

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOULOU MAMMERI DE TIZI-OUZOU  
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



# Mémoire



En vue de l'obtention du Diplôme de Magistère en Sciences  
Biologiques

Option: Ecologie Végétale Appliquée et Gestion de  
l'Environnement

## Thème

Régénération naturelle du cèdre de l'Atlas  
(*Cedrus atlantica* Manetti) au niveau du Parc  
National du Djurdjura (Secteur de Tala-Guilef)

*Présenté par l'étudiant* : MADJOUR Karim

*Devant le jury* :

Mme. SADOUDI-ALI AHMED D.	Prof.	U.M.M.T.O.	Présidente
Mr. DERRIDJ A.	Prof.	U.M.M.T.O.	Encadreur
Mr. AIT SAID S.	M.C. (A)	U.M.M.T.O.	Examineur
Mr. MESSAOUDENE M.	Dir. Rech.	INRF Azazga T.O.	Examineur

Promotion 2014/2015

## Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens à adresser l'expression de mes vifs remerciements à toutes les personnes qui m'ont aidé et collaboré de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Mes vifs remerciements sont adressés à mon encadreur, Mr Derridj Arezki. (Professeur à l'UMMTO) pour m'avoir accordé toute sa confiance en acceptant de diriger ce travail. Son érudition et ses qualités humaines ont fait de lui un grand Monsieur. Je lui dois une immense reconnaissance et un grand respect.

Je remercie Mme SADOUDI-ALI AHMED Djamila. Professeur à U.M.M.T.O, de m'avoir fait l'honneur de présider le jury de soutenance.

Mes vives gratitude vont aussi à Mr. AIT SAID Samir. Maitre de conférences A à l'U.M.M.T.O pour avoir accepté de faire partie du jury.

Je tiens aussi à remercier Mr. MESSAOUDENE Mahand, Directeur de Recherches à l'INRF d'Azazga d'avoir accepté de faire partie du jury.

Mes vives gratitude vont aussi au Directeur et à tout le personnel du Parc National du Djurdjura, en particulier les forestiers du secteur de Tala-Guilef à leur tête Mr Mahdi Abdelaziz, (Ingénieur d'état et chef du secteur) pour leur aide pendant la réalisation de la partie pratique.

Je tiens à remercier Mr Asla Tarek (Maitre-assistant classe A), Mr Benganem Nabil (Maitre-assistant classe A) et tous les étudiants en PG en Agronomie et Biologie de la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques pour leur collaboration. Je tiens aussi à remercier Mme Krouchi Fazia (Maitre de conférences) de m'avoir donné la chance d'assister aux cours avec ses étudiants et aussi de me présenter aux forestiers du secteur de Tala-Guilef.

## *Dédicaces.*

*Je dédie ce travail à :*

*Mes parents, mes frères, mes sœurs et mes amis.*

## **Liste des abréviations**

**ACP** : Analyse en Composantes Principales.

**ANOVA** : Analyse de la variance

**D.G.F** : Direction Générale des Forêts.

**M** : Températures mensuelles maximales.

**m** : Températures mensuelles minimales.

**P** : Précipitations.

**Pa** : Précipitations annuelles.

**Pm** : Précipitations mensuelles.

**Q2** : Quotient pluviothermique d'Emberger.

**PND** : Parc National du Djurdjura.

**UNESCO** : Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture.

**GIEC** : Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat. A été crée en 1988 à la demande de G7 (groupe des sept pays les plus riches) par l'OMM (Organisation Météorologique Mondiale) et le PNUE

**PNUE** : Programme des Nations Unies pour l'Environnement.

<b>Fig. N°1</b> : Répartition géographique du genre <i>Cedrus</i> .....	04
<b>Fig. N°2</b> : Les aiguilles de cèdre de l'Atlas et les stades de débourrement .....	06
<b>Fig. N°3</b> : Répartition géographique du cèdre de l'Atlas en Afrique du Nord .....	08
<b>Fig. N°4</b> : Répartition géographique du cèdre de l'Atlas en Algérie .....	10
<b>Fig. N°5</b> : Projection de quelques stations de cèdre sur le climagramme d'Emberger .....	14
<b>Fig. N°6</b> : La <i>Dynaspidiotus regnieri</i> sur les aiguilles de cèdre de l'Atlas.....	17
<b>Fig. N°7</b> : Cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas .....	20
<b>Fig. N°8</b> : Les unités écologiques du Parc National du Djurdjura.....	23
<b>Fig. N°9</b> : Les ressources hydriques du P.N.D.....	25
<b>Fig. N°10</b> : Les variations des températures mensuelles maximales estimées pour les trois stations.....	30
<b>Fig. N°11</b> : Les variations des températures mensuelles minimales estimées pour les trois stations .....	30
<b>Fig. N°12</b> : Les variations des températures moyennes mensuelles estimées pour les trois stations .....	31
<b>Fig. N°13</b> : Courbes déterminant les amplitudes thermiques mensuelles estimées pour la station d'Ighil Inguel .....	31
<b>Fig. N°14</b> : Courbes déterminant les amplitudes thermiques mensuelles estimées pour la station de Thalla Iguarfioun.....	32
<b>Fig. N°15</b> : Courbes déterminant les amplitudes thermiques mensuelles estimées pour la station de Tizi Toumlilt .....	32
<b>Fig. N°16</b> : Répartitions des précipitations saisonnières estimées au niveau des stations d'Ighil Inguel, Thalla Iguarfioun et Tizi Toumlilt.....	35
<b>Fig. N°17</b> : Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN : Station d'Ighil Inguel Période : 1990 – 2008.....	36
<b>Fig. N°18</b> : Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN : Station Thalla Iguarfioun Période : 1990 – 2008 .....	36
<b>Fig. N°19</b> : Diagrammes ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN : Station de Tizi Toumlilt Période : 1990 – 2008 .....	37
<b>Fig. N°20</b> : Projection des stations d'étude sur le climagramme d'Emberger .....	39
<b>Fig. N° 21</b> : Positionnement des stations d'étude sur google earth.....	43
<b>Fig. N°22</b> : Répartition des moyennes des semis en fonction des classes d'âge au niveau des trois stations d'étude.....	49

---

---

<b>Fig. N°23 :</b> Evolution des effectifs et des hauteurs moyennes des semis en fonction des années au niveau de la station de Tizi Toumlilt .....	50
<b>Fig. N°24 :</b> Evolution des effectifs et des hauteurs moyennes des semis en fonction des années dans la station de Thalla Igarfioun.....	51
<b>Fig. N°25 :</b> Histogramme de répartition des moyennes des semis selon l'exposition au niveau de la station d'Ighil Inguel .....	52
<b>Fig. N°26 :</b> Evolution de la hauteur moyenne des semis en fonction des années au niveau des deux stations ; Tizi Toumlilt et ThallaIguarfioun .....	54
<b>Fig. N°27 :</b> La répartition des semis dans les classes d'âge au niveau de la station de Tizi Toumlilt .....	56
<b>Fig. N°28 :</b> La répartition des semis dans les classes d'âge au niveau de la station de Thalla Iguarfioun .....	58
<b>Fig. N°29 :</b> Répartition des effectifs des semis en fonction des hauteurs dans la classe d'âges [1 à 3[ans au niveau des deux stations.....	62
<b>Fig. N°30 :</b> Répartition des effectifs des semis en fonction des hauteurs dans la classe d'âges [3 à 5[ans au niveau des deux stations.....	63
<b>Fig. N°31 :</b> Répartition des effectifs des semis en fonction des hauteurs dans la classe d'âges [5 à 7[ans au niveau des deux stations.....	64
<b>Fig. N°32 :</b> Répartition des effectifs des semis en fonction des hauteurs dans la classe d'âges [7 à 9[ans au niveau des deux stations.....	64
<b>Fig. N°33 :</b> Répartition des effectifs des semis en fonction des hauteurs dans la classe d'âges [9 à 11[ans au niveau des deux stations.....	65
<b>Fig. N°34 :</b> Graphique des valeurs propres .....	67
<b>Fig. N°35 :</b> Diagramme de composantes dans l'espace après rotation .....	70
<b>Fig. N°36 :</b> Diagramme des points individus.....	71
<b>Fig. N°37 :</b> Gradient de la variabilité de la flore au niveau de trois stations sises à différentes altitudes à Tala-Guilef .....	74

<b>Tableau N° 01</b> : Caractères botaniques et biologiques comparés de quatre espèces du genre <i>Cedrus</i> .....	04
<b>Tableau N° 02</b> : Principales sources et leurs débits au Djurdjura.....	26
<b>Tableau N° 03</b> : Les températures mensuelles moyennes minimales et moyennes maximales estimées pour la station de Tala-Guilef sur une période de 18 ans (1990/2008) 1450m d'altitude.....	28
<b>Tableau N° 04</b> : Températures moyennes mensuelles et annuelles estimées des trois stations d'étude pour la période allant de 1990 à 2008 .....	29
<b>Tableau N° 05</b> : Répartition des précipitations moyennes mensuelles et saisonnières estimées de la station de la réserve intégrale à Tala-Guilef pour la période (1990-2008) .....	33
<b>Tableau N° 06</b> : Données pluviométriques extrapolées en fonction de l'altitude pour le versant Nord .....	34
<b>Tableau N° 07</b> : Régimes pluviométriques des stations d'étude.....	34
<b>Tableau N° 08</b> : Les placettes d'inventaire dans les trois stations d'étude .....	43
<b>Tableau N° 09</b> : Les différentes variables étudiées et leurs classes .....	44
<b>Tableau N° 10</b> : Les moyennes des effectifs des semis dans les différentes classes d'âge pour les trois stations d'étude.....	48
<b>Tableau N° 11</b> : Les moyennes des semis de la station d'Ighil Inguel selon les versants ; Nord et Sud.....	52
<b>Tableau N° 12</b> : test de normalité.....	55
<b>Tableau N° 13</b> : test de l'homogénéité des variances .....	55
<b>Tableau N° 14</b> : test de l'ANOVA à un facteur .....	55
<b>Tableau N° 15</b> : test de comparaisons multiples des moyennes des semis entre les différentes classes d'âge.....	56
<b>Tableau N° 16</b> : test de normalité.....	57

---

---

<b>Tableau N° 17</b> : test de l'homogénéité des variances .....	57
<b>Tableau N° 18</b> : test de l'ANOVA à un facteur .....	57
<b>Tableau N° 19</b> : test de comparaisons multiples des moyennes des semis entre les différentes classes d'âge.....	58
<b>Tableau N° 20</b> : Résultats des tests Levene et test-t pour deux échantillons indépendants .....	59
<b>Tableau N° 21</b> : Résultats du test t pour la comparaison des moyennes des semis entre la la station de Tizi Toumlilt et Thalla Iguarfioun.....	60
<b>Tableau N° 22</b> : Test de Mann-Whitney-Wilcoxon .....	61
<b>Tableau N° 23</b> : Les sommes et les moyennes des rangs dans la classe d'âge [1 à 3[ans .....	62
<b>Tableau N° 24</b> : Résultats du test de Mann-Whitney-Wilcoxon.....	62
<b>Tableau N° 25</b> : Les sommes et les moyennes des rangs dans la classe d'âge [3 à 5[ans .....	63
<b>Tableau N° 26</b> : Résultats du test de Mann-Whitney-Wilcoxon.....	63
<b>Tableau N° 27</b> : Les sommes et les moyennes des rangs dans la classe d'âge [5 à 7[ans .....	63
<b>Tableau N° 28</b> : Résultats du test de Mann-Whitney-Wilcoxon.....	64
<b>Tableau N° 29</b> : Les sommes et les moyennes des rangs dans la classe d'âge [7 à 9[ans .....	64
<b>Tableau N° 30</b> : Résultats du test de Mann-Whitney-Wilcoxon.....	65
<b>Tableau N° 31</b> : Les sommes et les moyennes des rangs dans la classe d'âge [9 à 11[ans .....	65
<b>Tableau N° 32</b> : Résultats du test de Mann-Whitney-Wilcoxon .....	65
<b>Tableau N° 33</b> : Indice de Kaiser-Meyer-Olkin et test de Bartlett.....	66
<b>Tableau N° 34</b> : Variance totale expliquée .....	67
<b>Tableau N° 35</b> : Qualité de représentation .....	68
<b>Tableau N° 36</b> : Matrice des composantes avant et après rotation .....	68
<b>Tableau N° 37</b> : Matrice de corrélation.....	69

Introduction générale.....01

**Chapitre I : Synthèse bibliographique sur le cèdre de l'Atlas**

1. Aperçu historique sur le cèdre..... 03

2. Quelques caractères botaniques du genre *Cedrus* ..... 03

3. Position systématique du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti)..... 05

4. Caractéristiques botaniques du cèdre de l'Atlas ..... 05

5. Les aires de répartition géographique du cèdre de l'Atlas ..... 07

    5.1. Aire naturelle ..... 08

    5.2. Aire d'introduction ..... 11

6. Facteurs de répartition du cèdre de l'Atlas..... 11

    6.1. Précipitations ..... 11

    6.2. Températures ..... 12

    6.3. Altitude ..... 12

    6.4. Bioclimats ..... 12

    6.5. Exposition..... 13

    6.6. Substrat ..... 14

7. Autres facteurs climatiques ..... 15

    7.1. Humidité de l'air ..... 15

    7.2. Enneigement ..... 15

    7.3. Gelées ..... 15

8. Ennemis du cèdre de l'Atlas ..... 15

9. Phytosociologie ..... 17

10. Régénération du cèdre de l'Atlas ..... 17

    10.1. La fructification ..... 18

        10.1.1. Les fleurs mâles ..... 18

        10.1.2. Les inflorescences femelles ..... 18

    10.2. Germination des graines du cèdre ..... 20

    10.3. Développement des semis et la survie des plantules ..... 21

**Chapitre II : Présentation de la région d'étude**

1. Historique sur le Parc National de Djurdjura ..... 22

---

---

2.	Situation géographique.....	22
3.	Situation administrative.....	22
4.	Occupation des terres .....	22
5.	Etude du milieu physique .....	24
5.1.	Géologie.....	24
5.2.	Géomorphologie .....	24
5.3.	Pédologie .....	24
5.4.	Hydrologie et hydrographie .....	24
6.	Etude du milieu biotique .....	26
6.1.	Flore .....	26
6.2.	Faune .....	27
7.	Climat et éléments climatiques .....	27
7.1.	Températures.....	27
7.1.1.	Gradient thermique .....	28
7.1.2.	Amplitudes thermiques.....	31
7.2.	Les précipitations .....	32
7.2.1.	Gradient pluviométrique.....	33
7.2.2.	Régime pluviométrique .....	34
7.3.	Synthèse climatique .....	36
7.3.1.	Diagrammes ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN.....	36
7.3.2.	Climagramme d'EMBERGER .....	37

### **Chapitre III : Matériels et méthodes**

1.	Objectif de l'étude .....	40
2.	Matériels et méthodes.....	40
2.1.	Matériel utilisé.....	40
2.2.	Méthodes .....	40
3.	Hypothèses du travail .....	40
4.	Choix des stations.....	41
5.	Echantillonnage .....	42
5.1.	Choix des placettes.....	42

5.2. Fiche du terrain.....	43
6. Exploitation des données.....	45
6.1. Les variables à analyser.....	45
6.1.1. Mesure de la variable à expliquer.....	45
6.1.2. Mesure des variables explicatives.....	45
6.1.2.1. Les variables écologiques.....	45
6.1.2.2. Autres facteurs.....	46

#### **Chapitre IV : Résultats et discussions**

1. Procédé d'analyse.....	48
1.1. Statistiques descriptives.....	48
1.1.1. L'effectif des semis dans les trois stations en fonction des classes d'âge.....	48
1.1.2. L'effectif des semis et leurs hauteurs moyennes en fonction des années au niveau de la station Tizi Toumlilt.....	50
1.1.3. Effectifs des semis et leurs hauteurs moyennes en fonction des années de la station Thalla Iguarfioun.....	51
1.1.4. Les moyennes des effectifs des semis de la station d'Ighil Inguel selon les expositions Nord et Sud.....	52
1.1.5. Discussion.....	53
1.1.6. Evolution de la hauteur moyenne des semis en fonction des années au niveau des deux stations ; Tizi Toumlilt et Thalla Iguarfioun.....	54
1.2. Comparaisons des effectifs et des semis entre les classes d'âge dans chaque station.....	55
1.2.1. Test d'ANOVA ; l'influence stationnelle sur répartition des semis en fonction des classes d'âge au niveau de la station de Tizi Toumlilt sise à 1820 à 1860 m d'altitude.....	55
1.2.2. Test d'ANOVA pour l'influence stationnelle sur la répartition des semis en fonction des classes d'âge au niveau de la station de Thalla Igarfioun sise entre 1660 et 1700 m d'altitude.....	57

---

---

1.2.3. Test-t pour deux échantillons indépendants pour tester la répartition des semis en fonction de l'exposition au niveau de la station d'Ighil Inguel (1470 à 1510 m d'altitude) .....	58
1.3. Comparaison entre les stations Tizi Toumlilt et Thalla Iguafioun .....	59
1.3.1. Comparaison du nombre des effectifs des semis de mêmes classes d'âge entre les deux stations.....	59
1.3.2. Conclusion .....	61
1.3.3. Comparaison des hauteurs moyennes des semis des mêmes classes d'âge entre les deux stations ; Tizi Toumlilt et Thalla Iguarfioun .....	62
1.3.3.1. Comparaison des hauteurs moyennes des classes d'âge de 1 à 3 ans .....	62
1.3.3.2. Comparaison des hauteurs moyennes des classes d'âge de 3 à 5 ans .....	63
1.3.3.3. Comparaison des hauteurs moyennes des classes d'âge de 5 à 7 ans .....	63
2.3.3.4. Comparaison des hauteurs moyennes des classes d'âge de 7 à 9 ans .....	64
1.3.3.5. Comparaison des hauteurs moyennes des classes d'âge de 9 à 11 ans ....	65
1.3.4. Discussion.....	66
2. Analyse en composantes principales (ACP).....	66
2.1. Discussion.....	70
2.2. Conclusion.....	72
3. La phyto-écologie des stations d'étude .....	73
3.1. Discussion.....	75
5.2. Conclusion .....	76
Conclusion générale et perspectives. ....	77
Références bibliographiques.....	79
Annexes.....	83

*Introduction*  
*générale*

Le cèdre de l'Atlas « *Cedrus atlantica* Manetti », est une essence forestière originaire d'Afrique du Nord. Elle est considérée comme étant l'essence noble par excellence (BOUDY, 1950 *in* KROUCHI, 2010). En Algérie, le cèdre apparaît en populations très dispersées occupant partout les sommets de montagnes.

D'après DERRIDJ (1990) les cédraies algériennes ont énormément régressé suite à leurs exploitations incontrôlées pendant plusieurs millénaires. 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.

TOTH (1980) précise que l'obstacle majeur à l'installation des semis de cèdre, est le manque d'une réglementation sévère des parcours (moutons et chèvres). Dans le cas où le pâturage est intense, BENTOUATI (2008) souligne que celui-ci va entraîner une ouverture des peuplements et la disparition du cèdre, suite au pacage et au broutage des jeunes plantules et rendre ainsi la régénération naturelle très faible ou même nulle.

Afin de mieux protéger et restaurer ces cédraies, il est très utile d'avoir des connaissances approfondies sur les mécanismes de régénération du cèdre. Ses exigences sont essentiellement : écologiques, climatiques et en général le mode de fonctionnement des écosystèmes forestiers en particulier ceux des cédraies. DERRIDJ (1990) atteste qu'il est urgent de définir une politique pragmatique tenant compte des populations riveraines pour lesquelles le pastoralisme demeure parfois comme seul moyen de subsistance. Cela pour au moins sauvegarder les cédraies actuelles.

En plus des pressions anthropozoïques qui se sont exercées sur les cédraies, il ya 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.

En vue de savoir beaucoup plus sur le processus de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas au niveau du Parc National de Djurdjura, nous avons entrepris cette étude dans trois stations différentes à Tala-Guilef. Nous avons effectué le choix des stations d'étude en

fonction de l'altitude. Seules les stations présentant une régénération ont été prises en considération pour mettre en évidence l'effet des facteurs écologiques, édaphiques et anthropiques sur cette régénération.

