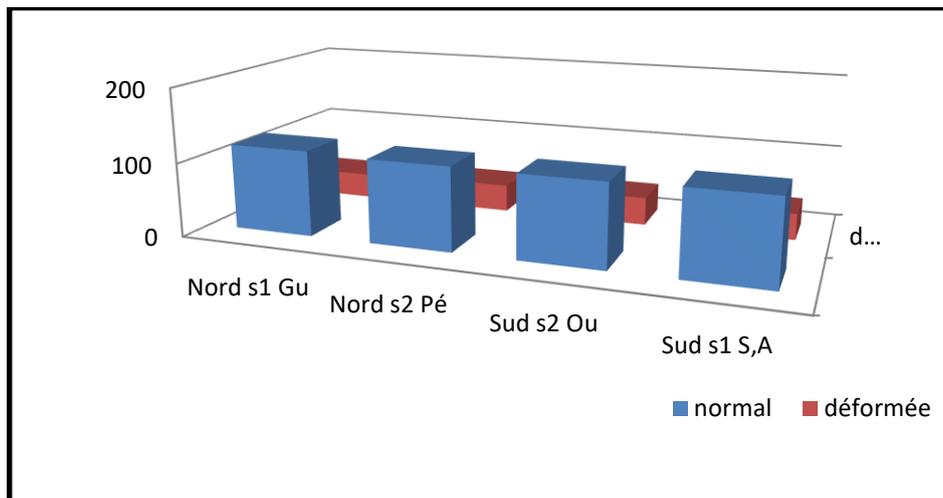


Figure 42 : le nombre des cônes de chaque station en fonction de forme

### 4-Discussions :

#### 4-1 Mesure des cônes

##### 4-1-1 La longueur des cônes

Pour tout l'échantillonnage, la moyenne générale est de 63.5 mm. Les longueurs moyennes par station sont comprises entre 58mm (Sidi Abdoune) et 70 mm (Ouerten).pour le versant nord la longueur moyenne oscille entre 64mm (pépinière) et 67mm (Guerouaou) et pour le versant Sud la moyenne de longueur comprise entre 58mm ( Sidi Abdoune) et 70mm ( Ouerten). Les cônes moins lourds étant généralement les plus petits, nous retrouvons ainsi les moyennes de longueur les plus faibles dans les stations de basse altitude (Sidi Abdoune 608m). Les stations situées à altitudes élevées (Ouerten 2160m) présentent les longueurs moyennes les plus grandes. **TOTH (1971)** donnent comme intervalle de variation : 5-8 cm. Les cônes moins lourds étant généralement les plus petits .

##### 4-1-2 Le diamètre des cônes

Le diamètre des cônes, varie comme le caractère précédent avec l'altitude, le moyen plus élevés 40 mm (Ouerten) à 2160 m. la moyenne de diamètre dans les autres stations est la même 39mm. La moyenne générale pour ce caractère est de 45.2 mm . **Gaussen (1964) et George (1980)** s'accordent à dire que les cônes de cèdre mesurent de 4 à 5 cm de diamètre. **RION -NIVERT (2001)** : note que les cônes de cèdre mesure de 4 a 5 cm de diamètre.

##### 4-1-3 Le poids des cônes

L'examen des chiffres obtenus indique que Le poids moyen des cônes par station oscille entre 44g et 50g. Les stations du Sud présentent des poids moyens relativement faibles par rapport au Nord dont la moyenne du poids dans la station 01(Sidi Abdoune) est 44 g et 59g dans la station 02 (Ouerten). Les stations du Nord présentent les cônes les plus lourds dont leur poids moyen oscille entre 59.4g (station1 Guerouaou) et 80g (station2 pépinière). Les stations nord sont à des altitude différente comprise entre : 1450 et 1550. **Derridj ,1990** note que plus la station est à haute altitude plus le peuplement est clair et les cônes lourds du contraire ; à basse altitude, les cédraies sont denses et les cônes moins pesants.