Le travail présenté dans le cadre de ce mémoire, est divisé en quatre 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 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 I*

## Synthèse bibliographique sur le cèdre de l'Atlas



## 1. Aperçu historique sur le cèdre

L'ensemble des études palynologiques montre que parmi les espèces arborées, deux espèces ont joué un rôle important dans les écosystèmes durant l'Holocène : *Cedrus atlantica* et *Quercus ilex*. Des pollens à Tigalmamine et Sidi Ali au moyen Atlas marocain, ont prouvé que *Cedrus atlantica* est apparu rudement après 7000 ans BP. Un prélèvement de pollen à Ifrah, situé également dans le moyen Atlas a prouvé que le cèdre de l'Atlas était présent tout au long de la période glaciaire, mais en fait, tôt avait régressé pendant l'holocène. Une hypothèse est que la température d'hiver était trop élevée pendant l'holocène, c'est ce qui a empêché son expansion (SEMAH et RENAULT-MISKOVSKY, 2004)

Sa répartition ne fut pas toujours celle que nous connaissons actuellement. Toutefois le cèdre existait -dans l'ensemble du nord du bassin circumméditerranéen, dans de très nombreuses stations européennes à l'époque du mio-pliocène, avant le déplacement vers le Sud de la végétation méditerranéenne, ainsi que l'ont prouvé les analyses polliniques de sédiments (PONS ,1964 in TOTH, 1980).

## 2. Quelques caractères botaniques du genre *Cedrus*

Le genre *Cedrus* comprend quatre espèces qui sont : *Cedrus libani* (cèdre de Liban), *Cedrus brevifolia* (cèdre de Chypre), *Cedrus atlantica* Manetti et *Cedrus deodara* (espèce himalayenne). Ce genre se distingue des autres espèces des pinacées par la présence de deux sortes de rameaux, les uns sont courts (mésoblastes), portant des aiguilles persistantes rassemblées en rosettes, portés par d'autres de longueur normale (auxiblastes) garnis d'aiguilles disposées en spirale (TOTH, 2005). Le même auteur ajoute, les aiguilles du cèdre sont persistantes, et leur durée de vie est de trois ans. Cependant chaque année 1/3 des aiguilles tombent et sont renouvelées.

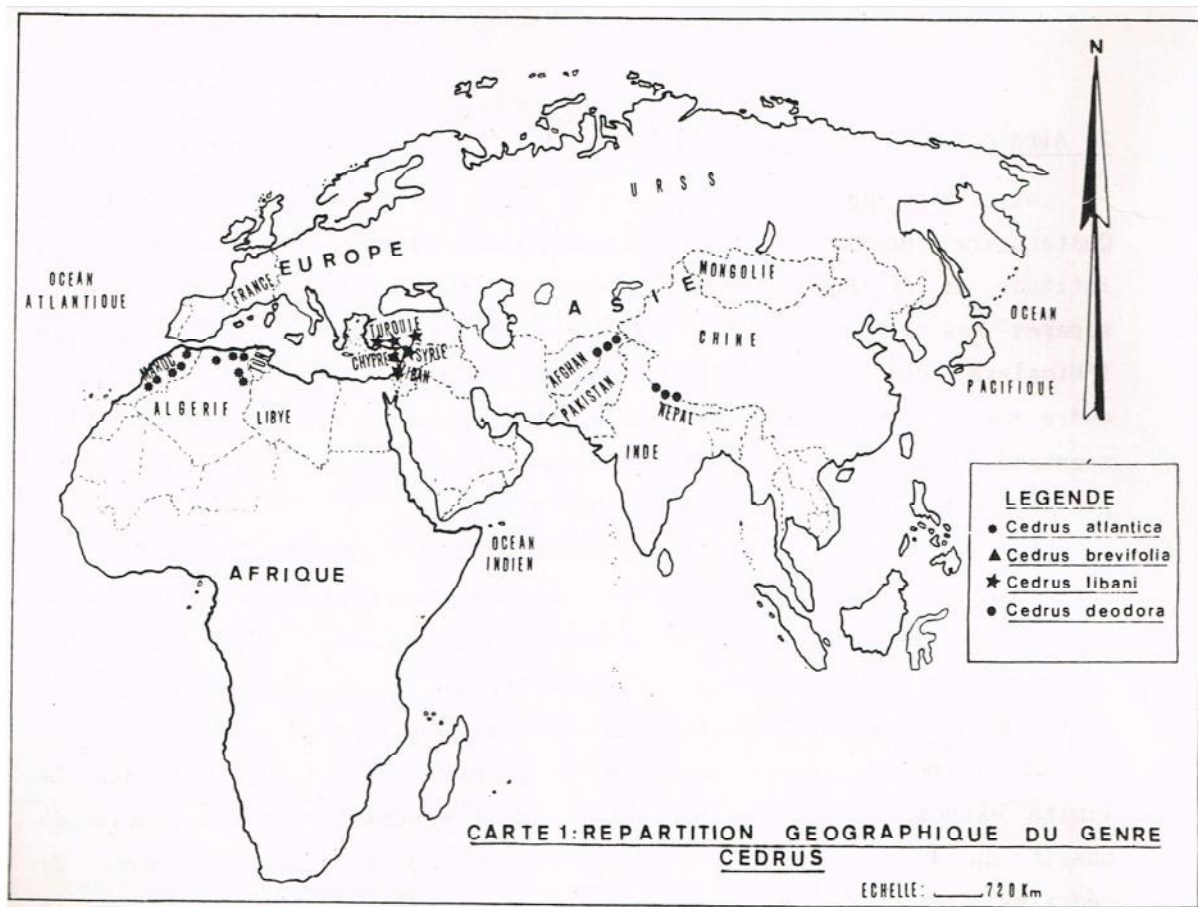
Le genre *Cedrus* porte des cônes constitués d'écailles disposées en spirale ; les cônes mâles et femelles sont séparés, mais portés par le même spécimen (plante monoïque).

De nombreux chercheurs ont fait la description des quatre espèces constituant le genre *Cedrus* et des comparaisons entre elles. Cependant ils ont appréhendé plusieurs différences. Quelques-unes de ces dernières ont été résumées dans le tableau suivant :

Espèce	<i>C. atlantica</i>	<i>C. libani</i>	<i>C. brevifolia</i>	<i>C. deodara</i>
Taille des aiguilles (cm)	1 à 2,5	1 à 3,5	0,5 à 1,5	2 à 6
Cônes - longueur (cm)	5 à 8	8 à 12	5 à 10	7 à 13
- diamètre (cm)	3 à 5	3 à 6	3 à 6	5 à 9
Graines - longueur (cm)	0,8 à 1,3	1 à 1.4	0.8 à 1.4	1 à 1.5
- envergure (cm)	2.5 à 3.5	3.5 à 4	3 à 4	3.5 à 4.5
Période de pollinisation	mi-septembre	mi-septembre	Début novembre	Début novembre
Durée de maturité	2 ans	2 ans	2 ans	1 an

**Tableau N°1 : Caractères botaniques et biologiques comparés de quatre espèces du genre *Cedrus* (FARJON, 1990 et TOTH, 2005 in EMILE ROHE, 2007)**

La répartition géographique des quatre espèces du genre *Cedrus* dans le monde est indiquée par la figure suivante :



**Fig. N° 1 : Répartition géographique du genre *Cedrus* (DERRIDJ, 1990)**

### 3. Position systématique du cèdre de l'Atlas (*cedrus atlantica* Manetti)

Le cèdre de l'Atlas (*cedrus atlantica* Manetti), est l'une des quatre espèces du genre *Cedrus*. Sa systématique est la suivante :

Embranchement: Spermaphytes.

Sous embranchement : Gymnospermes.

Classe : Vectrices.

Ordre : Coniférales.

Sous ordre : Abiétales.

Famille : Pinacées.

Sous famille : Abiétées.

Genre : *Cedrus*.

Espèce : *Cedrus atlantica*.

### 4. Caractéristiques botaniques du cèdre de l'Atlas (*cedrus atlantica* Manetti)

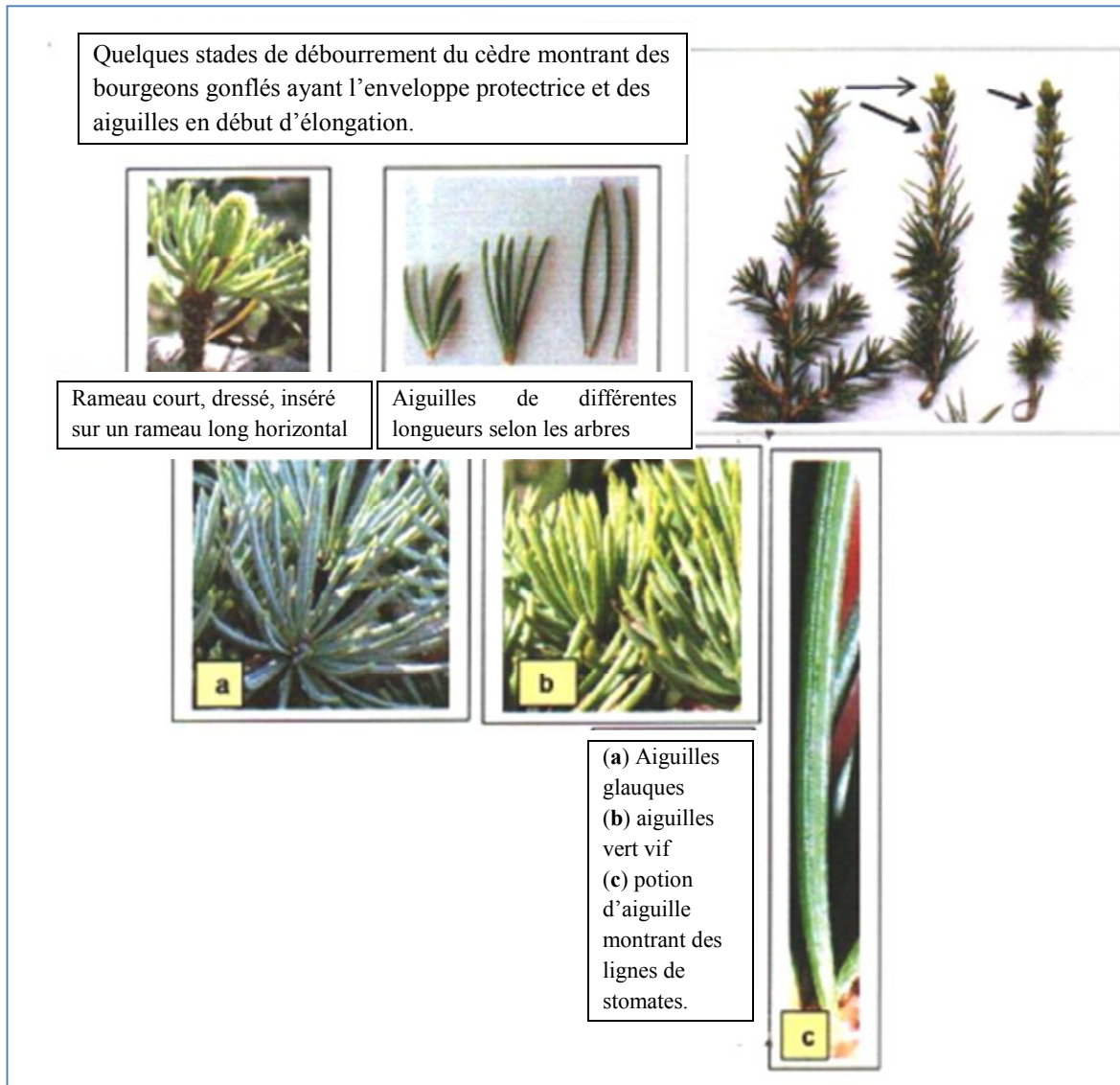
En plus des caractères du genre *Cedrus* que nous avons déjà cité dont le cèdre de l'Atlas fait partie ; ils existent des caractères qui sont propres au cèdre de l'Atlas. Ce dernier, est un arbre à port conique pyramidal à l'état jeune (BOUDY, 1950 *in* M'HIRIT, 2006). Mais devient tortueux et tabulaire chez les sujet les plus âgés (DEBAZAC, 1964 *in* ABDESSEMED, 2010). Il est de première grandeur, dépassant 50 m de hauteur. Il peut même atteindre les 60 m dans les conditions écologiques les plus favorables (DEBAZAC, 1964 *in* ABDESSEMED, 2010). Son unité architecturale est caractérisée par cinq catégories d'axes végétatifs qui sont : le tronc, la branche, le rameau long, la ramille et le rameau court (SABATIER et BARTHLEMY, 1994 *in* KROUCHI, 2010). Son écorce est de couleur grise et de forme écailleuse lisse qui se crevasse avec l'âge (M'HIRIT, 2006).

Les racines du cèdre de l'Atlas sont très étendues et ramifiées. De plus elles sont pivotantes, elles assurent la stabilité de l'arbre (TOTH, 1970). Mais elles sont rarement pivotantes et la stabilité de l'arbre est assurée (BOUDY, 1952 *in* KROUCHI, 2010). Les racines obliques sont très fortes car elles colonisent les sols profonds et humides (TOTH, 1970 *in* KROUCHI, 1995).

Les feuilles ont des formes d'aiguilles (aciculaires), raides et fines, peu aigues et de couleur verte ou glauque. Généralement sont arquées et groupées en rosettes denses de 30 à 40 aiguilles sur des rameaux courts (M'HIRIT, 2006). Leur longueur est légèrement variable,

généralement elle est de 10 à 25 mm. D'après M'HIRIT (2006), elle est de 1 à 2 cm. KROUCHI (2010) a fait des mesures de la longueur des aiguilles au niveau de la cédraie de Tala-Guilef sur deux échantillons, l'un est de 30 arbres et l'autre est de 79 arbres ; les résultats obtenus sont respectivement 17mm et 19,32 mm.

La figure suivante nous montre les aiguilles de cèdre de l'Atlas et quelques stades de son débourrement.



**Fig. N° 2 : Les aiguilles de cèdre de l'Atlas et quelques stades de son débourrement (KROUCHI, 2010)**

Selon TOTH (1990) *in* KHANFOUCI (2005), le cèdre de l'Atlas devient fructifère à partir de l'âge de 20 à 30 ans. En revanche, M'HIRIT (2006) indique que sa fructification aura lieu à partir de 15 à 20 ans. En effet, les deux auteurs affirment que l'âge de fructification du cèdre

de l'Atlas est lié étroitement à la station. Cependant la fructification est précoce si les facteurs du milieu sont favorables ou tardive en cas de conditions rudes ou défavorables.

D'après KROUCHI (2010), les organes mâles (chatons) et les organes femelles (inflorescences) se retrouvent sur le même arbre (espèce monoïque). Ensuite, ils se développent progressivement en cônelets puis en cônes. Le même auteur ajoute, qu'on peut observer une dioïcie fonctionnelle chez les arbres dont certains tendent à être plutôt femelles et d'autres plutôt mâles.

D'après TOTH (2005) l'inflorescence mâle se présente en chatons solitaires de 4 à 5 cm de longueur et de 1 cm de diamètre environ à maturité, elles sont de couleur jaune verdâtre. L'inflorescence femelle est solitaire. Elle est de 1 cm de longueur et quelques millimètres de diamètre avec une couleur vert pâle, ensuite elle se développe en cône.

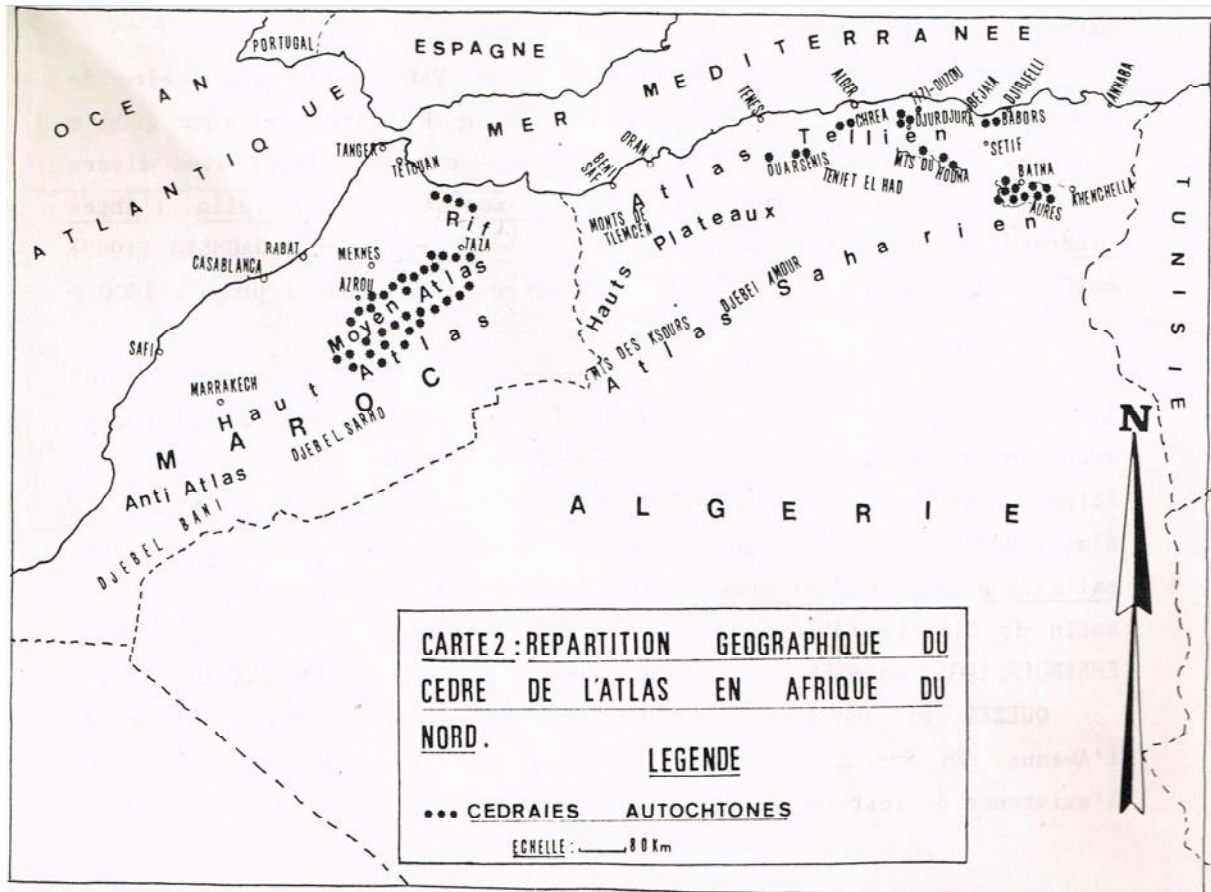
Le poids du cône, à l'échelle des provenances algériennes, est en moyenne de 55.83 g, sa longueur de 6.28 cm et son diamètre de 5.17 cm (DERRIDJ, 1990).

Les graines du cèdre ont une forme triangulaire de taille de 10 à 15 mm de longueur, prennent des couleurs ternes tendant vers le marron, et munies d'aile longue, tendre et enveloppées d'une pellicule résineuse protectrice ; si cette pellicule est lésée, la germination devient impossible (BENSSACI, 2006 *in* RAHMANI, 2010).

La longévité du cèdre de l'Atlas est impressionnante, elle dépasse certainement 600 à 700 ans, on lui attribue 1000 ans et plus. Il peut donner des graines fertiles jusqu'à un âge avancé (BOUDY, 1952 *in* CHBOUKI, 1994)

## **5. Les aires de répartition géographique du cèdre de l'Atlas**

Le cèdre de l'Atlas est une espèce originaire des montagnes du Nord-africain. Son aire naturelle s'étend au Maroc en deux Blocs (le Rif et le Moyen et Haut Atlas Oriental) et en Algérie principalement sur l'Atlas tellien et l'Atlas Saharien. Sa répartition géographique est représentée sur la figure suivante.