##### 4-1-4 La forme, la présence de résine et les trous :

Sur un nombre de 600 cônes récoltés au hasard sur quatre stations, nous avons dénombré 51 cônes attaqués par les insectes soit en pourcentage calculé, 8.5% de l'effectif global, dont les cônes attaqués se trouvent dans la station 02 nord (**Pépinière**).

Le nombre de trous observé au niveau des cônes varie de 1 à 25 trous par cône. Cela dépend essentiellement de l'importance de l'attaque de l'espèce déprédatrice.

-Et concernant la forme et la présence de résine on remarque que la majorité des cônes de toute les stations contiennent de faible pourcentage de la résine et ont une forme normale.

#### 4-2 Les histogrammes

## Chapitre5 résultats et discussions

Les variations entre longueurs, diamètres et poids des cônes sont illustrées par les histogrammes de classes de ces différents caractères.

Pour la longueur des cônes, les stations du Nord sont caractérisées par une longueur dont le mode correspond à la classe de 50 – 70 mm. Pour la station du Sud la classe de 60-80 mm est mieux représentée.

Concernent les classes de diamètre 30 – 40 mm et 40 – 60 mm caractérisent respectivement les stations du Nord et les stations du Sud.

Enfin, le poids des cônes, les stations du Nord présentent un mode pour les classes 40-50 et 50-60g. Les classes de poids 30-40g et 40-50g sont bien représentées dans les stations du sud.

La densité de peuplement et l'altitude a un effet sur le poids et les dimensions des cônes  
**(DERRIJ, 1990).**



*Conclusion*

## CONCLUSION

Le but de notre étude biométrique des cônes et problème de la régénération du cèdre de l'Atlas « *Cedrus atlantica* Manetti » dans quatre stations au niveau du Parc National de Thniet el Had, est de savoir l'effet de l'altitude et d'autres paramètres écologiques, édaphiques et anthropiques caractérisant chacune de ces stations sur la régénération naturelle. Le choix de nos stations d'étude a été fait selon la différence de leurs expositions et localisations altitudinales (basse, moyenne et haute altitude). A l'issue de l'analyse des données et de nos observations sur le terrain, nous avons fait quelques constats en guise de conclusion qui sont :

- la longueur des cônes, les stations du Nord sont caractérisées par une longueur dont le mode correspond à la classe de 50 – 70 mm. Pour la station du Sud la classe de 60-80 mm est mieux représentée.
- les classes de diamètre 30 – 40 mm et 40 – 60 mm caractérisent respectivement les stations du Nord et les stations du Sud.
- le poids des cônes, les stations du Nord présentent un mode pour les classes 40-50 et 50-60g. Les classes de poids 30-40g et 40-50g sont bien représentées dans les stations du sud.

D'après les résultats et les analyses nous avons remarqué les variations des dégâts au niveau de cônes en provenances de quatre station considères est liées à la pollution et changement climatique.

Les différentes analyses statistiques sur le poids, longueurs et diamètre des cônes ont permis de mettre en évidence la variation intra spécifique chez *cedrus atlantica*.

Le résultat obtenu montre que la station d'Ouerten et Guerouaou présente de poids élevé que dans les autres stations Pépinière et Sidi-Abdoune , et la même chose pour les dimensions (longueur et diamètre).

Certains facteurs influencés les dimensions des cônes à savoir, l'altitude, densité de peuplement, l'âge de l'arbre et l'action anthropique (surtout la pollution).