**Fig. N° 3 : Répartition géographique du cèdre de l'Atlas en Afrique du Nord (DERRIDJ, 1990)**

Vu l'importance économique, écologique et esthétique du cèdre de l'Atlas. Ce dernier a été naturalisé grâce à son utilisation comme essence de reboisement dans des pays hors de son aire naturelle. Au début, il est utilisé pour son attrait dans les parcs et jardins, par la suite dans les reboisements forestiers (TOTH, 1980 ; AUSSENAC, 1984 *in* ABDESSEMED, 2010). D'après (M'HIRIT, 1980, 2006), le cèdre a été introduit en France en 1862, en Italie en 1864, en Bulgarie en 1890 en U.R.R.S. le même auteur ajoute, cette espèce est signalée dans quelques Etats américains (Pennsylvanie, New York, côte ouest du Pacifique). D'ailleurs (NEDJAH, 1988 *in* HOUAMEL, 2012) affirme que le cèdre de l'Atlas est parfaitement adapté aux U.S.A. Actuellement, il fait l'objet de vastes projets de reboisement.

### 5.1. Les aires naturelles du cèdre de l'Atlas

- **Maroc**

La majeure partie de l'aire naturelle du cèdre de l'Atlas est localisée au Maroc (M'HIRIT, 1982 *in* M'HIRIT, 1994). Elle est répartie sur deux blocs d'inégale importance. Le premier

bloc est dans le Moyen Atlas est le grand Atlas oriental (122.100 ha), le second est dans le Rif occidental et central avec une superficie de 11.500 ha (M'HIRIT, 1994, 2006)

- **Algérie**

L'aire naturelle du cèdre de l'Atlas en Algérie, est moins importante que celle du Maroc. En Algérie, le cèdre se présente en peuplements très dispersés occupant une surface d'environ 30.000 ha répartie sur deux ensembles naturels, d'écologie sensiblement différente (NEDJAH, 1988 *in* HOUAMEL, 2012).

Le premier, est l'ensemble méridional adapté à une forte sécheresse d'été (GAUSSEN, 1967 *in* KROUCHI, 2010). Il comprend les cédraies des Aurès couvrant 17450 ha, dont les principaux massifs sont : Belezma (8.100 ha) à l'Ouest ; le Chilia, le Sgag, l'Aidel...etc. et aussi les cédraies du mont du Hodna (8.000 ha) prolongent à l'ouest (DERRIDJ, 1990).

Le second ensemble est le septentrional dans l'Atlas Tellien humide (GAUSSEN, 1967 *in* KROUCHI, 2010). Il comprend les massifs des Babors, avec 1.300 ha environ, le massif du Djurdjura avec 2.000 ha regroupant la cédraie de Tala-Guilef sur le flan Nord- Ouest, celle des Ait- ouabane sur le flan Nord-Est et enfin la cédraie de Tikjda sur le versant Sud. Aussi les cédraies de l'Ouarsenis et celle de l'Atlas Blidéen, elles occupent respectivement environ 1.500 ha et 1.000 ha (DERRIDJ, 1990).

La répartition géographique du cèdre de l'Atlas en Algérie est indiquée par la carte suivante ;

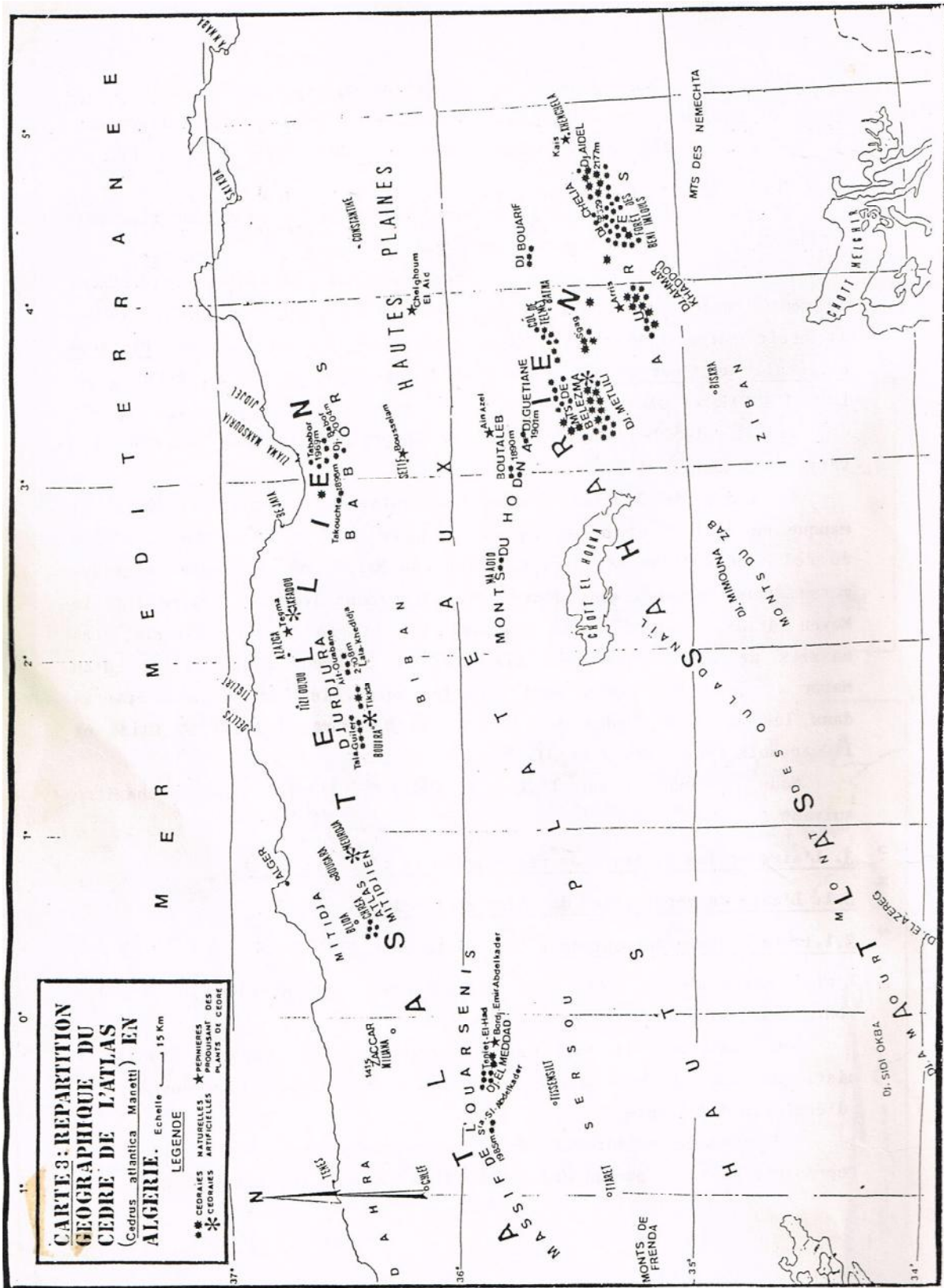


Fig. N° 4 : Répartition géographique du cèdre de l'Atlas en Algérie (DERRIDJ, 1990)

## 5.2. Aire d'introduction du cèdre de l'Atlas

La France est en tête des pays possédant des cédraies en dehors de l'aire naturelle de l'espèce. Son introduction remonte à 1862. Le plus grand secteur de reboisement est celui du mont de Ventoux qui totalise 20 000 ha de superficie, où le cèdre a multiplié sa surface par plus de cent (100) en un peu plus d'un siècle, soit 15 ha en 1862 et 20 000 en 1997 (TOTH, 2005).

Aujourd'hui, le cèdre de l'Atlas est présent plus ou moins abondamment dans 25 départements de la partie méridionale de la France (Anonyme)

## 6. Facteurs de répartition du cèdre de l'Atlas

L'hétérogénéité de la surface de la terre en termes de pluviosité, de température, d'altitude et autres caractéristiques environnementales détermine la distribution des espèces et suscite des assemblages d'espèces endémiques de biorégions particuliers (PENNY et al, 2011). Cependant les cèdres individualisent des ensembles forestiers parmi les plus remarquables du bassin méditerranéen ; forêt à *Cedrus atlantica*. (QUEZEL & MEDAIL, 2003).

### 6.1. Précipitation

D'après PUTOD (1979) in ABDESSEMED (2010), le cèdre de l'Atlas dans ses pays d'origine reçoit des lames de pluies annuelles comprises entre 450 et 1500 mm.

Selon (DERRIDJ, 1990), les cédraies de Djurdjura méridional, l'Ouarsenis, Chréa et Meurdja reçoivent une lame de pluie entre 1126 et 1420 mm par année. Cependant, celle des Babors et Djurdjura septentrional, la pluviométrie annuelle varie entre 1600 à 2100 mm / an.

D'après (BOUDY, 1950 ; M'HIRIT, 1982 ; TOTH, 1980 in HOUAMEL, 2012), la pluviométrie annuelle au niveau des Aurès varie entre 400 et 500 mm/an et dans certaines conditions peut atteindre 800 à 900 mm. En revanche le (HOUEROU, 1975 in ABDESSEMED, 2010) estime 600 mm de précipitations comme limites inférieures.

Il faut cependant noter que si l'on recherche un bilan hydrique exact, la méthode est critiquable du fait qu'elle néglige les réserves en eau du sol au moment de la germination de la graine (LEPOUTRE, 1963). Ainsi que pour l'ensemble des montagnes méditerranéennes, les gradients pluviométriques sont élevés (25 à 50 mm /100 m) (M'HIRIT, 1994).

## 6.2. Températures

La germination et la croissance du cèdre de l'Atlas s'effectue sous des températures moyennes annuelles comprises entre 8 et 14° C (TOTH, 1980 *in* ABDESSEMED, 2010).

Le cèdre est une essence qui peut supporter sans dommage des froids hivernaux importants, mais en même temps, toutes les autres caractéristiques écophysologiques analysées montrent que son écologie correspond à des climats doux (AUSSENAC, 1984 *in* Anonyme, 2014). Il vit dans ses pays d'origine avec des extrêmes absolus de (- 25 °C et + 35 °C) (PUTOD, 1979 *in* ABDESSEMED, 2010).

Les cédraies du pourtour méditerranéen subissent un climat présentant un à trois mois biologiquement secs dans l'année (sécheresse estivale ;  $p \text{ (mm)} < 2T \text{ (}^\circ\text{C)}$ ). (Quezel, 1976 *in* Krouchi, 2010)

## 6.3. Altitude

Les limites inférieures et supérieures diffèrent d'une cédraie à l'autre. En Algérie, la limite inférieure est fonction de la plus ou moins grande humidité de la station. Elle se situe entre 1400 et 1500 mètres en versant Nord et à partir de 1600 mètres en versant Sud (BOUDY, 1950 *in* HOUAMEL, 2012). Il existe en moyenne un décalage de 200 m ; c'est-à-dire qu'il débute à partir de 1600 mètres (ABDESSEMED, 1981 *in* HOUAMEL, 2012).

Au Djurdjura, elle est située à 1400 mètres sur le versant Nord et à 1600 mètres sur le versant Sud d'après (LAPIE et MAIGE *in* DERRIDJ, 1985).

Pour la limite supérieure du cèdre de l'Atlas, (Le HOUEROU et *al*, 1979 *in* MEDDOUR, 2010) indique que les plus hauts sommets portent des forêts de cèdre ; elles sont toutes plus ou moins dégradées.

## 6.4. Exposition

Elle joue un rôle très important dans la répartition des précipitations et des températures, en effet, les versants Nord sont plus humides par rapport aux versants Sud. En Algérie, les expositions Nord et Nord-Ouest sont non seulement bien arrosées mais également à l'abri des vents desséchants (Sirocco), et portent les plus belles cédraies en raison de leur humidité (KHANFOUCI, 2005).

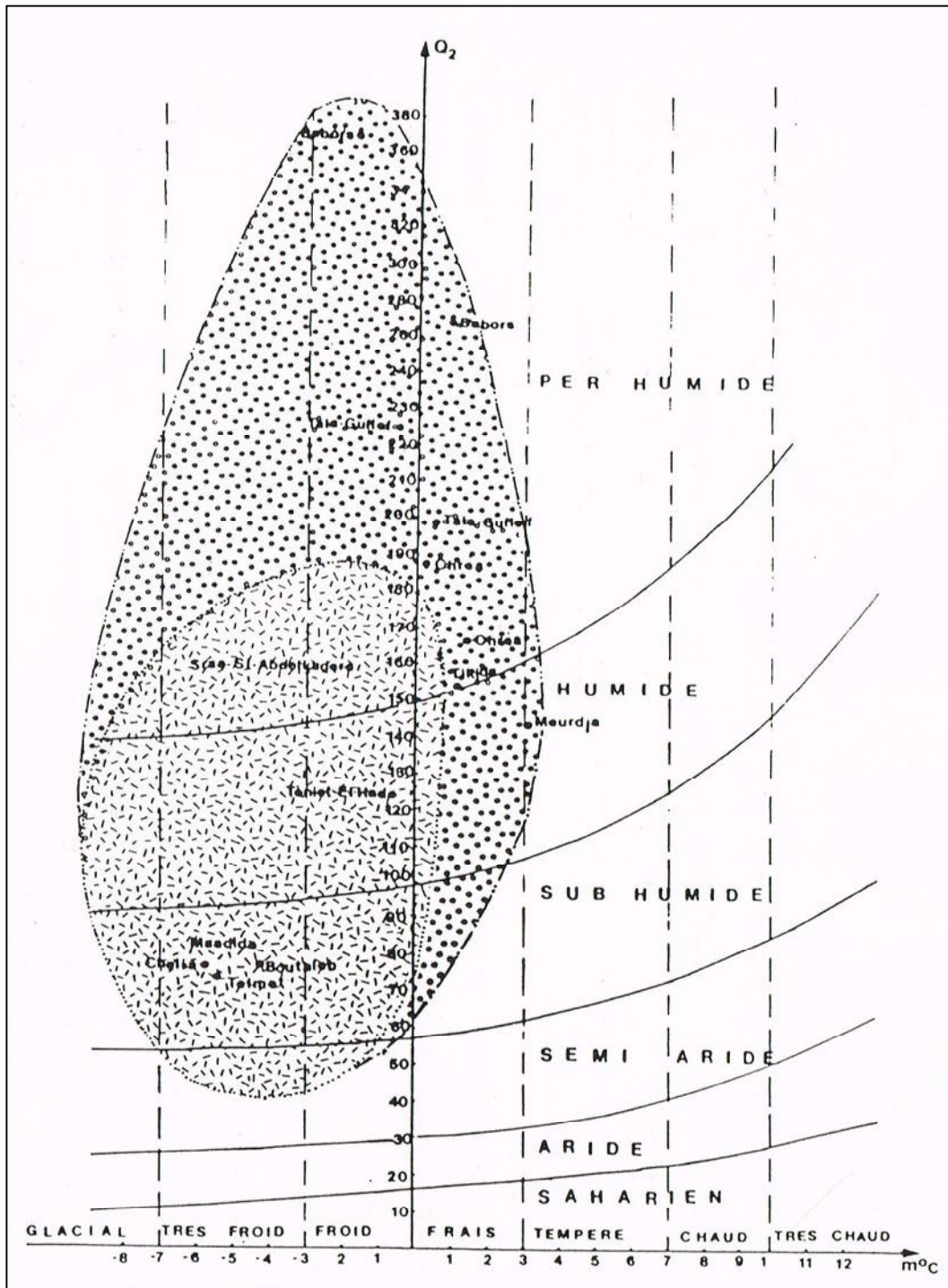
Au Maroc, la plupart des cédraies sont localisées dans l'étage humide. Elles sont toutes exposées aux vents d'Ouest chargés d'humidité (M'HIRIT, 2006).

### 6.5. Bioclimats

En Algérie, le cèdre de l'Atlas s'accommode aux climats très différents (KROUCHI, 2010), car il se trouve dans différentes situations bioclimatiques au centre et l'Est du Pays (Yahi, 1989). Les cédraies septentrionales (Atlas Blidéen, Djurdjura et massif des Babors) sont soumises à un bioclimat humide, variante fraîche voire per-humide (MEDDOUR, 1994). Par contre celle de l'Atlas Saharien (Hodna, Aurès), s'inscrivent dans l'étage bioclimatique subhumide froid (KROUCHI, 2010). Du point de vue bioclimatique, les cédraies les moins arrosées reçoivent plus de 500 mm de pluie par an (BENABID, 1994)

Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) se montre sur certains sommets à l'étage supraméditerranéen (*Quercu-Cedretalia atlanticae*) (Meddour, 2010).

D'après DERRIDJ (1990), les aires de répartition des cédraies algériennes s'étalent de la limite supérieure du semi-aride supérieur à variante froide ou très froide jusqu'au perhumide à variante froide à très froide, comme l'indique la figure suivante.



**Fig. N° 5 : Projection de quelques stations de cèdre sur le climagramme d’Emberger (DERRIDJ, 1990)**

**6.6. Le substrat**

D’une façon générale, les cédraies du circumméditerranéen sont localisées sur des substrats calcaires (QUEZEL, 1980 *in* KROUCHI, 2010). En outre, sur le plan géologique, le cèdre colonise des substrats très variés, schistes néocomiens, grès blancs, grès et quartzites,

calcaires massifs, calcaires dolomitiques et dolomie, marno-calcaires et marnes (NEDJAH, 1994).

Le cèdre préfère les sols meubles, caillouteux, profonds et perméables, il redoute les terrains mal drainés, asphyxiants et les sols à dolomie (DERRIDJ, 1985). Le neuf dixième des cédraies en Algérie se rencontre sur les formations siliceuses et bien en moindre proportion sur les calcaires (BOUDY, 1952).

## **7. Autres facteurs**

### **7.1. L'humidité de l'air**

L'humidité relative constitue par ses écarts brutaux, l'un des caractères climatiques les plus importants des montagnes de l'Afrique du Nord (QUEZEL, 1980). La région de Tala-Guilef est caractérisée par une hygrométrie variant au cours de l'année ; elle est de 64% au printemps et de 40% en été (ABDESSELAM, 1995 *in* KROUCHI, 2010).

### **7.2. L'enneigement**

En plus du rôle que joue l'enneigement sur la levée de dormance des graines, il constitue un potentiel hydrique important pour le sol, et son importance augmente avec la persistance du couvert neigeux. Selon BELIN (1945) *in* KROUCHI (2010) le Djurdjura reçoit des précipitations neigeuses de Novembre à Mars. Elles tombent chaque année avec une moyenne annuelle de 15 jours/an à Tikjda (CHALABI, 1980).

### **7.3. Gelées**

Malgré les effets négatifs du gel sur le développement et la croissance végétale par la chute brutale et excessive des températures, néanmoins ils contribuent à la désarticulation des cônes et donc la dissémination des graines du cèdre. BOUTAMINE (1987), a signalé l'existence de gelées à Tikjda sur une période de 115 à 145 jours par année, allant de Décembre à Mars.

## **8. 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. 6) 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)



**Fig. N° 6 : La *Dynaspidiotus regnieri* sur les aiguilles de cèdre de l'Atlas (GERMAIN, 2014)**

## 9. Phytosociologie

Le cèdre participe à des groupements très variés selon les conditions écologiques (températures, pluviométrie et altitude) et les conditions édaphiques allant du semi-aride à l'humide sur différents substrats (ABDESSEMED, 1981).

D'après MESTAR (1995), le cèdre de l'Atlas à Tala-Guilef apparaissait en vieux sujets rabougris en haute altitude. En revanche en basse altitude, le même auteur a signalé la présence d'une formation forestière où le cèdre est associé au chêne vert ainsi la présence d'autres espèces accompagnatrices du cèdre comme : *Quercus faginea*, *Prunus avium*, *Taxus baccata*, *Acer obtusatum* et *A. monspessulanum*.

Dans le Djurdjura le cèdre est associé à *Pinus nigra* subq. *mauretanic*, et au sapin de Numidie (*Abies numidica*) dans les monts de Babors (QUEZEL & BARBERO, 1985).

Au niveau des montagnes d'Ait-Ouabanes MADIOUNI & YAHY (1989), ont signalé l'existence d'une faible diversité floristique en raison du couvert dense et de l'ambiance humide créée par *Cedrus atlantica*, *Taxus baccata* et *Ilex aquifolium*. Les espèces forestières sciaphiles qui y sont présentes : *Bupleurum balansae*, *potentilla micrantha*, *Doronicum atlanticum*, *Viola sylvestris*, *Bunium alpinum*.

Dans les Aurès, le faciès est sec caractérisé par les espèces suivantes : *Cedrus atlantica*, *Quercus ilex*, *Pinus halepensis*, *juniperus thurifera*, *Ampelodesma mauretanic* et *Fraxinus xanthoxyoides* (HALITIM, 2006).

Dans les monts de Chréa sur l'Atlas Blidéen, le massif de Djurdjura et dans les Babors le faciès est plus humide caractérisé par les espèces suivantes : *Cedrus atlantica*, *Quercus ilex*, Chêne zeen (*Quercus canariensis*) et l'If (*Taxus baccata*) (HALITIM, 2006).

## 10. Régénération naturelle du cèdre de l'Atlas

La régénération du cèdre est soumise à des contraintes climatiques étroites, déterminées par les exigences de la plante vis-à-vis de l'eau, du sol et du froid (LECOMPTE et LEPOUTRE, 1975).

Une bonne année de fructification n'assure pas obligatoirement une forte intensité de semis naturels car si la dissémination des graines s'effectue tardivement à cause de la non-concordance des trois facteurs successifs nécessaires à la désarticulation des cônes

(imbibition, gel, dégel) ou si elle est suivie d'une période de sécheresse prolongée (TOTH, 2005).

### **10.1. La fructification**

Le cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas, depuis la production des graines jusqu'à leur dissémination, s'étale sur trois années (TILL, 1985 *in* EMILE ROHE, 2007), mais il peut se prolonger jusqu'à quatre ans dans certaines conditions (TOTH, 1984).

#### **10.1.1. Les inflorescences mâles**

L'inflorescence mâle apparaît fin juin de l'année N (N représente l'année de floraison) sous la forme de bourgeon arrondi, vert tendre de quelques millimètres au cœur d'une rosette d'aiguilles. Elle croît progressivement jusqu'à sa taille définitive (1 cm de diamètre et 2 -5 cm de longueur) atteinte début septembre, en devenant jaune verdâtre. Elle arrive à la maturité mi-septembre, moment où elle s'ouvre pour confier au vent ses grains de pollen, puis sèche assez lentement pour tomber pendant l'automne ou l'hiver (DERRIDJ, 1990, TOTH, 2005, EMILE ROHE, 2007).

#### **10.1.2. Les inflorescences femelles**

##### **a- Année N**

L'inflorescence femelle est solitaire, dressée et insérée à l'extrémité d'un rameau court (DERRIDJ, 1990). Au début elle est très semblable à l'inflorescence mâle. Mais elle apparaît plus tard, fin d'août (TOTH, 2005). Sa croissance est rapide, elle atteint la taille de 0.5 cm de diamètre et 1.5 cm de longueur à la mi-septembre, tout en restant verte, avec des écailles ouvertes pendant le même mois, alors que le chaton mâle libère ses grains de pollen permettant la pénétration des grains de pollen que lui apporte le vent. En octobre, les écailles se renferment lentement et l'inflorescence se transforme en cônelet, sans changer de dimension ni de couleur. (DERRIDJ, 1990 ; TOTH, 2005)

Les grains de pollen ayant atteint une fleur femelle sont progressivement canalisés vers un ovule et s'installent à l'intérieur du micropyle. Ils y passeront l'hiver bien protégés sans émettre de tube pollinique. La fécondation proprement dite aura lieu 08 mois après la pollinisation (TOTH, 2005).

**b- Année N+1**

L'année de la fécondation, pendant les deux mois qui suivent le débourrement, de fin Mars à fin Mai, les cônelets et leurs ovules doublent de dimension.

A la fin Mai, les graines de pollen émettent leurs tubes polliniques vers l'intérieur de l'ovule, permettant ainsi la fusion des gamètes mâles et femelle. Les cônelets deviennent alors des cônes qui vont continuer à grossir en gardant leur couleur verte jusqu'à septembre où ils atteignent leur taille définitive (diamètre 3 à 5 cm, longueur 5 à 8 cm). Vers les mois de Septembre et d'Octobre, les cônes vont connaître une sorte de décroissance de poids qui coïncide avec les virages de couleur. A la fin de l'année N+1, les cônes ne contiennent plus que 20 % d'eau, les graines sont déjà formées (DERRIDJ, 1990 ; TOTH, 2005).

**c- Année N+2**

La déshydratation des cônes se poursuit jusqu'au mois d'Août, sans aucun changement d'aspect, c'est-à-dire les cônes restent dures et les écailles fermées. L'ouverture des écailles commence en haut des cônes au mois de Septembre et se poursuit au cours du mois d'octobre. La désarticulation des cônes et la dissémination naturelle des graines commence à partir de la deuxième partie de Novembre et peut durer jusqu'en Avril de l'année N+3. Les rachis demeurent longtemps sur les rameaux (TOTH, 2005).

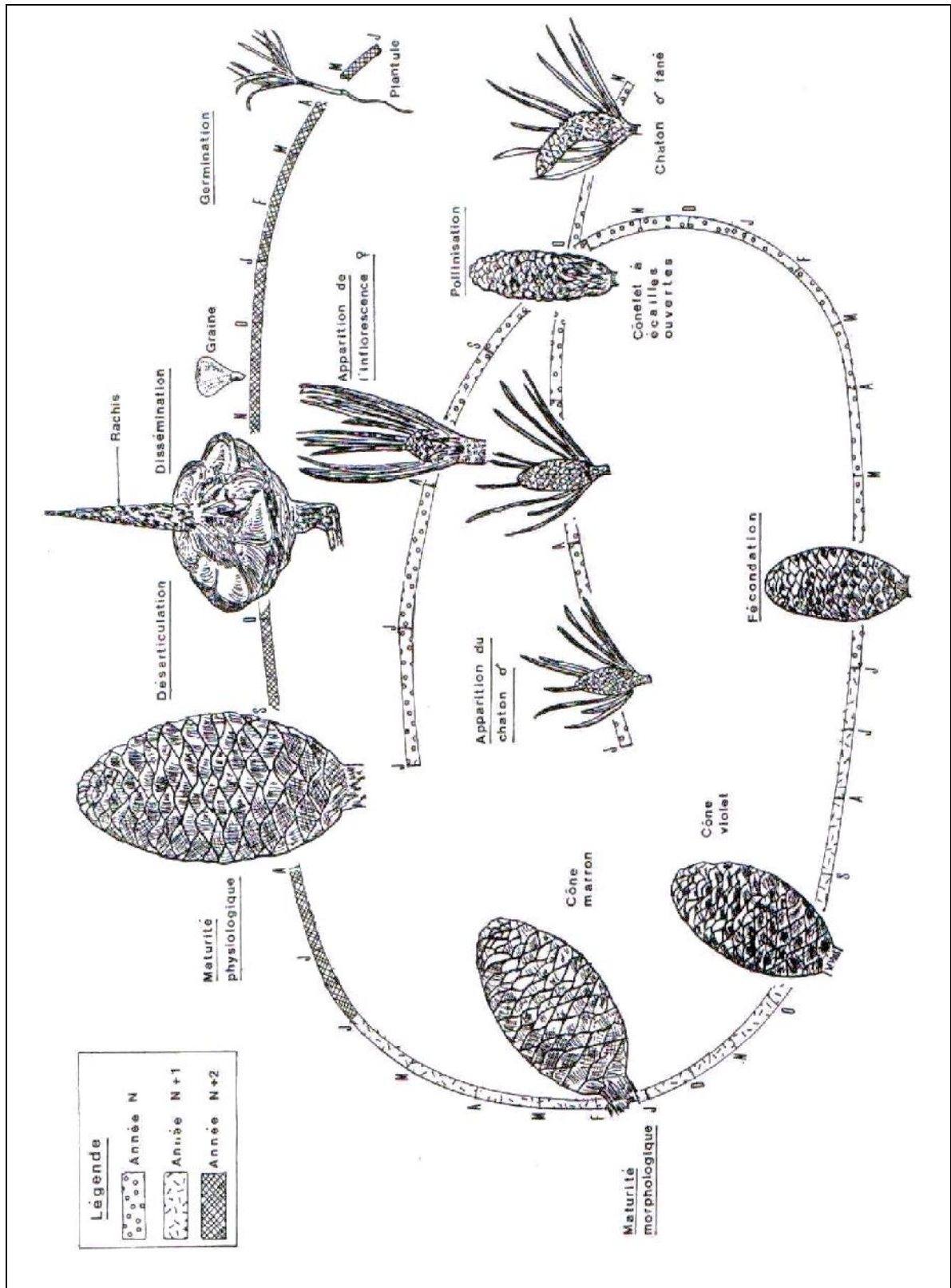


Fig. N° 7 : Cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas (DERRIDJ, 1990)

### 10.2. Germination des graines du cèdre

La germination des graines du cèdre est caractérisée par le passage d'une vie ralentie à une vie active par le développement de l'embryon (DERRIDJ, 1990). Selon NEDJAH (1988), elle est conditionnée par la maturité des graines, une humidité modérée, l'oxygène et les températures basses. LEPOUTRE (1963) indique que si la température maximale journalière avoisine les 10 °C pendant 7 à 10 jours, la graine du cèdre ne peut pas germer.

### 10.3. Développement des semis et la survie des plantules

Du point de vue édaphique, ces cédraies s'installent sur divers types de substrats (BOUDY, 1950; QUEZEL, 1976; BENABID, 1982 *in* BENABID., 1994). La présence d'un tapis herbacé peut provoquer une concurrence vitale avec les jeunes semis. Cependant, l'absence de ce concurrent est favorable pour l'installation et le maintien des semis et donc pour une meilleure régénération du cèdre (BOUDY, 1952).

## 11. Conclusion

Notre étude bibliographique sur le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti), nous a montré que sa régénération naturelle, est dépendante d'un ensemble de facteurs intrinsèques et extrinsèques qui s'expriment aux cours de toutes les phases de son renouvellement. Aujourd'hui, la pérennité de certaines cédraies est menacée. Cela, suite à des difficultés régénératives de leurs peuplements, d'où la nécessité de prise de conscience est évidente. De nombreux problèmes de différents ordres (biologiques, climatiques, anthropiques) présentent une entrave à cette régénération comme les insectes ravageurs, la succession de périodes sécheresse, le pâturage intensif et les incendies. Mais cette étude, nous a précisé également les facteurs de réussite de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas notamment les facteurs du milieu : un sol profond, des températures minimales et maximales propices, une importante lame de précipitations annuelle avoisinant 600 mm, une faible concurrence des semis et l'importance de l'éclairement due au recouvrement et à l'exposition. Mais il existe d'autres facteurs qui sont propres à l'espèce tels que la bonne fructification et la qualité des graines produites.

# *Chapitre II*

## Présentation de la région d'étude



### **1. Historique du Parc National du Djurdjura**

D'après BENMOUFFOK (1993), depuis longtemps, le Parc National du Djurdjura faisait l'objet de plusieurs études. Parmi les plus anciennes, l'auteur a cité les travaux de phytogéographie de (LAPIE, 1909), de phytosociologie (MAIRE, 1926), de géologie (FLANDRIN, 1952), d'analyses floristiques (QUEZEL, 1957) et d'économie forestière (BOUDY, 1950).

Grâce à son attrait et ses qualités naturelles qui lui valurent le statut de Parc National, il a été conçu durant la période coloniale suite à l'arrêté gouvernemental du 18 septembre 1925 avec une superficie de 16550 ha. Après l'indépendance de l'Algérie, le Parc en question a été officiellement fondé suite au décret présidentiel 83-460 du 23 juillet 1983 avec une superficie totale de 18550 ha intégrant des portions de territoires de deux wilayas dont 10340 ha au versant Nord (Tizi-Ouzou) et 8210 ha au flanc Sud (Bouira) (LOUKKAS, 2006).

Le Parc National du Djurdjura est reconnu par l'UNESCO comme patrimoine mondial en 1992. Par la suite, il est classé comme une réserve de la biosphère en 1997 par la même organisation (LOUKKAS, 2006).

### **2. Situation géographique**

Le Parc National du Djurdjura est situé au nord de l'Algérie dans la région de la Kabylie, à environ 150 km au Sud-est d'Alger et à 40 km du littoral méditerranéen (DERRIDJ, 1985).

Selon LOUKKAS (2006), le territoire du parc est constitué par la chaîne de montagne calcaire s'étalant sur 50 km d'Est en Ouest et ayant en moyenne 5 km de largeur. Cette chaîne se divise en trois parties : le massif oriental, Tamgout de Lalla-Khedidja (2308 m) ; le massif central de l'Akouker, entre Tizi-Kouilal et l'Alma (Ras Timedouine : 2305 m) ; le massif occidental de Haïzer (2164 m).

### **3. Situation administrative**

Le Parc National du Djurdjura intègre des portions de territoires des deux wilayas : Tizi-Ouzou et Bouira. Il s'étend sur les territoires de dix-huit communes (LOUKKAS, 2006). Le Parc National du Djurdjura est un établissement public à caractère administratif, dont le siège est situé à la wilaya de Bouira. Il est actuellement sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Il dépend de la Direction Générale des Forêts (D.G.F).

### **4. Occupation des terres**

Selon les données du Parc National du Djurdjura, plusieurs unités physionomiques y sont présentes (PND, 2011).

- Les forêts : 5672 ha soit 30,58 % de la superficie du Parc.
- Les pelouses : 6907 ha soit 37,24 % de la superficie du Parc.

- Les formations rupicoles : 93,4 ha soit 0,5 % de la superficie du Parc.
- Les reboisements : 96,8 ha soit 0,52 % de la superficie du Parc.
- Les cultures : 758,80 ha soit 4,10 % de la superficie du Parc.
- Falaises et escarpements rocheux : 5021 ha soit 27,06 % de la superficie du Parc.

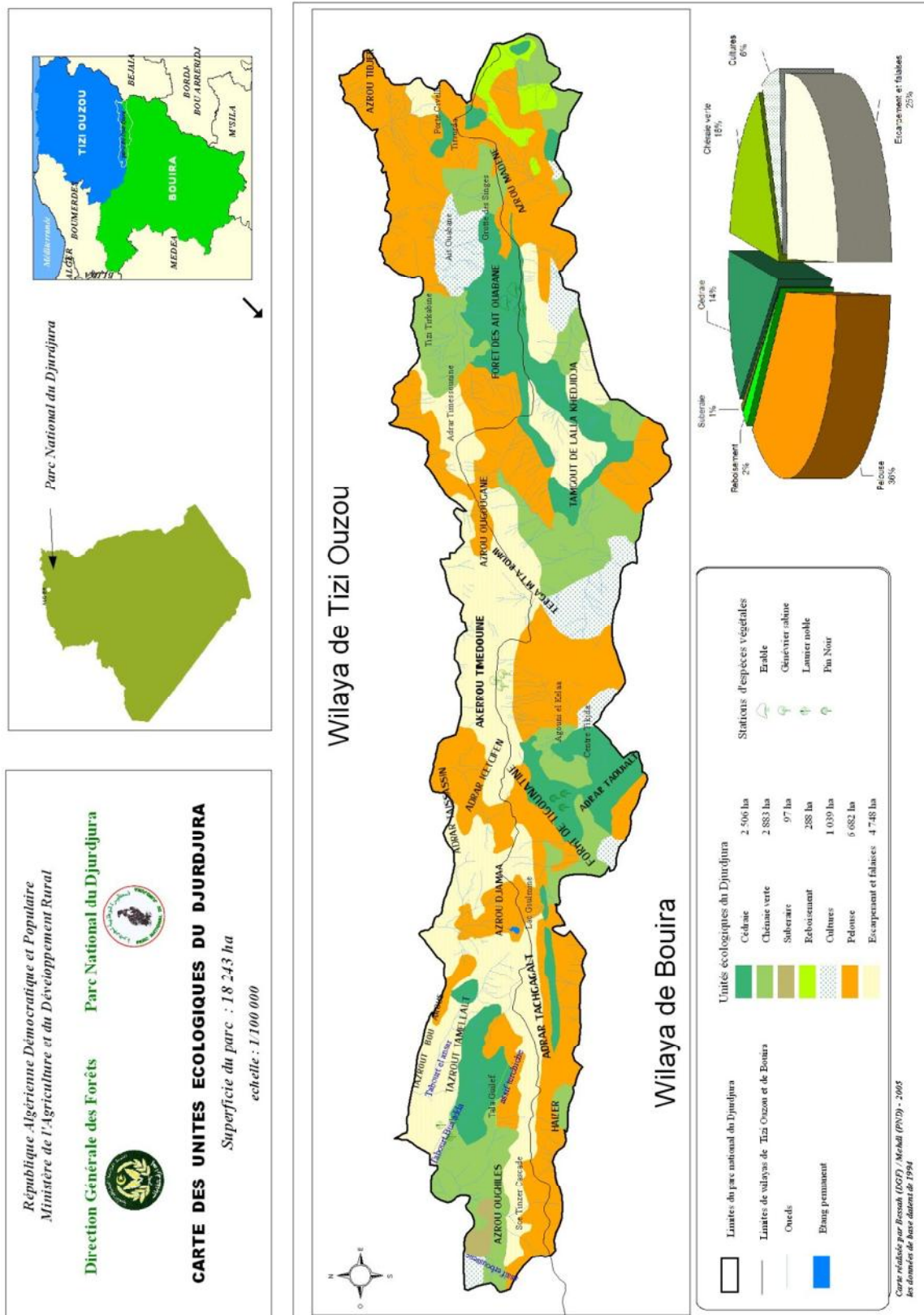


Fig. N° 8 : Les unités écologiques du Parc National du Djurdjura (PND, 2011)

## **5. Etude du milieu physique**

### **5.1. Géologie**

Belaid (1986) indique que le massif du Djurdjura est composé de terrains sédimentaires fortement plissés et fracturés dont l'âge et la nature sont très complexes. Le même auteur note que la roche mère au niveau de la station de Tala-Guilef est constituée essentiellement de schistes cristallins.

La région de Tala-Guilef présente des formations Eocènes et Oligocènes, et les formations du lias supérieur y présentent leur développement le plus complet (FLANDRIN, 1952 *in* KROUCHI, 1995).

### **5.2. Géomorphologie**

Le Massif du Djurdjura échelonne des crêtes rocheuses dépassant l'altitude de 2000 m (DUBUIS et FAUREL, 1994). Sur le versant Nord du Djurdjura dans la région de Tala-Guilef, les pentes sont généralement importantes, elles varient entre 20 et 45 % (CHERKELAINE 1980 *in* ABED, 1984). Le même auteur note que le versant Sud du Djurdjura, présente un relief moins accidenté comparativement au versant Nord. Les karsts, les dolomites et le lapiaz, représentent les principaux modèles géomorphologiques d'après les données du (PND, 2011).

### **5.3. Pédologie**

D'après BENMOUFFOK (1993), les données relatives aux sols pour la région du Djurdjura, sont pratiquement inexistantes à part ses quelques observations personnelles et celles de Ben Abdelmoumen. Le même auteur ajoute que les sols Au Djurdjura sont de deux types : des sols peu évolués de type A/C, généralement calcimagnésiques localisés sur le versant Nord et des sols bruns forestiers acides, de type A(B) C situés dans la zone de Tikjda sur le versant Sud (BENMOUFFOK, 1993).

Pour les profils du sol dans la région de Tala-Guilef, Belaid (1986), Bensaad et Belahcene (1990) signalent des textures limono-argilo-sableuses riches en matière organique au niveau de l'horizon de surface qui varie de 4 à 5,5 %.

### **5.4. Hydrologie et hydrographie**

Le Djurdjura est caractérisé par un réseau hydrographique très dense (ABDESSELAM, 1995). Le même auteur note qu'il est constitué d'affleurements carbonatés karstiques remarquablement arrosés où se développent d'importants aquifères, qui font de ce massif un énorme réservoir d'eau. En plus de l'apport des précipitations, il possède encore dans ses zones karstiques des eaux souterraines.