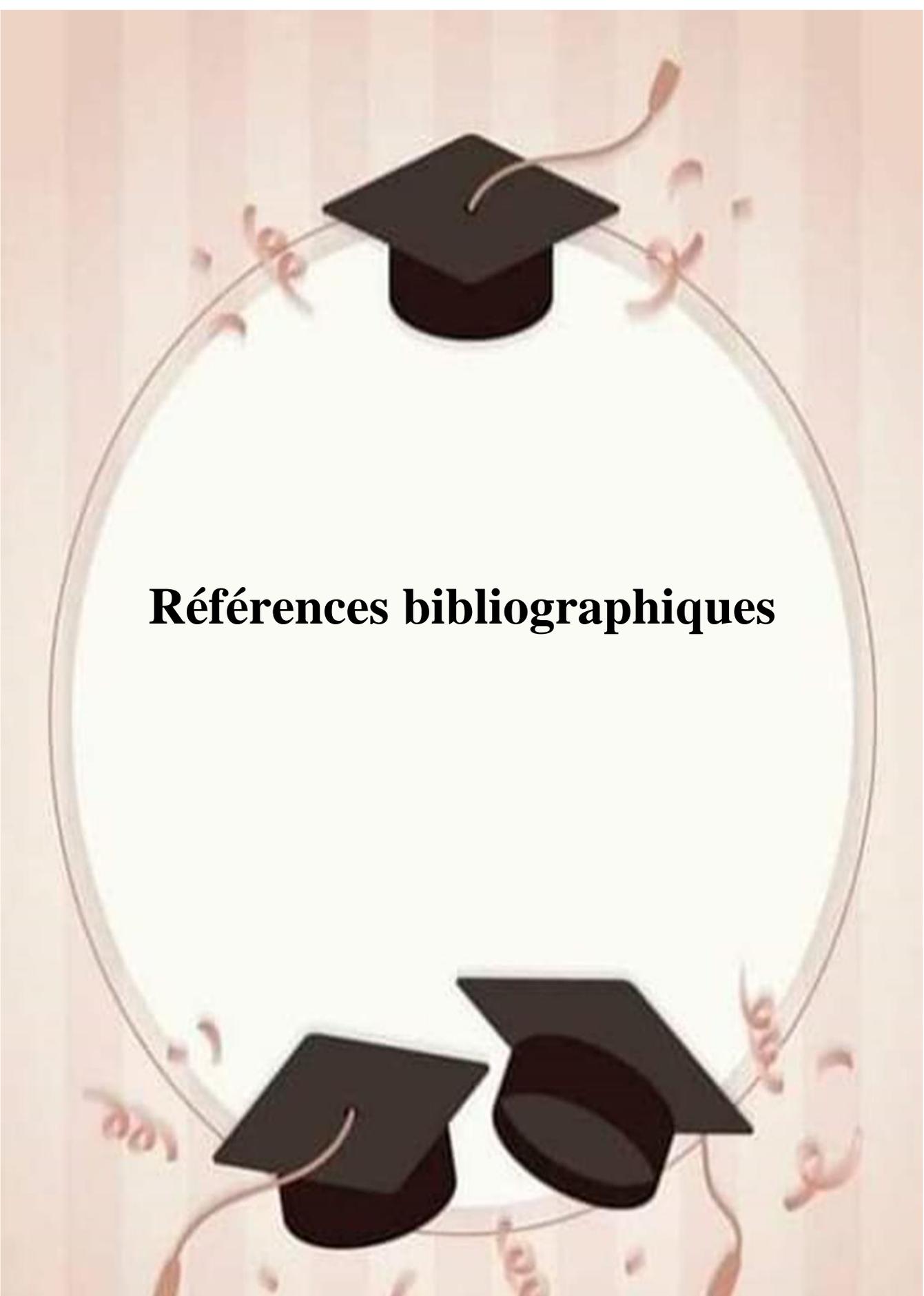
- ✓ pour la station 2 versant nord « pépinière » on remarque que les cônes sont malades à cause de sa position (elle se trouve dans un espace familial).

Cette étude nous a permis de conclure l'importance du rôle joué par l'altitude ,l'action anthropozoïque et d'autres facteurs stationnels sur la relation entre le cèdre et son milieu au niveau des quatre stations d'étude.

Finally, d'après les sorties, les spécialistes et les forestiers du parc et les analyses que nous avons faites, il s'avère que le phénomène de régénération naturelle se déroule naturellement et régulièrement au niveau du parc national de Thniet el Had de la wilaya de Tissemsilt et il n'y a pas des problèmes que entravent ce phénomène.