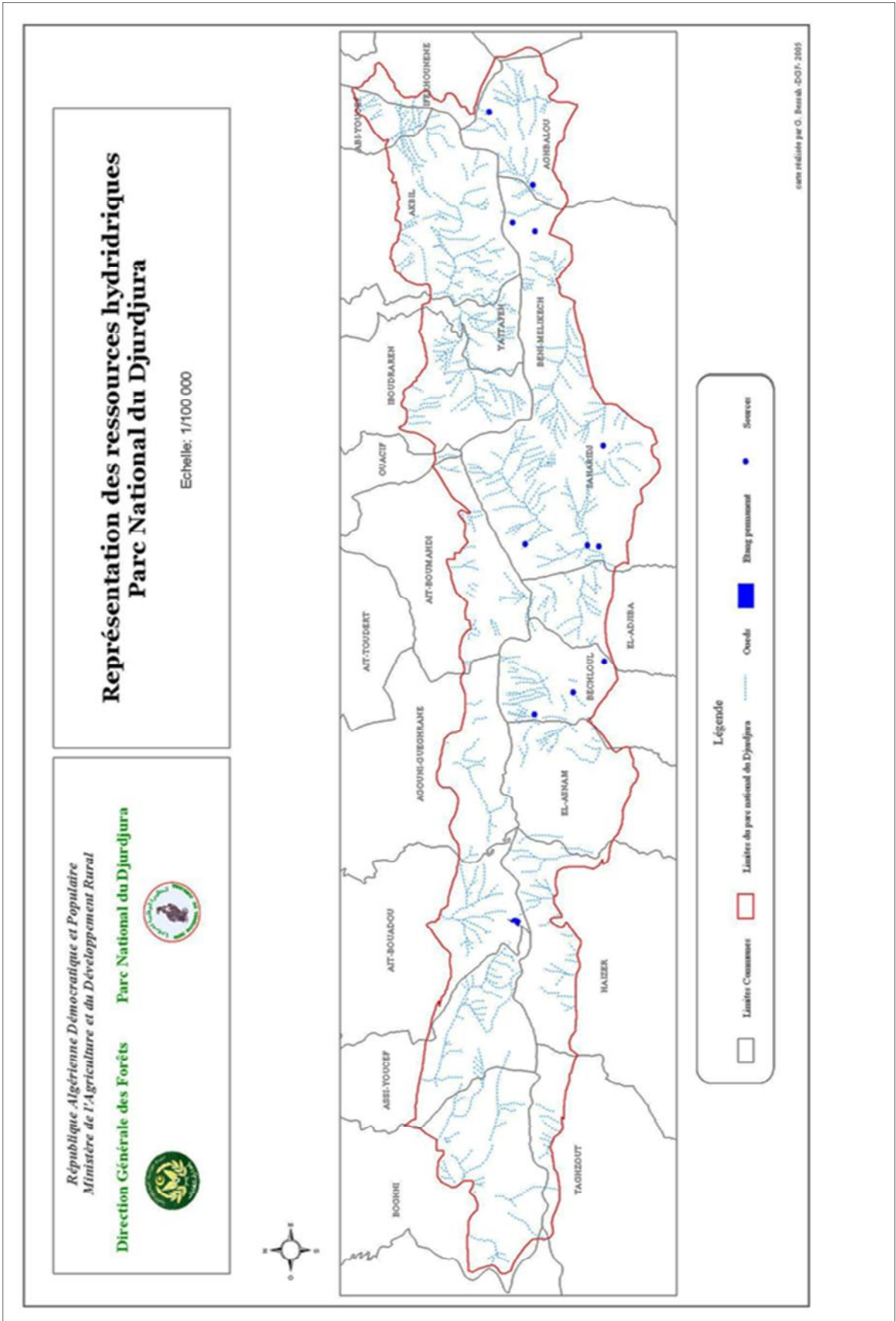


Fig. N° 9 : Les ressources hydriques du P.N.D (PND, 2011)

Le tableau suivant nous résume les différentes sources et leurs débits au Djurdjura.

**Tableau N° 2 : Principales sources et leurs débits au Djurdjura**

Sources	Nom de la source	Coordonnées		Débit (L/S)
		Y	Y	
1	Ighzer	641.00	350.00	19
2	Bouhrat	668.00	347.00	3.5
3	Tala-Rana	637.00	349.00	5.95
4	Tadert El djedid	643.00	350.00	6.90
5	M'Zarir	634.00	348.00	1.55 à 1.80
6	Source noire	636.00	350.00	180
7	Source des singes	634.00	348.00	3
8	Aghbalou	616.00	350.80	60
9	Taliouine	621.30	350.68	60
10	Tinzert	614.25	352.00	424
11	Adharchi	616.30	353.10	0.7
12	About l'ainsar	619.00	355.00	5
13	Ainseur mendes	616.00	355.00	30
14	Tebout	623.00	357.00	30
15	Aghbalou 2	623.34	351.50	50
16	Tiskra	616.26	350.20	40

Source : ABDESSELAM (1995).

## 6. Etude du milieu biotique

### 6.1. Flore

Le Parc National du Djurdjura est caractérisé par une diversité floristique importante, d'ailleurs 1242 espèces végétales y sont inventoriées et regroupées en 84 familles (données du PND).

- 1100 espèces de spermaphytes.
- 90 espèces de champignons.
- 52 espèces de lichens.

Parmi ces espèces, 140 sont classées comme étant rares ou menacées ; 35 sont endémiques, telles que : *Agropyrum marginatum* ssp *kabylicum*, *Aristolochia longa* ssp *fontanesii* var *djurdjurae*, *Campanula djurdjuraei*, *Dryopteris aculeata* var *djurdjuraie*, *Poa alpina* var *djurdjuraie* et 111 espèces médicinales (LOUKKAS, 2006).

Plusieurs formations sylvatiques ont été décrites au niveau du Parc Nationale du Djurdjura ; des cédraies pures (40 %), des Cédraies-chênaies vertes (30 %) et des chênaies vertes (13 %). Le chêne liège et le chêne zèen sont plus visible aux Ait-Ouabanes

## 6.2. Faune

Le Djurdjura est caractérisé par une richesse faunistique importante. D'après LOUKKAS (2006), il apparaît comme l'un des massifs les plus riches en oiseaux du Nord de l'Algérie. Il abrite 122 espèces d'oiseaux, dont 32 sont protégées (18 rapaces et 14 passereaux). Le Djurdjura représente un lieu de prédilection des rapaces comme l'aigle royal, le vautour fauve, le gypaète barbu, le percnoptère, l'aigle de Bonellie.

Les mammifères caractéristiques de la région sont : la mangouste, le chacal, le lynx, la genette, le porc-épic, l'hyène rayée et le singe magot (*Macaca sylvanus*) qui est une espèce endémique à l'Afrique du Nord.

## 7. Le climat et les éléments climatiques

D'après DRAPIER (1985), le climat a une influence directe sur la fructification, la germination des graines et sur le développement des semis. Pour le cèdre de l'Atlas, son influence est sur le maintien et le développement des plantules pendant leurs deux premières années de vie, en particulier pendant la période estivale (TOTH, 1980 *in* BAHRI, 2007).

### 7.1. Températures

D'après DERRIDJ (1990), la température est un facteur limitant, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition des végétaux. Ces derniers sont plus sensibles aux températures minimales de la saison froide et aux températures maximales de la saison chaude.

Le manque de stations météorologiques est flagrant, cela pas uniquement au niveau de la zone d'étude, mais également sur tout le versant Nord de Tala-Guilef. Donc nous sommes amenés à utiliser les données de Tala-Guilef (1450 m) obtenues par BOUZEGZA et HALIT (2008) lors de leur extrapolation des données d'Ait-Ouabane sur une durée de 18 ans (de 1990 à 2008).

Pour ajuster ces données à nos stations d'étude, nous allons suivre la règle préconisée par SELTZER (1946) *in* DERRIDJ (1990) qui s'agit d'une réduction de 0,4 °C par 100 m dénivelée pour la moyenne des températures minimales (m) et de 0,7 °C par 100 m d'ascendance pour la moyenne des températures maximales (M). Cette série d'observations continue est d'une durée de 18 ans. Mais dans le cas où les séries longues ne

sont pas disponibles pour les stations d'altitudes supérieures à 1 000 m, MEDDOUR (2010) note qu'il faut se contenter de périodes parfois plus courtes (5 à 10 ans)

**Tableau N° 03 : les températures mensuelles moyennes minimales et moyennes maximales estimées au niveau de la station de Tala-Guilef sur une période de 18 ans (1990/2008) 1450m**

paramètres	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
M (°C)	3,75	5,48	9,08	11,36	17,3	23,5	26,86	25,93	18,23	13,98	8,16	4,38
.m (°C)	2,17	3,07	5,97	7,89	12,61	18,28	21,69	21,55	16,8	12,4	6,59	3
M+m/2 (°C)	2,95	4,27	7,52	9,62	14,97	20,89	24,27	23,74	18,52	13,71	7,37	3,16

Source : BOUZEGZA et HALIT (2008)

### 7.1.1. Le gradient thermique

Afin de faire l'évaluation des valeurs M et m pour nos stations d'études qui se situent à des altitudes différentes, nous avons procédé à l'extrapolation des données d'une station à Tala-Guilef sise à 1450 m d'altitude obtenues par BOUZEGZA et HALIT (2008).

C'est à partir de ces données que nous avons fait l'ajustement des températures mensuelles moyennes minimales (m) et moyennes maximales (M) pour chacune de nos stations d'étude.

Pour la correction des données climatiques, nous avons utilisé les formules suivantes :

D = la station d'étude – la station de référence.

D : est la différence d'altitude entre la station d'étude et la station de référence.

Pour corriger les températures mensuelles moyennes minimales (m) et moyennes maximales (M), on applique la formule suivante :

$$M = D \times 0,70 / 100$$

$$m = D \times 0,40 / 100$$

Nous allons ensuite soustraire ces valeurs calculées des températures maximales (M) et minimales (m) de la station de référence Tala-Guilef sise à 1450 m d'altitude.

**Tableau N°04 : Températures moyennes mensuelles et annuelles estimées des trois stations d'étude pour la période allant de 1990/2008**

	Paramètres	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Station d'Ighil Inguel	M (°C)	3,4	5,13	8,73	11,01	16,95	23,15	26,51	25,58	17,88	13,63	7,81	4,03
	.m (°C)	1,97	2,87	5,77	7,69	12,41	18,08	21,49	21,35	16,6	12,2	6,39	2,8
	M+m/2(°C)	2,685	4	7,25	9,35	14,68	20,61	24	23,46	17,24	12,91	7,1	3,415
	M-m (°C)	1,43	2,26	2,96	3,32	4,54	5,07	5,02	4,23	1,28	1,43	1,42	1,23
Station de Thalla Iguarfioun	M (°C)	2,14	3,87	7,47	9,75	15,69	21,89	25,25	24,32	16,62	12,37	6,55	2,77
	.m (°C)	1,25	2,15	5,05	6,97	11,69	17,36	20,77	20,63	15,88	11,48	5,67	2,08
	M+m/2 (°C)	1,695	3,01	6,26	8,36	13,69	19,62	23,01	22,47	16,25	11,92	6,11	2,425
	M-m (°C)	0,89	1,72	2,42	2,78	4	4,53	4,48	3,69	0,74	0,89	0,88	0,69
Station de Tizi Toumlilt	M (°C)	1,02	2,75	6,35	8,63	14,57	20,77	24,13	23,2	15,5	11,25	5,43	1,65
	.m (°C)	0,61	1,51	4,41	6,33	11,05	16,72	20,13	19,99	15,24	10,84	5,03	1,44
	M+m/2 (°C)	0,815	2,13	5,38	7,48	12,81	18,74	22,13	21,59	15,37	11,04	5,23	1,545
	M-m (°C)	0,41	1,24	1,94	2,3	3,52	4,05	4	3,21	0,26	0,41	0,4	0,21

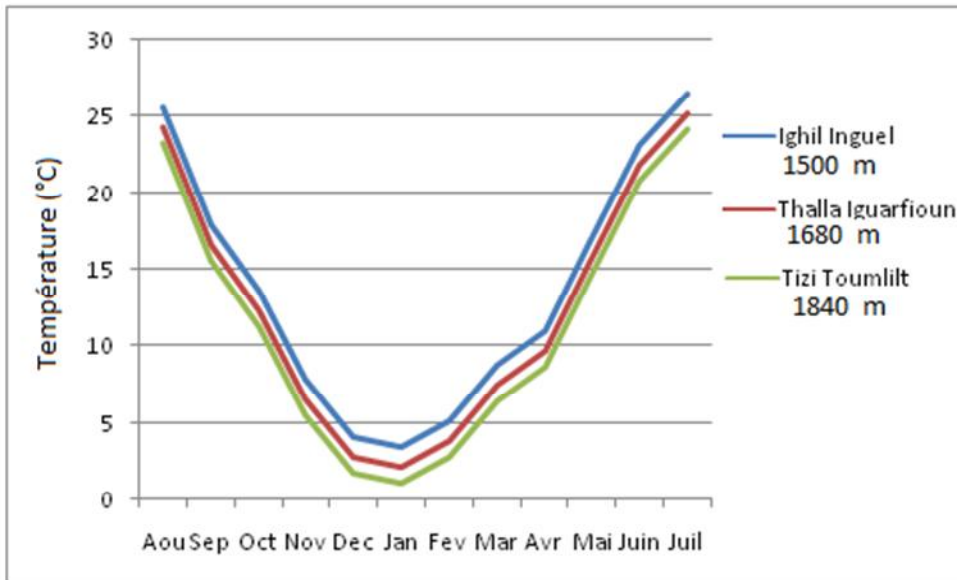
Les températures ajustées pour les stations Ighil Inguel, Thalla Iguarfioun et Tizi Toumlilt nous montrent une élévation des moyennes mensuelles de celles-ci au niveau de chacune des stations à partir du mois de Janvier. Les plus petites valeurs des moyennes des températures mensuelles sont enregistrées en ce mois. L'élévation des températures moyennes mensuelles se poursuit jusqu'au mois de Juillet pour atteindre des valeurs maximales, puis elles s'abaissent graduellement jusqu'au mois de Décembre. En général, les températures moyennes mensuelles présentent des variations similaires au niveau de toutes les stations avec une légère différence en fonction de la localisation altitudinale de ces stations.

Pour la station d'Ighil Inguel, le mois le plus froid est le mois de janvier avec une température moyenne mensuelle de (2,7 °C) et une valeur minimale de (2 °C) ; le plus chaud est le mois de juillet avec une température moyenne mensuelle de (21,5 °C) et un maximum de (24 °C).

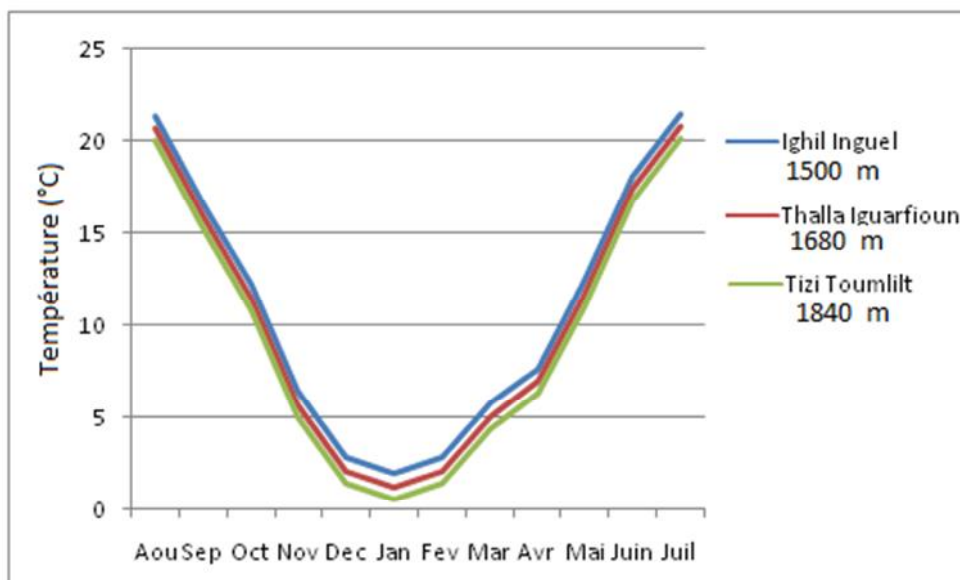
A la station de Thalla Iguarfioun, le mois le plus froid est le mois de janvier avec une température moyenne mensuelle de (1,7 °C) et une valeur minimale de (1,2 °C) ; le plus

chaud est le mois de juillet avec une moyenne mensuelle de (23 °C) et une température maximale de (25,2 °C).

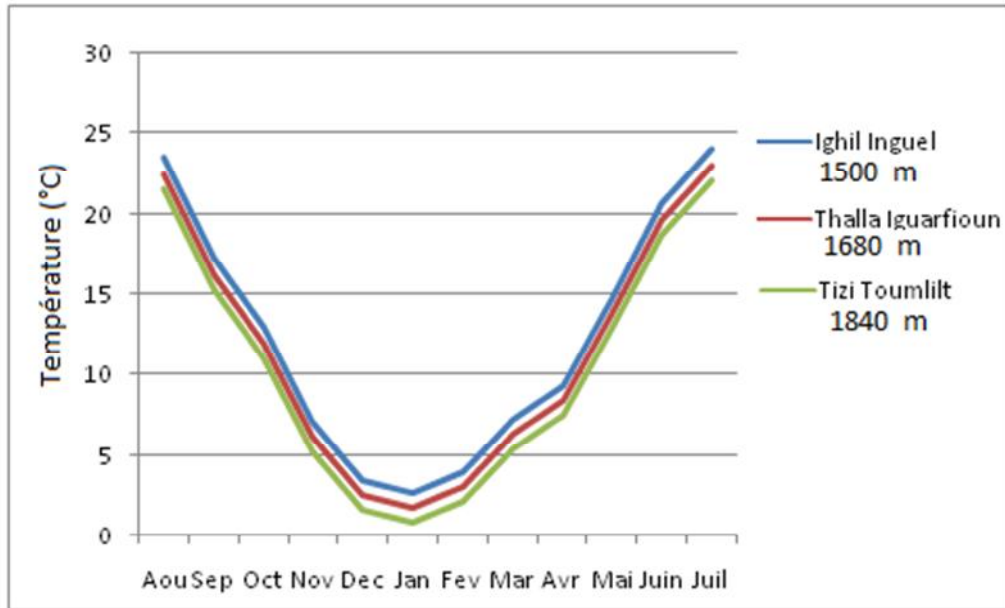
Au niveau de la station de Tizi Toumlilt, le mois le plus froid est le mois de janvier avec une température moyenne mensuelle de (0,8 °C) et une valeur minimale de (0,6 °C), le mois le plus chaud est le mois de juillet avec une température moyenne mensuelle de (22,1 °C) et un maximum de (24,1 °C).