Pour pouvoir conserver et mettre en valeur la cédraie de Thniet el Had, nous préconisons les mesures suivantes :

- ❖ Avant d'entreprendre toute action scientifique au niveau des cédraies, il faut tout d'abord interpeller les chercheurs et les experts du parc.
- ❖ Sensibilisation des riverains sur l'importance des espèces qui poussent en chaque compartiment du Parc afin de les préserver.
- ❖ La mise en défens et pratiquer un pâturage intelligent en permettant à certaines parcelles de se régénérer. En d'autres, il faudrait déterminer des terrains de parcours sans compromettre les chances de survie des plantules et semis.
- ❖ Sensibilisation des touristes sur la lutte contre la pollution.
- ❖ Encouragement à mener des campagnes de reboisement et de nettoyage au niveau de la forêt.
- ❖ La création d'une base des données bien détaillées qui englobe toutes les informations
- ❖ D'élargir sur un cycle plus long afin de vérifier les stratégies du comportement chez ces espèces d'insectes dans ces milieux et voir les possibles interactions notamment la compétition avec les autres espèces sympatriques.
- ❖ L'intégration de cédraies menacées à la liste des espèces protégées en Algérie.
- ❖ La prise en compte du cèdre dans la gestion et la conservation des espaces naturels.
- ❖ L'encouragement de la recherche scientifique et les expertises afin de mieux
- ❖ comprendre l'influence des activités humaines sur la survie des patrimoines.
- ❖ Sensibiliser les riverains et les autochtones de l'importance de la biodiversité sous
- ❖ toutes ces formes.
- ❖ La compilation de ces données est une nécessité qui permette de faire une mise à jour de nos connaissances dans le domaine de climatologie et entomologie.



# **Références bibliographiques**

---

## Références bibliographiques :

- ❖ **ABDELHAMID D, 1992.** Contribution à l'étude des insectes du cèdre de l'atlas. *Cedrus atlantica*, M 1844 dans la cedraie de Theniet el had. Thèse. Ing. Agro Ines, Blida, 66 p
- ❖ **ABDELHAMID D, 1999.** Etude bioécologique de l'entomofaune du cèdre l'atlas. *Cedrus atlantica* Manetti (1844) dans la cédraie de Theniet El Had Algérie Thèse. Magister. I.N.A. Alger, 106p.
- ❖ **ABDESSEMED K., 1981.** Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le massif de l'Aurès et Belazma. Etude phytosociologique et problème de conservation. Thèse de Doc. Univ d'Aix Marseille III, 199p.
- ❖ **ABOUROUH M., 1983.** Essai de mycorhisation de *Cedrus atlantica* en pépinière. Thèse Doct 3ème cycle .université Claude Bernard, Lyon I p 193-234
- ❖ **ABOUROUH M., MORELET M., 1999** –Les champignons parasites du cèdre de l'Atlas(en Afrique du Nord et en France).Foret méditerranéenne. T (xx), n ° 4 :198-202
- ❖ **AUSSENAC G., 1984.** Le cèdre, essai d'interprétation bioclimatique et écologique. Bull. Soc.Bot. Fr., Actuel Bot., (2/3/4). Pp : 385-398.
- ❖ **BAHRI B., 2007**–Contribution à l'étude de l'influence des facteurs édaphiques, orographiques et biologiques sur la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*. M) dans les monts des Ouled Yagoub. Mém. Magistère. Agr. Université ElHadj Lakhdar, Batna.101 p, annexes.
- ❖ **BATEL Dj., 1990**–Contribution à l'étude de la productivité de *Cedrus atlantica* (Manetti) en relation avec la station écologique. Application au Parc National de Theniet-El- Had. Thèse. Ing. Agr., INA, El Harrach, Alger, 62p, 140p. annexes
- ❖ **BELBAHRI S., 1981**–Contribution à l'établissement d'un tarif de cubage et à l'étude de l'accroissement du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M) dans les Aurès .Thèse. Ing. Agr., INA, El Harrach, Alger ,38p, annexes
- ❖ **BELKAID B, 1988** - Etude phyto écologie et possibilité d'amélioration dans la cédraie du parc national de Theniet el Had. Thèse Ing, ITA, Mostaganem, 46p.
- ❖ **BELOULA S., 2010** – Etude sur le dépérissement du cèdre de l'Atlas dans le Parc National de Belezma (Wilaya de BATNA) Apport de la télédétection et SIG. Mém. Magistère. Agr. Université El-Hadj Lakhdar, Batna.60 p, annexes.