**Fig. N°10 : Les variations des températures mensuelles maximales estimées pour les trois stations**



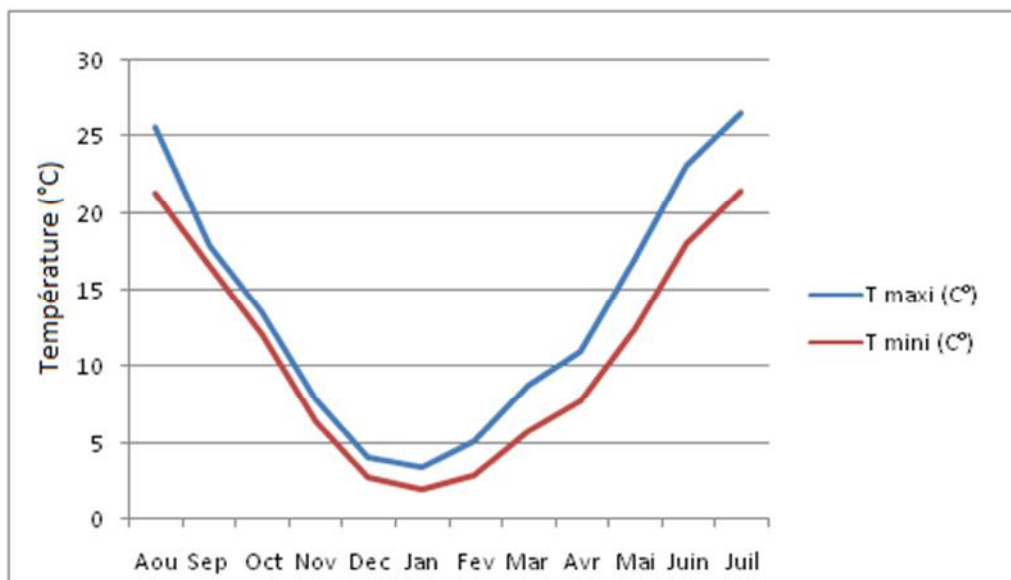
**Fig. N° 11 : Les variations des températures mensuelles minimales estimées pour les trois stations**



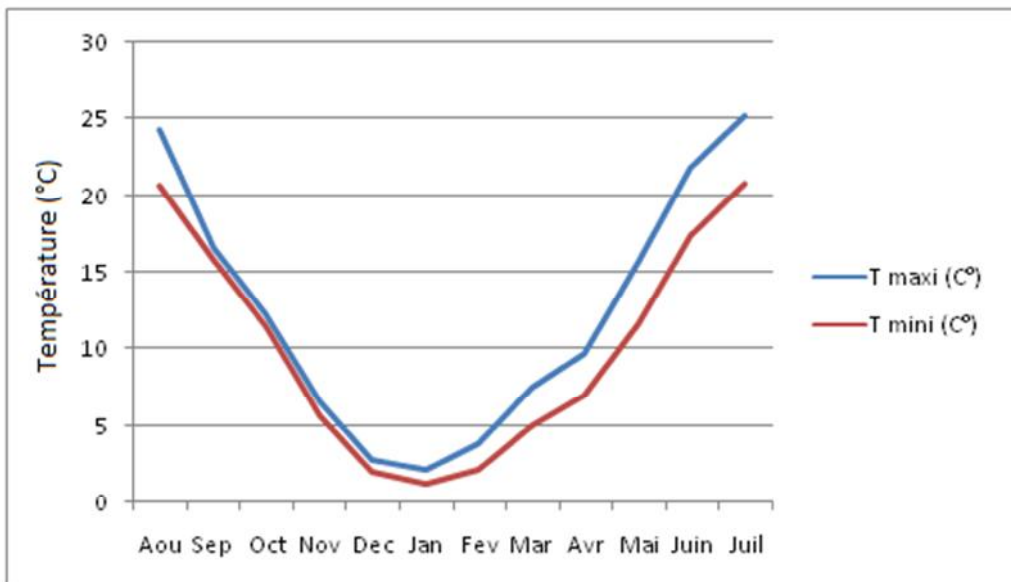
**Fig. N° 12 : Les variations des températures moyennes mensuelles estimées pour les trois stations.**

### 7.1.2. Les amplitudes thermiques

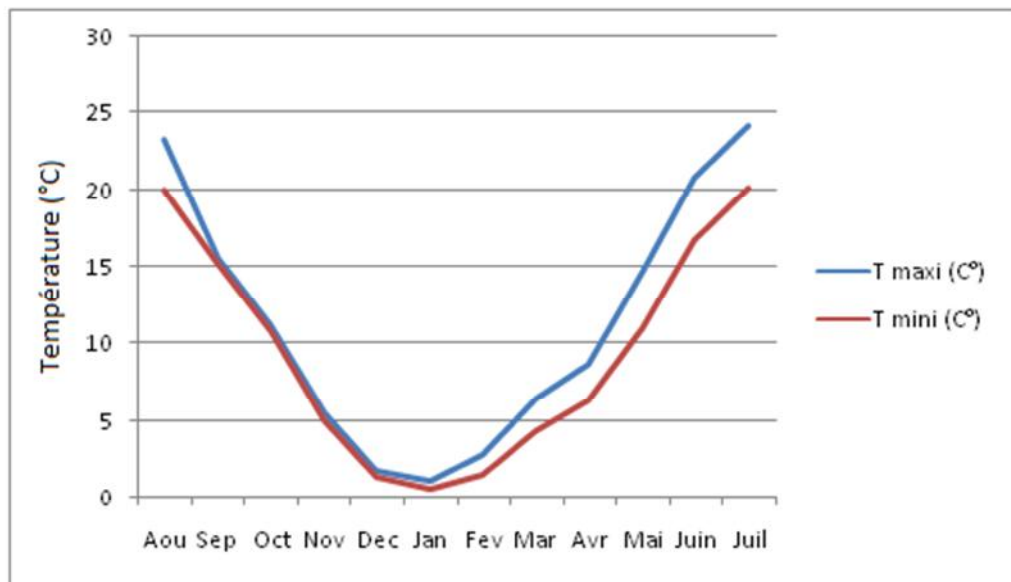
Les amplitudes thermiques d'une station peuvent être déterminées à l'échelle de l'année ou à l'échelle mensuelle, elles expriment la continentalité (HALITIM, 2006). Mais elles expriment aussi l'humidité atmosphérique et l'intensité de l'évapotranspiration de la station (EMBREGER, 1971 *in* MEDDOUR, 2010).



**Fig. N° 13 : Courbes déterminant les amplitudes thermiques mensuelles estimées pour la station d'Ighil Inguel**



**Fig. N° 14 : Courbes déterminant les amplitudes thermiques mensuelles estimées pour la station de Thalla Igurafioun**



**Fig. N° 15 : Courbes déterminant les amplitudes thermiques mensuelles estimées pour la station de Tizi Toumlilt**

## 7.2. Les précipitations

DERRIDJ (1990), indique que les précipitations sont de loin le facteur le plus déterminant dans la répartition des végétaux plus particulièrement en Afrique septentrionale. En général, la pluviométrie augmente avec l'altitude, elle est moins importante sur un versant à exposition Sud que sur un versant à exposition Nord qui est beaucoup plus exposé au vent humide.

### 7.2.1. Le gradient pluviométrique

En altitude inférieure à 1000 m, au Djurdjura, ABDESSLAM (1995) préconise une augmentation de 73 mm de pluies tous les 100 mètres d'élévation pour le versant à exposition Nord et 45 mm de pluies tous les 100 mètres d'élévation pour le versant à exposition Sud. Au-delà de 1000 m d'altitude, il a préconisé une augmentation de 88 mm de pluies tous les 100 mètres d'élévation pour le versant à exposition Nord.

Afin d'évaluer la pluviométrie dans les trois stations d'étude, nous avons adopté la règle préconisée par MESTAR (1995) qui consiste en une augmentation de 80 mm de pluies par élévation de 100 m d'altitude au niveau de Tala-Guilef.

**Tableau N° 05 : Répartition des précipitations moyennes mensuelles et saisonnières estimées de la station de la réserve intégrale (1450 m) à Tala-Guilef pour la période (1990-2008)**

Saison	Hiver			Printemps			Eté			Automne		
Mois	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov
<b>P (mm)</b>	290,38	256,1	166,45	148,6	184,8	132,7	26,19	14,99	32,4	82,49	127,2	193,45

Source: BOUZEGZA et HALIT (2008)

Les précipitations moyennes mensuelles des stations de Tala-Guilef sont corrigées selon la méthode préconisée par SELTZER (1946) in MESTAR (1995). Cette méthode consiste à déterminer le gradient pluviométrique selon l'altitude.

Le coefficient de correction est calculé de la manière suivante :

$$C.C = A + 1655,75/1655,75$$

(1655,75 = Total des précipitations à la station de référence)

Où :

A : Accroissement pluviométrique en mm =  $d \cdot 80 / 100$

d = différence d'altitude entre la station de référence et les stations d'étude.

**Tableau N° 06 : Données pluviométriques extrapolées en fonction de l'altitude pour versant Nord**

Stations	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
<b>Ighil Inguel 1500 m</b>	297,39	262,28	170,47	152,18	189,26	135,9	26,82	15,35	33,18	84,48	130,27	198,12
<b>Thalla Iguarfou n 1680 m</b>	322,64	284,55	184,94	165,11	205,33	147,44	29,1	16,65	36	91,65	141,33	214,94
<b>Tizi toumlilt 1800 m</b>	345,09	304,35	197,81	176,6	219,62	157,7	31,12	17,81	38,5	98,03	151,16	229,9

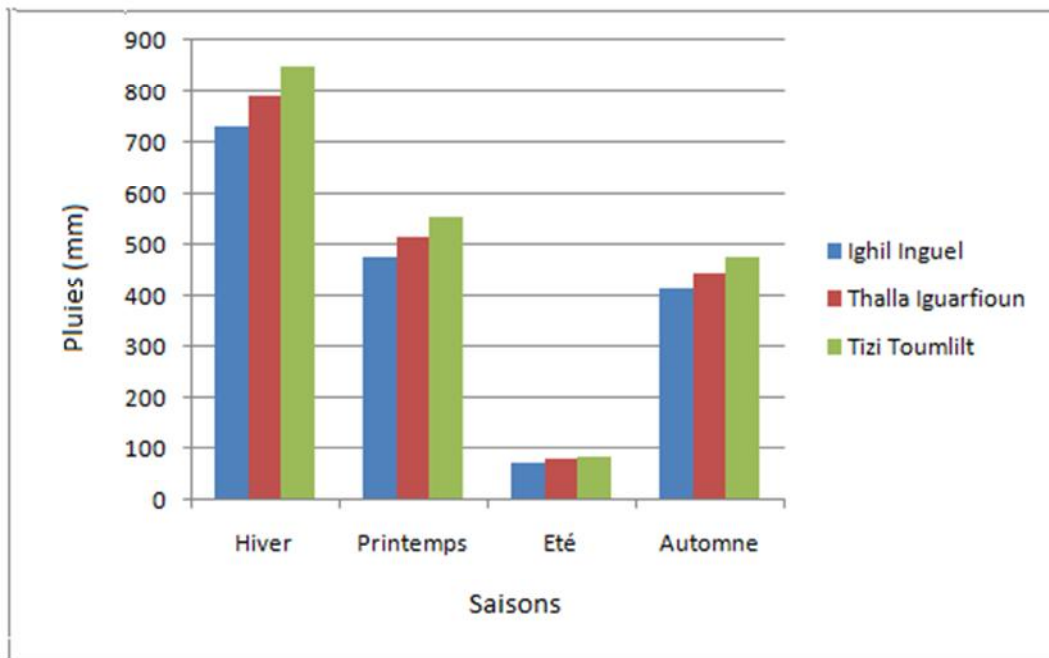
**7.2.2. Régime pluviométrique**

Le volume des précipitations annuelles en un lieu donné a une grande importance, mais sa répartition suivant les saisons est encore plus déterminante.

**Tableau N° 07 : Régimes pluviométriques des stations d'étude**

	Saison	Hiver			Printemps			Eté			Automne		
	Mois	Dec	Jan		Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov
<b>Station d'Igil Inguel</b>	P (mm)	297,39	262,28	170,47	152,18	189,26	135,90	26,82	15,35	33,18	84,48	130,27	198,12
	∑ des pluies	730,14			477,34			75,35			412,87		
	Taux pluviométrique %	43,056			28,15			4,45			24,35		
	Régime pluviométrique	<b>P.A.H.E</b>											
<b>Station de Thalla Iguarfou</b>	P (mm)	322,64	284,55	184,94	165,11	205,33	147,44	29,10	16,65	36,00	91,65	141,33	214,94
	∑ des pluies	792,13			517,88			81,75			447,92		
	Taux pluviométrique %	43,06			28,15			4,44			24,35		

Régime pluviométrique		P.A.H.E											
Station de Tizi Toumlilt	P (mm)	345,09	304,35	197,81	176,60	219,62	157,70	31,12	17,81	38,50	98,03	151,16	229,90
	Σ des pluies	847,25			553,92			87,43			479,09		
	Taux pluviométrique %	43,06			28,15			4,45			24,35		
	Régime pluviométrique	P.A.H.E											



**Fig. N° 16 : Répartitions des précipitations saisonnières estimées au niveau des stations : Ighil Inguel, Thalla Iguarfioun et Tizi Toumlilt**

L’histogramme ci-dessus met en évidence le caractère d’un climat méditerranéen, qui se distingue par la sécheresse en été et l’importance des précipitations en hiver.

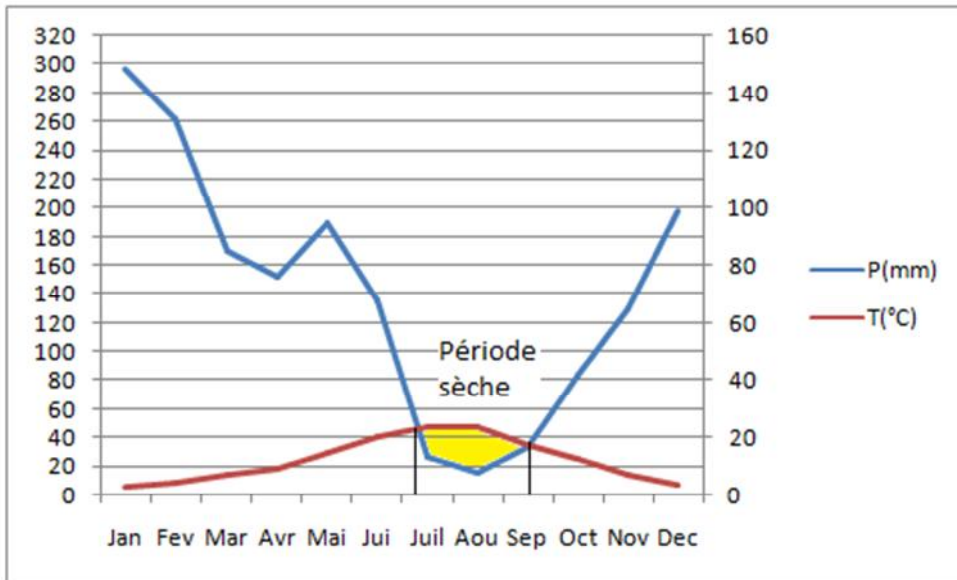
Nous remarquons aussi une inégalité dans la répartition des pluies au niveau des trois stations d’étude à travers les saisons : un été sec et un hiver humide.

Les trois stations sont sous un régime pluviométrique du type P.A.H.E, ce qui est plutôt favorable à la végétation du fait que la plus grande part des pluies est reçue pendant la période végétative.

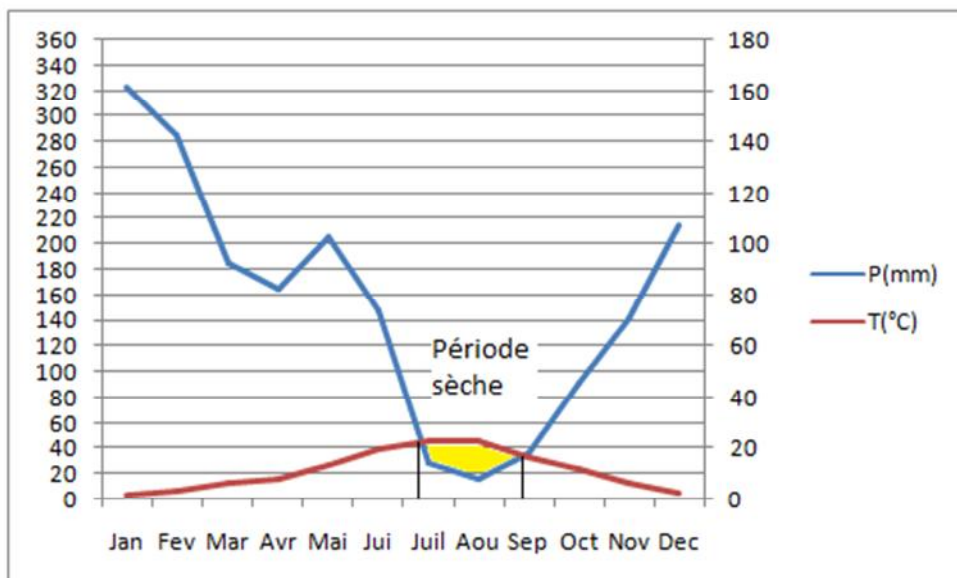
**7.3. Synthèse climatique**

**7.3.1. Diagrammes Ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN**

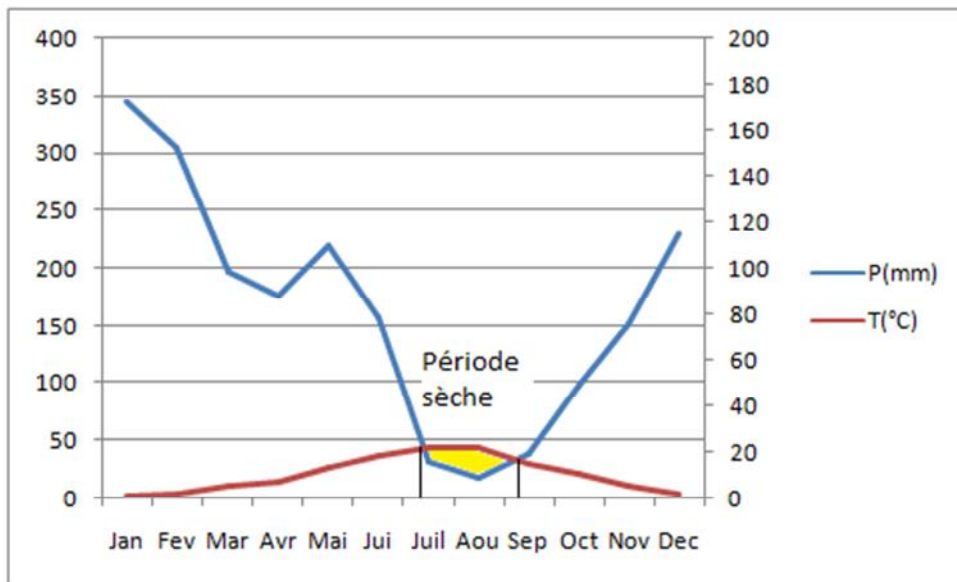
Pour évaluer la durée et l'intensité de la saison sèche pendant l'année, BAGNOULS et GAUSSEN (1953) *in* KROUCHI (1995) définissent le mois sec comme suit : un mois est biologiquement sec lorsque le total des précipitations « P » exprimé en « mm » est inférieur ou égal au double de la température moyenne « T » exprimée en « degrés Celsius ».



**Fig. N°17 : Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN : Station d'Ighil Inguel sise à 1490 m d'altitude (Période : 1990 – 2008)**



**Fig. N° 18 : Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN : Station Thalla Iguarfioun sise à 1680 m d'altitude (Période : 1990 – 2008)**



**Fig. N° 19 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN : Station de Tizi Toumlilt sise à 1840 m d'altitude (Période : 1990 – 2008)**

D'après ces diagrammes ombrothermiques des trois stations Ighil Inguel, Thalla Iguarfioun et Tizi Toumlilt, la période de sécheresse pour la première station est de 2 mois et quelques jours. Elle commence du début du mois de Juillet jusqu'au début du mois de Septembre. Pour les deux stations Thalla Iguarfioun et Tizi Toumlilt, les périodes de sécheresse se raccourcissent de plus en plus avec l'altitude. Elle est de deux mois à la station de Thalla Iguarfioun ; en revanche, cette période se rétrécit à moins de deux mois au niveau de la station de Tizi Toumlilt.

### 7.3.2. Le climagramme d'EMBERGER

Afin de déceler les relations entre les températures (minimales et maximales) annuelles et la pluviométrie annuelle, EMBERGER (1952) *in* DERRIDJ (1990) a pu établir un quotient pluviothermique  $Q_2$ . Par la suite, il conçoit un climagramme pour déterminer les grandes subdivisions bioclimatiques de la région méditerranéennes en se basant sur les différences de végétation constatées ainsi que sur les modifications du climat.

Le quotient  $Q_2$  a pour expression :

$$Q_2 = \frac{1000 P}{\frac{M + m}{2} * (M - m)} = \frac{2000 P}{M^2 + m^2}$$

Où : M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en degrés Kelvin (°K).

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

P : pluviométrie moyenne annuelle en mm.

DERRIDJ (1990) note que l'équation d'EMBERGER (1952) est transformée par STEWART en 1969 comme suit :

$$Q_2 = k * \frac{P}{M - m}$$

Où :  $k = 3,43$

M et m sont exprimés en degrés Celsius (°C).