- 
- ❖ **BENABID A., 1994** . Biogéographie phytosociologique et phytodynamique des cédraies de l'Atlas ( *Cedrus atlantica manetti*). Ann. Rech. For.Maroc T(27), 61-76
  - ❖ **BENAMIROUCHE S., 2006** –Les reboisements en Algérie de 1962 à 2002 : Constitution d'une base de données, bilan et analyse. Mém. Magistère sci. Agr., INA, ElHarrach, Alger,175p, annexes.
  - ❖ **BENHALIMA S., 2006** – Les insectes xylophages et leur rôle dans le dépérissement du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* (Endl.) Carrière) dans le Haut et le Moyen Atlas (Maroc). Rev. Travaux de l'institut Scientifique, Série Zoologie, n°46.Université Mohammed V – Agdal. Rabat.63p.
  - ❖ **BENSAID A., 2006** – SIG et télédétection pour l'étude de l'ensablement dans une zone aride : Le cas de la wilaya de NAAMA (ALGERIE).Thèse. Doc. Univ. Joseph FourierGrenoble 1, 299p, annexes
  - ❖ **BENTOUATI A., 1994**. Première approche à l'étude de la croissance et de la productivité du cèdre de l'Atlas dans le massif de Bélezma. Mémoire de Magistère.Université de Batna, Département d'Agronomie, 63 p + références et annexes.
  - ❖ **BENTOUATI A., BARITEAU M., 2006** –Réflexions sur le dépérissement du cèdre de l'Atlas des Aurès (Algérie).Foret méditerranéenne. T (XXVII), n° 4 : 317-322.
  - ❖ **BETHEMONT J, 2003** - Géographie de la Méditerranée. Armand Colin, Paris. 313 p., 37
  - ❖ **BOUDY P., 1950**-Economie forestière Nord Africaine .Monographie et traitement des essences forestières .Ed. Larose, Paris, T2 :529-619
  - ❖ **BOUDY P., 1952** . Guide du forestier en Afrique du Nord. Ed. La Maison Rustique. 505 p.
  - ❖ **CHEBOUKI N., 1994** –Une synthèse dendroclimatique du cèdre de l'Atlas. Ann. Rech. For. Maroc, T(27) : 33-59.
  - ❖ **DEMARTAU M., 2006** –Réponse de *Cedrus atlantica* aux changements climatiques passés et futurs. Mém. Sci. Géologique, Université de Liège, Belgique, 60p.
  - ❖ **DERRIDJ A., 1990**. Etude des populations de *Cedrus atlantica*. Manetti en Algérie. Thèse Doct. Université de Toulouse .282 p.
  - ❖ **DIP M & ZAIZ A, 2011** - Apport du SIG dans l'étude de la productivité des espèces forestières : Cas du cèdre de l'Atlas dans le Parc National de Theniet El Had.