Nous avons calculé les quotients pour les trois stations d'études :

Pour Ighil Inguel :  $Q_2 = 170,115$

Pour Thalla Iguarfioun :  $Q_2 = 227,719$

Pour Tizi Toumlilt :  $Q_2 = 307,479$

Après le calcul des quotients pluviothermiques pour les trois stations d'étude, nous avons procédé à leur projection sur le climagramme d'Emberger. La figure suivante (Fig. 20) nous montre que toutes les stations sont caractérisées par un bioclimat Humide avec un Hiver Frais. Plus une station est caractérisée par une basse altitude, plus elle est caractérisée par un Hiver moins frais.

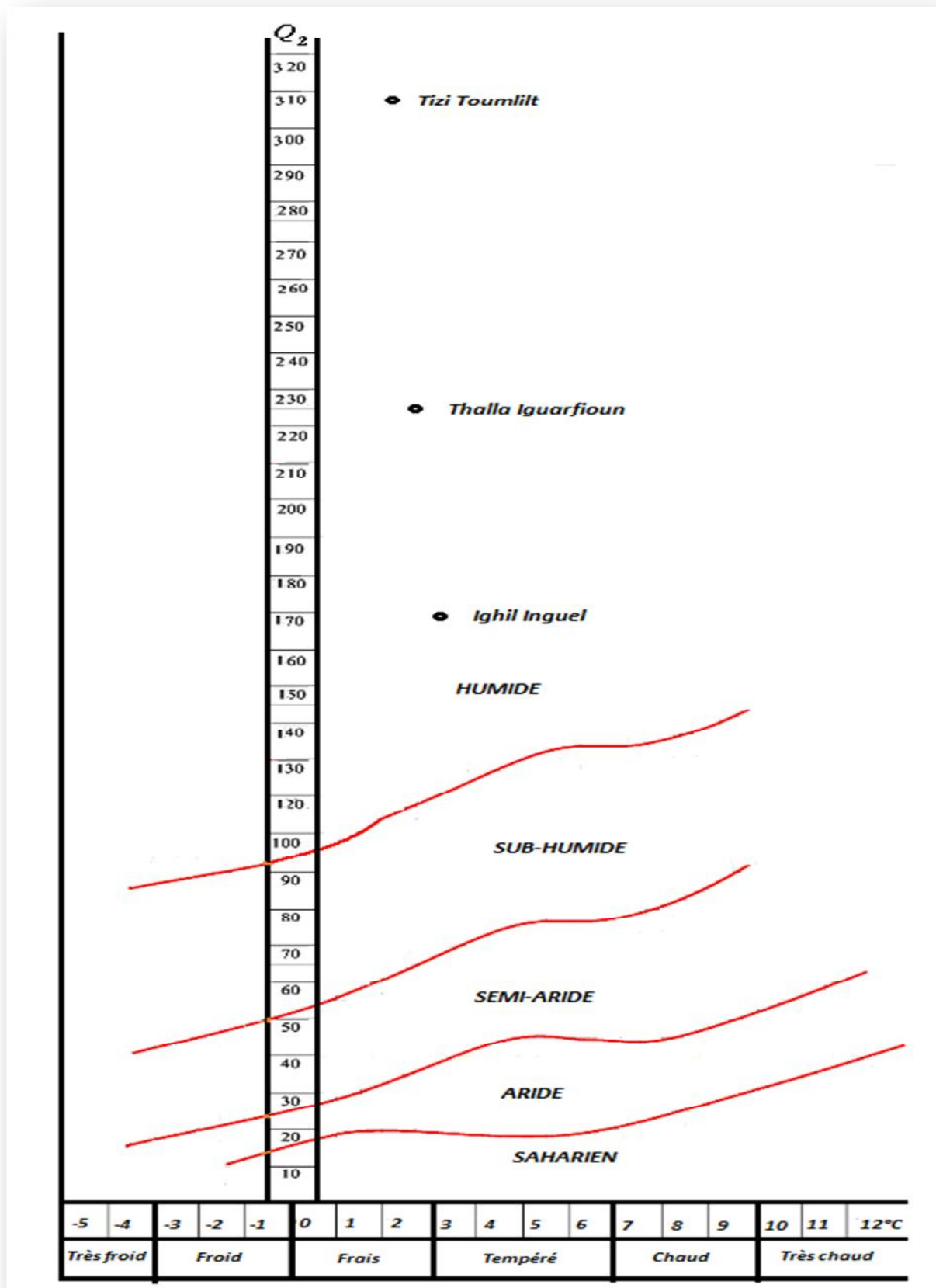


Fig. N° 20 : Projection des stations d'étude sur le climagramme d'EMBERGER

# *Chapitre* III

## Matériels et méthodes



## 1. Objectif de l'étude

L'objectif de notre travail est l'étude de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas et la mise en évidence des facteurs écologiques et anthropiques ayant une influence sur l'installation des semis du cèdre, leur maintien et leur croissance dans trois stations différentes à Tala-Guilef au niveau du Parc National du Djurdjura.

## 2. Matériels et méthodes

### 2.1. Matériel utilisé

- ✓ Une boussole pour déterminer l'exposition.
- ✓ Un décamètre pour mesurer la surface des placettes.
- ✓ Des règles en bois pour mesurer la taille des individus.
- ✓ Une corde pour délimiter les placettes.
- ✓ Un GPS pour déterminer les altitudes.
- ✓ Un chlysimètre pour mesurer la pente.
- ✓ Un bloc note pour mentionner les observations.
- ✓ Un appareil photos pour photographier les espèces végétales.

### 2.2. Méthodes

Une visite de prospection préliminaire sur le terrain 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.

## 3. Hypothèses du travail

Dans notre étude sur la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas, nous voulons tester la variation du nombre et les hauteurs des semis âgés de 1 à 10 ans dans les trois stations différentes. Pour cela nous avons effectué un comptage du nombre des semis et des mesures de leurs hauteurs dans de différentes classes d'âges pour chaque station.

Afin de mettre en évidence l'influence stationnelle sur la régénération naturelle du cèdre. Nous sommes amenés à tester l'égalité des moyennes des semis dans les différentes classes d'âges au sein d'une même station avec une hypothèse nulle  $H_0$  : il n'y a pas de différence des effectifs des semis entre les classes d'âges. Donc nous allons faire une analyse univariée de la variance (ANOVA à un facteur). Ce test d'ANOVA permet de savoir si au moins une des moyennes des classes d'âges diffère d'une moyenne des autres classes.

Nous avons consacré le test t pour échantillons indépendants pour tester l'égalité des moyennes des semis dans une même classe d'âge entre les différentes stations avec une hypothèse nulle  $H_0$  ; il n'y a pas de différence du nombre des semis de la même classe d'âge entre deux stations différentes. Le test t est utilisé pour comparer les moyennes  $m_1$  et  $m_2$  de deux échantillons indépendants.

Pour tester l'influence stationnelle sur la croissance des semis dans les différentes stations, c'est-à-dire de comparer la hauteur moyenne des semis d'une classe d'âge avec celle d'une autre station dans la même classe d'âge. Dans ce cas nous allons faire recours aux tests non paramétriques, vu nos données ne sont pas appropriées à des tests paramétriques (hétérogénéité des variances). Nous allons utiliser le test de Mann et Whitney, ce dernier permet de vérifier si deux échantillons proviennent d'une même population avec une hypothèse nulle  $H_0$  ; il n'y a pas de différence de distribution des hauteurs des semis entre les deux stations dans la même classe d'âge.

La régénération naturelle du cèdre de l'Atlas est dépendante de nombreux facteurs écologiques, édaphiques, climatiques. Ces derniers peuvent exercer un effet conjugué ou seul sur l'installation et le maintien des semis ainsi que sur leur croissance. L'importance de l'effet de chacun de ces facteurs est variable. Pour explorer cet ensemble de variables, nous avons opté pour une Analyse en Composantes Principales (ACP) qui est une méthode d'analyse exploratoire. Son objectif est de définir la structure des corrélations entre un grand nombre de variables en déterminant un ensemble de dimensions communes appelés composants ou facteurs (Jean Stafford et Paul Bodson., 2006).

Enfin, nous avons fait un inventaire floristique au niveau de chacune des stations d'étude afin de voir la variation de la flore en fonction des variations verticales des conditions écologiques ainsi que les affinités altitudinales des espèces végétales.

#### **4. Choix des stations**

Le choix du secteur Tala-Guilef comme zone d'étude a été orienté pour ces raisons :

- Le secteur de Tala-Guilef est très vaste pour les besoins de notre étude par sa surface et son hétérogénéité du point de vue écologique.
- La présence d'une régénération naturelle du cèdre abondante dans certaines stations. Par contre, dans d'autres, elle est moins abondante voire faible ou nulle.

- C'est une zone qui offre plusieurs microclimats différents dont chacun d'eux procure des avantages aux semis pour s'installer et se maintenir.
- Appréhender l'ensemble des facteurs favorisant l'installation, le maintien et la croissance des semis du cèdre afin de mieux comprendre le processus de sa régénération.
- Le facteur anthropique est moins marqué.

## 5. Echantillonnage

Dans cette étude, nous avons opté pour un échantillonnage systématique stratifié. Ce dernier, est un moyen très efficace pour étudier ces milieux hétérogènes du point de vue écologique comme l'ont recommandé plusieurs auteurs en particulier : GODRON (1971) et (1976) ; Godron et DAGET (1982) ; FRONTIER (1983) *in* EZZAHIRI (1994) ; BENABID (2002). Ce type d'échantillonnage consiste à découper l'espace à échantillonner en unités ou strates homogènes vis-à-vis de quelques paramètres écologiques considérés.

Afin d'estimer les effets conjugués des facteurs écologiques sur la régénération et l'installation des semis de cèdre, nous sommes amenés à retenir trois strates différentes selon l'altitude.

### 5.1. Choix des placettes

Pour procéder à la sélection des placettes d'échantillonnage dans les stations d'étude, nous avons délimité le territoire de chacune de ces dernières, puis leur répartition systématique et géométrique en placettes carrées de un are (100 m<sup>2</sup>). Enfin nous avons procédé à la numérotation de toutes les placettes de chaque transect. Les placettes d'inventaire, au nombre de 30, ont été échantillonnées dans trois stations

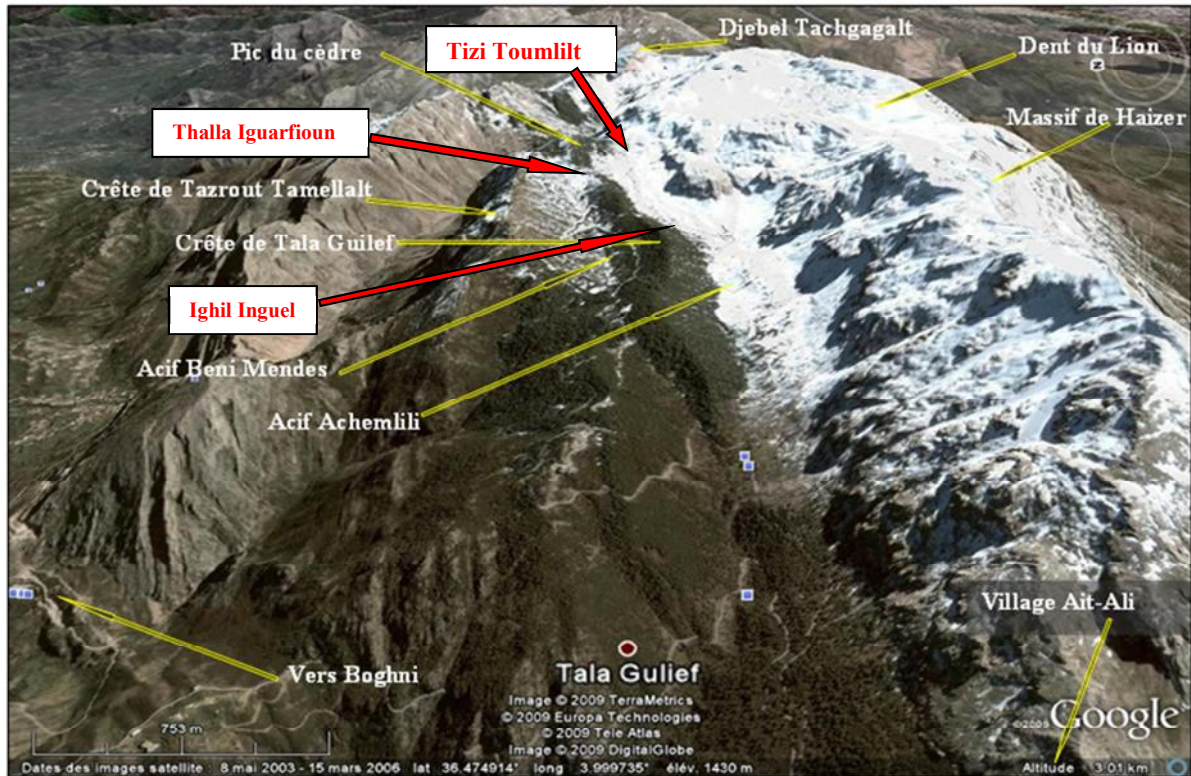
Dans notre étude sur la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas, nous voulons apprécier l'effet de l'altitude et d'autres facteurs stationnels sur la végétation à Tala-Guilef. Cependant, nous avons fait des relevés floristiques au niveau de chacune des stations d'étude sans tenir compte de l'abondance dominance des espèces.

Dans un premier temps, nous avons identifié l'ensemble des espèces caractérisant chacune des stations en prenant des photos pour les espèces non reconnues pour les identifier ultérieurement. Après avoir fait l'identification, nous avons synthétisé dans un tableau, le gradient de variabilité des espèces en fonction de l'altitude afin de faciliter l'interprétation du comportement des espèces vis-à-vis de l'altitude et la comparaison entre les stations. C'est à base de ces données

que nous avons construit des profils montrant la répartition des espèces au niveau des tranches altitudinales dont nos stations d'étude font partie.

**Tableau N° 8 : Les placettes d'inventaire dans les trois stations d'étude**

Stations	TIZI TOUMLILT	THALLA IGUERFIOUN	IGHIL INGUEL
Nombre de transects	3	3	3
Nombre de relevés	10 relevés	10 relevés	10 relevés
Exposition	Sud, Sud Est	Sud, Sud-Ouest	Nord, Sud
Altitude	1820 à 1860 m	1660 à 1700 m.	1470 à 1510 m.



**Fig. N° 21 : Positionnement des stations d'étude sur Google Earth (Bouzegza et Halit, 2008).**

## 5.2. Les fiches de terrain

Au niveau de chaque placette, une fiche de terrain est remplie par une série de données collectées

Tableau N° 9 : Les différentes variables étudiées et leurs classes

Variable	Type de variable	Code	Classes de variables
<b>Régénération naturelle</b>	Variable à expliquer	Age	[1-3[ : 1 à 3 ans d'âge [3-5[ : 3 à 5 ans d'âge [5-7[ : 5 à 7 ans d'âge [7-9[ : 7 à 9 ans d'âge [9-11[ : 9 à 11 ans d'âge
<b>Altitude</b>	Variable explicative	Alt_1 Alt_2 Alt_3	1820 à 1860 m 1660 à 1700 m 1480 à 1520 m.
<b>Exposition</b>	Variable explicative	N S NE SE	Exposition Nord Exposition Sud Exposition Nord-Est Exposition Sud-Est
<b>Horizons du sol</b>	Variable explicative	A B A+B A+B+C	Horizon A Horizon B Horizon A+B Horizon A+B+C
<b>Litière</b>	Variable explicative	OL OF OH OL+OH OL+OF+OH	Litière fraîche Litière fragmentée Humus brut
<b>Etat du sol</b>	Variable explicative	Sol_N Sol_T Sol_DEF	Sol non tassé Sol tassé Sol défriché
<b>Recouvrement</b>	Variable explicative	Rec_TC Rec_C Rec_MD Rec_D Rec_TD	Très clair Clair Moyennement dense Dense Très dense
<b>Pente</b>	Variable explicative	Pent_F Pent_M Pent_Im	Pente faible Pente moyenne Pente importante
<b>Séquelles anthropiques</b>	Variable explicative	Séq_Ab Séq_Pré Séq_Int	Absentes Existent Intenses
<b>Concurrence des semis</b>	Variable explicative	Conc_Ab Conc_Fai Conc_Im	Absence de concurrence Faible concurrence Concurrence importante

## 6. Exploitation des données.

### 6.1. Les variables à analyser

La régénération naturelle du Cèdre de l'Atlas dépend étroitement des facteurs environnants (facteurs climatiques, écologiques, édaphiques et anthropiques) et l'importance de chacun d'eux est variable.

#### 6.1.1 Mesure des variables à expliquer

L'évaluation de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas a été obtenue en comptant dans chaque placette échantillonnée le nombre de semis dans les différentes classes d'âge ainsi en mesurant leurs hauteurs. Cinq classes ont ainsi été définies :

- ❖ Classe I : [1-3[ ; nombre de semis et leurs hauteurs dans la classes d'âge de 1 à 3 ans.
- ❖ Classe II : [3-5[ ; nombre de semis et leurs hauteurs dans la classes d'âge de 3 à 5 ans.
- ❖ Classe III : [5-7[ ; nombre de semis et leurs hauteurs dans la classes d'âge de 5 à 7 ans.
- ❖ Classe IV : [7-9[ ; nombre de semis et leurs hauteurs dans la classes d'âge de 7 à 9 ans.
- ❖ Classe V : [9-11[ ; nombre de semis et leurs hauteurs dans la classes d'âge de 9 à 11 ans.

#### 6.1.2. Mesure des variables explicatives

##### 6.1.2.1. Les variables écologiques

###### ▪ Altitude

Plus l'altitude est importante, plus le froid est intense, de ce fait le processus de germination est retardé. En revanche, dans le cas où de plus en plus l'altitude est basse, la situation est inversée. Afin d'estimer l'effet de la variabilité de l'altitude sur la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas, nous avons choisi des stations sises à différentes tranches altitudinales.

- Alt\_ I : de 1820 à 1860 m d'altitude
- Alt\_ II : de 1660 à 1700 m d'altitude
- Alt\_ III : de 1480 à 1520 m d'altitude

###### ▪ Exposition

Pour déterminer l'effet de l'exposition sur les microclimats des stations, nous avons choisi des stations de différentes orientations qui sont (Nord, Sud, Sud Est et Sud-Ouest).

### ▪ **La litière**

La litière après sa décomposition, elle enrichit le sol en éléments minéraux et organiques assimilables par la plante. D'ailleurs, NEDJAH (1983), affirme que ces éléments sont nécessaires au bon développement des jeunes cèdres. L'état de la litière du sol nous permet d'estimer la vitesse de recyclage de la matière organique et l'activité de la faune microbienne. Nous avons opté pour les trois classes suivantes :

- Couche OL : litière fraîche (débris végétaux peu transformés).
- Couche OF : litière fragmentée (débris végétaux difficilement identifiables).
- Couche OH : Humus brut (matière organique finement broyée par la faune du sol).
- Couches OL + OF : litière fraîche + litière fragmentée
- Couche OL + OF + OH : litière fraîche + litière fragmentée + Humus brut.

#### **6.1.2.2. Autres facteurs**

### ▪ **Le couvert végétal**

La régénération naturelle du cèdre de l'Atlas est liée à la nature du couvert végétal. Pour étudier le comportement de la régénération naturelle vis-à-vis du couvert, nous avons distingué les recouvrements suivants

- Rec\_TC : Recouvrement très clair ; 15%
- Rec\_C : Recouvrement clair ; > 15% *et* 25%
- Rec\_MD : Recouvrement moyennement dense ; > 25% *et* 50%
- Rec\_D : Recouvrement dense ; > 50% *et* 75%
- Rec\_TD : Recouvrement très dense ; > 75%

### ▪ **Concurrence des semis**

La présence de deux ou plusieurs espèces végétales dans un milieu donné peut être l'objet d'une concurrence pour l'utilisation d'une même ressource qui peut être l'espace, la lumière ou la nourriture. Pour estimer cette concurrence trois classes ont été distinguées :

- Conc\_Ab : Absence de concurrence
- Conc\_Fai : Faible concurrence
- Conc\_Im : Concurrence importante

### ▪ **Pâturage**

Le cèdre étant un résineux, les jeunes plants du cèdre écimés par les cheptels de caprins et d'ovins finissent par mourir sur pied à cause du déséquilibre physiologique qui survient, suite

à la diminution de la biomasse aérienne par rapport à celle du système racinaire. Pour estimer l'effet du pâturage, trois classes ont été distinguées :

- PA : Absence du pâturage
- PM : Présence du pâturage
- PI : Pâturage intensif

- **Etat du sol**

L'Homme et les animaux, par leurs activités, peuvent engendrer des modifications de l'état du sol. Par ailleurs, l'état de ce dernier a une grande influence sur l'installation des semis et les plantules : un sol tassé empêche le développement racinaire des jeunes individus. C'est ainsi que trois classes ont été prises en considération :

- Sol\_N : Sol non tassé
- Sol\_T : Sol tassé
- Sol\_DEF : Sol défriché

- **La pente**

Nous avons retenu trois classes pour la variable pente.