- 
- ❖ **EMBERGER L, 1935** - Matériaux pour la flore marocaine (fasc. 4).Bull. Soc. Sci. Nat. Maroc 15: 165-226.
  - ❖ **EZZAHIRI M.et BELGHAZI B., 2000** – Synthèses de quelques résultats sur la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas au Moyen Atlas (Maroc).Sécheresse, vol. 11, n° 2 :79-84
  - ❖ **FABRE J. P., 1994** –Etat actuel des connaissances sur les ravageurs originaires de l'aire naturelle des cèdres parvenus en France, colonisation par les insectes d'un nouvel écosystème forestier. Ann. Rech. For. Maroc, T(27) :539-551.
  - ❖ **FENDIL2016** Contribution à l'étude de l'effet du changement climatique sur la dynamique des insectes liées aux cônes du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M) dans le parc national de Theniet El Had
  - ❖ **GACHI M., 1994** –Note sur la présence en Algérie de la processionnaire du cèdre : Thaumetopoea bonjeani Powell (Lepidoptera ; thaumetopoeidae). Ann. Rech. For. Maroc. T(27) :527-537.
  - ❖ **GARADI S. ,1992** –Etude de la régénération naturelle et assistée du cèdre de l'Atlas « *Cedrus atlantica* Manetti » dans le Parc National de Chréa. Thèse. Igr. Agr., INA, El Ing. Agr.,INA, El-Harrach, Alger ,76p, annexes
  - ❖ **GAUSSEN H, Leroy JF, et Ozenda P, 1982** - Précis botanique 2. Les végétaux supérieurs. Edit Masson. Paris. pp. 500-501.
  - ❖ **GHELLAB KH., 1991**–Contribution à l'étude dendrochronologique du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Man) dans le Parc National de Theniet El Had. (TISSEMSILT). Mém. Ing. Agr.,INA, El-Harrach, Alger ,76p, annexes.
  - ❖ **GHIAR F., 1994** – Etude de la productivité de cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) en fonction des facteurs stationels à Tala-Guilef versant Nord de Djurdjura. Mém. Ing. Agr., INA, El Harrach, Alger, 60p. annexes
  - ❖ **GRAINE M.N., 1993** –Contribution à l'étude de l'allocation des ressources aux fonctions males et femelles et à la production végétative du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le Parc National de Chréa. Mém. Ing. Agr., INA, El- Harrach, Alger, 68p, annexes.
  - ❖ **GUITTOUN Y, 2004** - Contribution à l'étude de la productivité du cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) en fonction des caractéristiques stationnelles dans le parc national Theniet el had Thèse. Ing. Tiaret.93 p.

- 
- ❖ **HACENE L., et MESTAR N., 1990.** Etude biométrique des cônes et de la germination des graines du cèdre (*Cedrus atlantica* Manetti). Thèse. Ing. Univ. TiziOuzou. 79 p
  - ❖ **HADJI O, 1998** - Contribution à l'étude éco physiologique du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) au parc national de Theniet El Had (wilaya de Tissemsilt).Thèse magister, INA, Alger, 147p
  - ❖ **HALITIM S., 2006.** Le cèdre en danger. Lettre de Belezma, n°10. 2p.
  - ❖ **JEROME & GUILLAUME, 2008** JEROME et GUILLAUME., 2008. Changement climatique et biodiversité dans l'outre-mer européen 186 p.
  - ❖ **KADIK B, 1987** – Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) en Algérie : écologie; dendrométrie, morphologie. Office des publications universitaires (Alger) 580p.
  - ❖ **KHANFOUCI M.S., 2005-** Contribution à l'étude de la régénération et la fructification du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le massif de Belazma. Mém de Magistère. Uni de Batna, 261p.
  - ❖ **KROUCHI f, 1995** : contributions à l'étude de l'organisation reproductive du Cèdre de l'atlas (*cedrus atlantica* M) a Tala-Guilef Djurdjura nord occidental. Mag, Agro, INA, El Harrach, Alger, 104p
  - ❖ **KROUCHI., 2010.** Etude de la diversité de l'organisation reproductive et de la structure génétique du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) en peuplement naturel Tala-guilef, Djurdjura Nord-Ouest, Algérie. Thèse Doctorat. Univ U.M.M.T.O. 227 p
  - ❖ **LAIMOUCHI A., 1983** –Contribution à l'étude de la production du cèdre de l'Atlas ,93p. « *Cedrus atlantica* Manetti » dans le Parc National de Chréa. Thèse. Igr. Agr., INA, El (Cedrus atlantica Manetti) à Chréa (w.de Blida) .Mém .Ing . Agr., INA, El Harrach, Alger
  - ❖ **LEPOUTRE B., et PUJOS A., 1964.** Facteurs climatiques déterminant les conditions de germination et d'installation des plantules de Cèdre. Ann. Rech. For. Maroc, t.7. 23-54 p.
  - ❖ **LOUKKAS M A ., 2001**–Etude de la variabilité stationnelle de la qualité de bois du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le massif forestier du Djurdjura central (w. BOUIRA).Mém. Magister sci .Agr., INA ,El- Harrach, Alger,79p, annexes.

- 
- ❖ **LOUNI DJALLIL, 1994** - Les forêts algériennes ; forêt méditerranéenne t. XV n° 1, janvier 1994
  - ❖ **MAIRIF M, 2013** - La typologie de la cédraie du Parc National de Théniet El Had : Un outil de description au service des gestionnaires forestiers ; mémoire de Magister en Sciences Forestières ; Option : Santé des forêts
  - ❖ **MALKI H., 1992.** Contribution à l'étude de l'influence du climat et des facteurs physiques sur la végétation naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans les monts du Belezma (Algérie). Thèse. Université de Paris- Sorbonne. 187p.
  - ❖ **MASSIF T., 2006**– Etude de la productivité du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans la Parc National de Theniet El–Had (w. Tissemsilt). Mém .Ing .Agr.,INA, El Harrach, Alger.80p, annexes.
  - ❖ **MEDDOUR R. ,1994** – La Cédraie de l'Atlas blidéen (Algérie).Valeur bioclimatique, syntaxonomique et dynamique. Ann. Rech. For. Maroc, T(27) : 105- 128.
  - ❖ **MEDIOUNI K & YAHY N., 1994.** Phytodynamique et autoécologie du *Cedrus atlantica* dans le Djurdjura. Ann. Rech.For. Maroc T(27) (spécial), 77-104.
  - ❖ **MELAZEM B.,1990.** Etude des facteurs limitants de la régénération du cèdre de l'Atlas dans le parc national de Theniet El Had.Thèse d'ingénieur Usthb,Alger, 61p
  - ❖ **M'HIRIT O., 1994** . Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) présentation générale et état des connaissances a travers le réseau *Silva mediterranea* "Le cèdre". Ann. Rech. For. Maroc, T (27). Pp : 3-21.
  - ❖ **MOHAMMADI N., YACOUB H., 2010** – Etude de la productivité du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) en fonction des facteurs stationels et modélisation de sa croissance au Parc National de Chréa .Mém. Ing. Agr., ENSA, El Harrach, Alger ,98p, annexes.
  - ❖ **NEDJAHY A., 1988** –La cédraie de Chréa (Atlas Blidéen): Phénologie. Productivité. Régénération. Thèse. Doc. Univ, Nancy, France ,184p, annexes.
  - ❖ **NEDJAHY A., 1994** –Etude de la croissance radiale des provenances du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) en Algérie. Ann. Rech. For. Maroc, T(27) : 451- 462.
  - ❖ **NEZAR KEBAILI M., 1980** –Etude de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas ( Harrach. Alger, 58p, annexes. dormance. Manetti) dans la Parc National de Theniet El–Had (w. Tissemsilt). Mém .Ing .Agr.,INA, *Cedrus atlantica* Manetti) dans la forêt de Belezma (Aurès).Thèse. Ing. Agr., INA, El

- 
- ❖ **OWENS J., SIMPSON S. J. et MODLER M., 1981:** Sexual reproduction of *Pinus contorta*, pollen development, the pollination mechanism, and early ovule developments, *Can. J. Bot.* 59p • OWENS
  - ❖ **OWENS J., et BLACKE M ; 1986 :** Production de semences Forestiers. Rap. Info. P.I. X, 53F, Inst Forest, Nat, Petawawa, Service Canadien des forêts, 216 p
  - ❖ **Parc National De Theniet El-Had, 2002 -** Plan de gestion (2002-2007), Phase A approche descriptive et analytique, 78 p.
  - ❖ **Parc National De Theniet El-Had, 2012 -** Les ressources naturelles du parc national.
  - ❖ **Parc National De Theniet El-Had, 2013 :** [http://www.kherdja.com/detail-guide/5600-parc-national-de-theniet-el had.html](http://www.kherdja.com/detail-guide/5600-parc-national-de-theniet-el-had.html)
  - ❖ **PRADAL F., 1979 .**Variabilité génétique et écophysiological du cèdre. Résumé. INRA département Forêt. Nancy
  - ❖ **QUEZEL et SANTA., 1962 –**Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome I. Paris. CNRS .P :1-558.
  - ❖ **RIPERT C., ET BOISSEAU B., 1993 .** Ecologie et croissance du cèdre de l'Atlas en Provence *Ann. Rech. For. Maroc*, T (27), 155-171.
  - ❖ **ROQUE C., 1983-** Impact des insectes ravageurs des cônes et graines sur les potentialités de régénération naturelle des principales essences constituant les forêts d'altitude du Briançonnais. Régénérations des forêts d'altitude. Université de Savoie. Office National des Forêt. Pp : 17-28.
  - ❖ **SARMOUM M, 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) ; Mémoire de Magister en sciences de la nature Spécialité : Ecologie et Environnement; USTHB, Algérie
  - ❖ **SBABDJI M. ,1997 –**Contribution à l'étude de la perte de croissance de *Cedrus atlantica* Manetti suite aux attaques de la processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* schiff. Thèse. Magistère. Agr., INA, El-Harrach, Alger, 116p.
  - ❖ **SCHORENBERGER A., 1970.** Etude de la végétation de l'Aurès oriental. FAO. Projet Algérie. Pp : 15-69.
  - ❖ **SELTZER P, 1946 -** Le climat de l'Algérie. Imp. Latypo. litho, et Jules carbonel, Réunion, Alger, 220p.

- 
- ❖ **TILL C ; 1985** : Recherches dendrochronologiques sur le Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* (Endl;carrière) au Maroc. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences, Université Catholique de Louvain,231 p et annexes, inédit.
  - ❖ **TOTH 1978** : contribution A l'étude de la fructification et la régénération naturelle du cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica* M) thèse de doc. Ing., fac. de sci. et tech.de Marseille 136.
  - ❖ **TOTH J 1980**. Le cèdre III. La graine des plants en pépinière, reboisement, régénération naturelle. Forêt privée. Rev. For; Europe. N° 132. Pp : 41-47
  - ❖ **TOTH J 1982 – 1984** : Quelques éléments nouveaux pour mieux situer et caractériser le Cèdre de l'Himalaya en France vis-à-vis du Cèdre de l'Atlas et du Cèdre du Liban en France méridionale. INRA. Centre de recherche forestière d'Avignon. Bull. Soc et Sci. Nat. Vaucluse : pp 41- 49.
  - ❖ **TOTH J 2005**. Le cèdre de France. Etude approfondie de l'espèce. Paris, L'Harmattan. Biologie. Ecologie, Agronomie.207 p.
  - ❖ **TOTH J 1984**. La prévision des possibilités de récolte des cônes de cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti). Ed. Bull, pp : 38-40.
  - ❖ **YESSAD S-A, 1988** - Contribution à l'étude éco-dendrométrique du *Pinus halepensis* Mill. Dans la zone Sub-humide littorale. Centre : cas du foret de Taourira (Cherchell). Thèse Magister, INA, Alger, 138p
  - ❖ **ZEDEK M, 1993** - Contribution à l'étude de la productivité du *Cedrus atlantica* Manetti. (Cèdre de l'Atlas) dans le parc national de Theniet el Had. Thèse Magister, INA, Alger, 175p