- Pent\_F : pente < 25%
- Pent\_M : pente 25% < 50%
- Pent\_Im : pente 50%

# *Chapitre IV*

## Résultats et discussions



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 et recommandations pour le gestionnaire.

Nous avons effectué les analyses statistiques des données à l'aide du logiciel « IBM SPSS Statistics 20 »

## 1. Procédé d'analyse

### 1.1. Statistiques descriptives

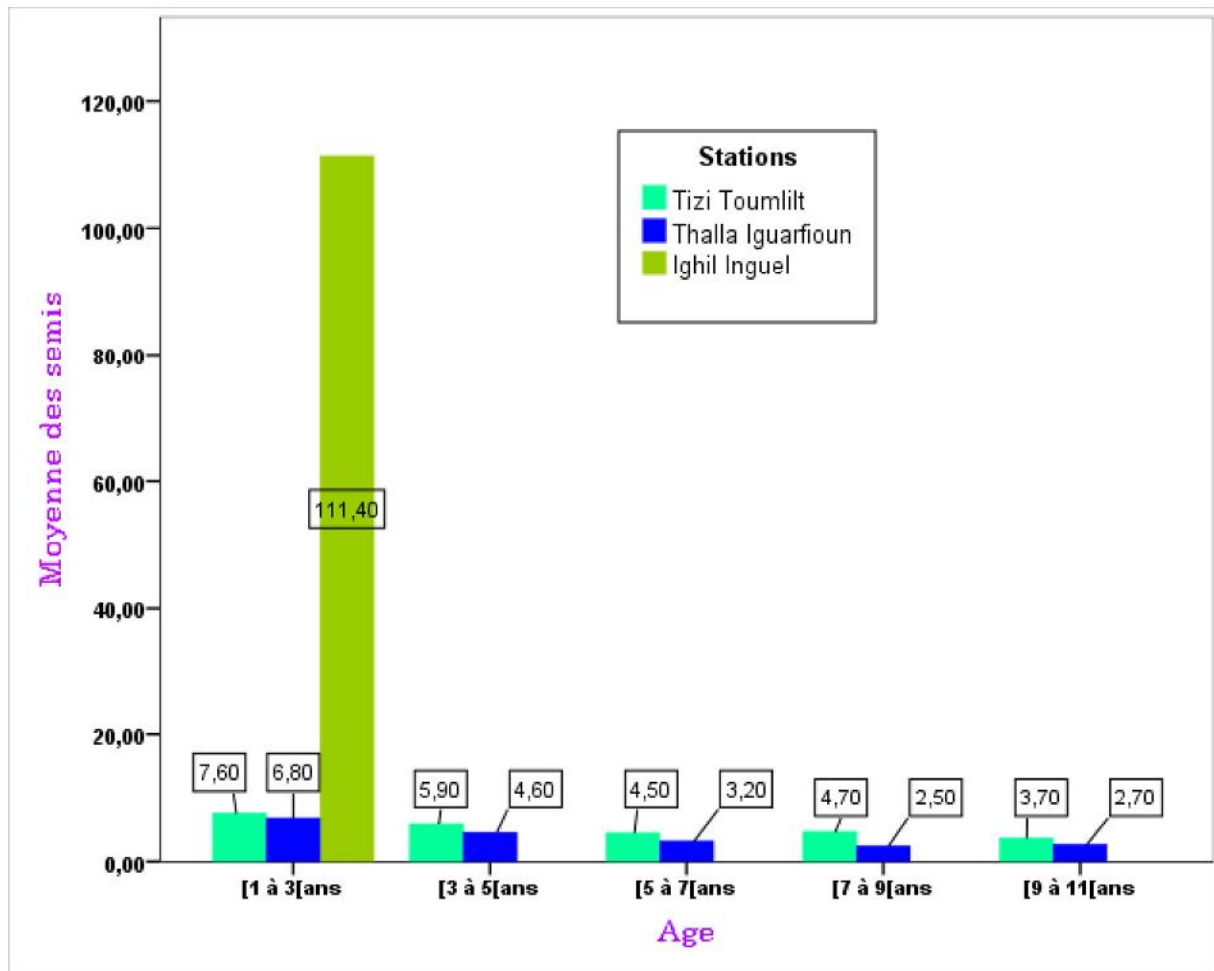
#### 1.1.1. Les moyennes d'effectifs des semis dans les trois stations en fonction des classes d'âges

Le tableau ci-dessous nous résume les moyennes des effectifs des semis dans les différentes classes d'âges pour les trois stations d'étude.

**Tableau N°10 : Les moyennes d'effectifs des semis dans les différentes classes d'âges pour les trois stations d'étude**

	Station	N	Moyenne	Ecart-type	Erreur standard moyenne
[1 à 3[ans	Thalla Iguarfioun	10	111,4000	27,37882	8,65794
	Tizi Toumlilt	10	7,60	2,319	,733
	Thalla Igurfioun	10	6,80	1,874	,593
[3 à 5[ans	Tizi Toumlilt	10	5,90	1,663	,526
	Thalla Igurfioun	10	4,60	1,776	,562
[5 à 7[ans	Tizi Toumlilt	10	4,50	2,550	,806
	Thalla Igurfioun	10	3,20	2,098	,663
[7 à 9[ans	Tizi Toumlilt	10	4,70	2,983	,943
	Thalla Igurfioun	10	2,50	1,269	,401
[9 à 11[ans	Tizi Toumlilt	10	3,70	2,452	,775
	Thalla Igurfioun	10	2,70	1,337	,423

L'histogramme (Fig. N°22) nous montre la répartition des moyennes des semis en fonction des classes d'âges au niveau des trois stations d'étude.

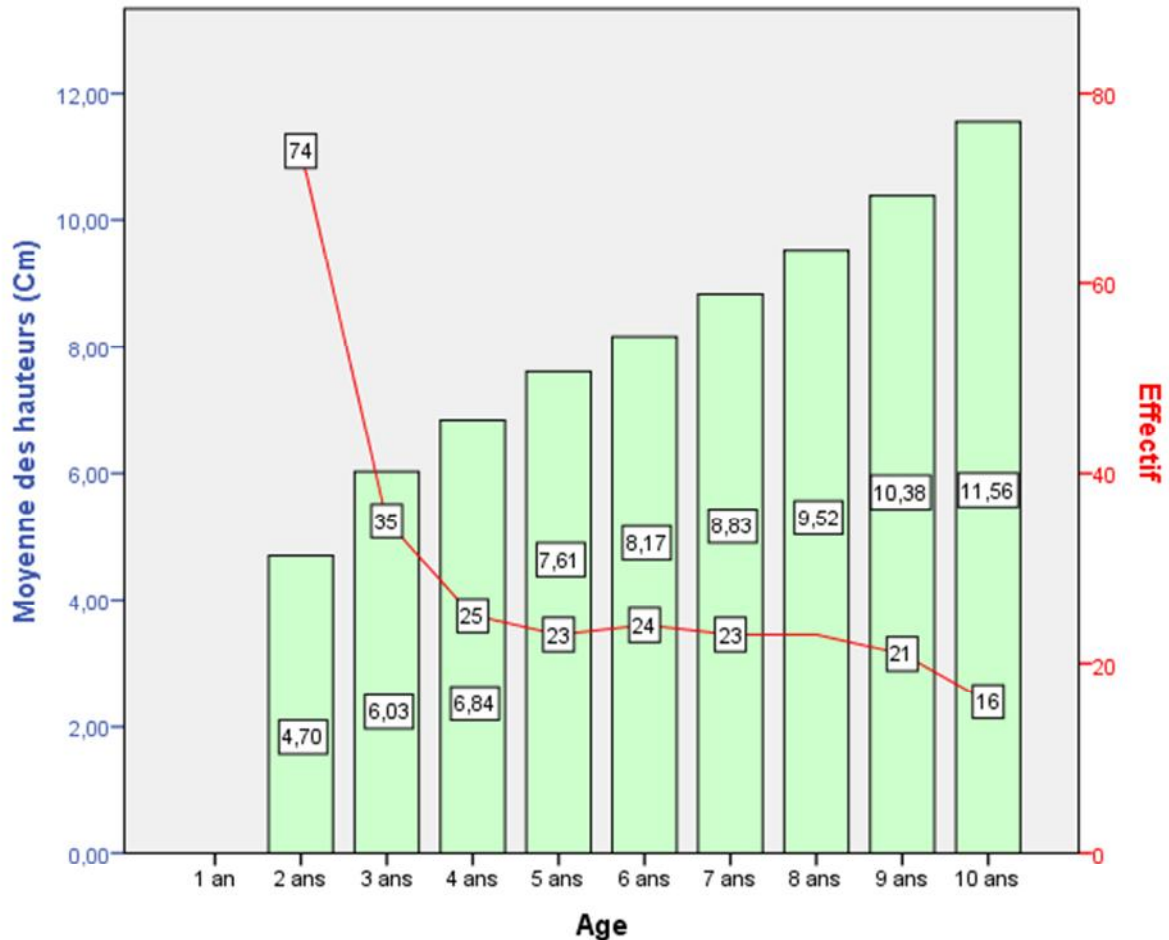


**Fig. N°22 : Répartition des moyennes des semis en fonction des classes d'âges au niveau des trois stations d'étude**

L'histogramme ci-dessus nous montre la répartition des moyennes des effectifs des semis en fonction des différentes classes d'âges au niveau des trois stations d'étude. Nous constatons que la moyenne des semis dans la classe d'âge de 1 à 3 ans au niveau de la station Ighil Inguel (111,40) est nettement supérieure à celles des stations Tizi Toumlilt (7,60) et Thalla Iguarfioun (6,80). Ces deux dernières sont caractérisées par une légère différence des moyennes de leurs effectifs. Cela peut s'expliquer par l'absence des semis de un an au niveau de la station de Tizi Toumlilt (voir la Fig.23). Les moyennes des effectifs des semis dans les autres classes d'âges ; 3 à 5 ans, 5 à 7 ans, 7 à 9 ans et 9 à 11 ans sont nulles pour la station d'Ighil Inguel. Cela indique qu'il n'ya pas de maintien des semis dans cette dernière. Pour les stations Tizi Toumlilt et Thalla Iguarfioun les moyennes des semis dans les différentes classes d'âges ; 3 à 5 ans, 5 à 7 ans, 7 à 9 ans et 9 à 11 ans diminuent proportionnellement avec l'âge, mais elles restent plus ou moins importantes au niveau de la station de Tizi Toumlilt que celles de Thalla Iguarfioun.

### 1.1.2. L'effectif des semis et leurs hauteurs moyennes en fonction des années au niveau de la station de Tizi Toumlilt

Pour voir l'évolution du nombre et les hauteurs des semis en fonction des années au niveau de la station de Tizi Toumlilt, nous avons tracé l'historgramme suivant :

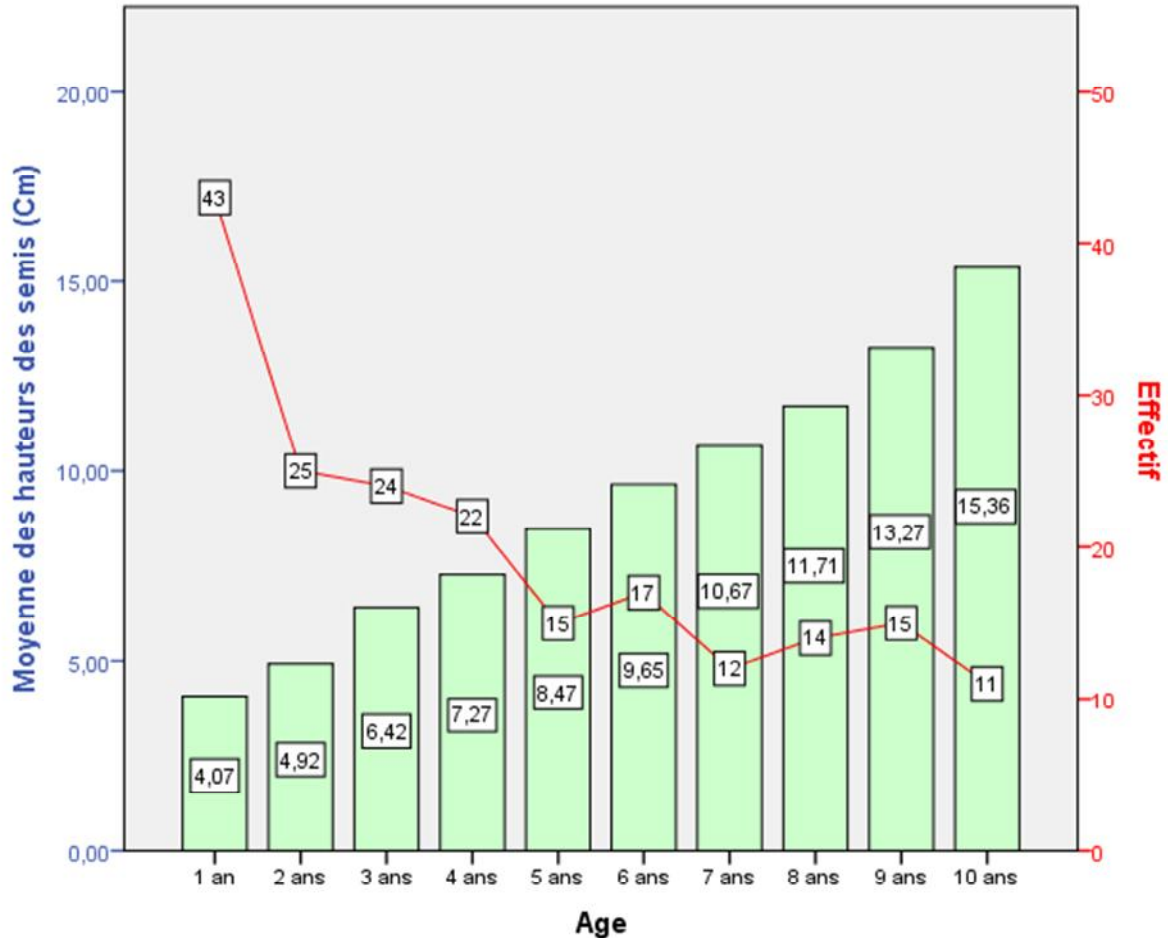


**Fig. N°23 : Evolution des effectifs et des hauteurs moyennes des semis en fonction des années au niveau de la station de Tizi Toumlilt**

D'après l'historgramme ci-dessus, nous constatons l'absence des semis de un an au niveau de la station de Tizi Toumlilt sise entre 1820 et 1860 m d'altitude. Nous constatons une diminution importante de l'effectif des semis dans la troisième année par rapport à la deuxième. L'effectif des semis diminue de 35 à l'âge de 3 ans pour atteindre 25 à la 4<sup>ème</sup> année de leur vie, puis leur effectif presque se stabilise de l'âge de 4 ans à 9 ans et diminue légèrement à l'âge de 10 ans avec un effectif de 16 semis.

### 1.1.3. L'effectif des semis et leurs hauteurs moyennes en fonction des années au niveau de la station de Thalla Iguarfioun

L'évolution du nombre et les hauteurs des semis en fonction des années au niveau de la station de Thalla Iguarfioun est représentée par l'histogramme suivant :



**Fig. N°24 : Evolution des effectifs et des hauteurs moyennes des semis en fonction des années dans la station de Thalla Iguarfioun**

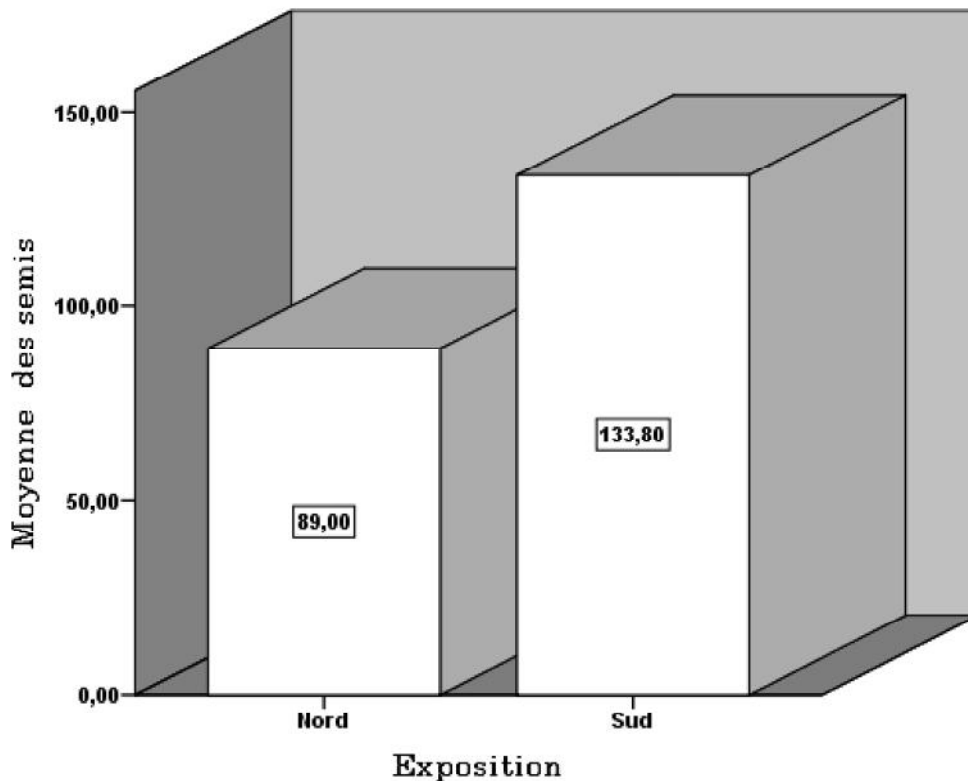
L'histogramme ci-dessus nous montre une diminution importante de l'effectif des semis de 1 an à 2 ans au niveau de la station de Thalla Iguarfioun sise à une altitude de 1660 à 1700 m, sont respectivement (43) et (25). Puis l'effectif de semis âgés de 2 ans diminue de 25 semis au fur et à mesure avec l'âge pour atteindre 15 semis à l'âge de 5 ans. A partir de cet âge, le nombre de semis présente des fluctuations entre 17 et 12 semis jusqu'à l'âge de 10 ans où il atteint un nombre plus réduit de 11 semis.

### 1.1.4. Les moyennes d'effectifs des semis de la station d'Ighil Inguel selon les expositions Nord et Sud

Au niveau de la station Ighil Inguel sise à une altitude de 1480 à 1520 m, nous n'avons retrouvé que des semis de 1 an ; de ce fait, en cette tranche d'altitude, nous avons échantillonné 5 placettes sur le versant Nord et 5 sur le versant Sud. Les résultats obtenus sont synthétisés dans le tableau suivant :

**Tableau N°11 : Les moyennes des semis de la station d'Ighil Inguel selon les versants ; Nord et Sud**

	Exposition	N	Moyenne	Ecart-type	Erreur standard moyenne
Semis	Nord	5	89,0000	10,86278	4,85798
	Sud	5	133,8000	17,72569	7,92717



**Fig. N°25 : Répartition des moyennes des semis selon l'exposition au niveau de la station d'Ighil Inguel**

L'histogramme ci-dessus représente la répartition des moyennes des semis âgés de 1 an en fonction des expositions Nord et Sud au niveau de la station d'Ighil Inguel. Pour le versant à exposition Nord, la moyenne d'effectif des semis est de 89 ; elle est nettement inférieure à celle du versant Sud qui est de 133,80.

### 1.1.5. Discussion

Nous avons effectué l'échantillonnage dans les stations d'étude à partir du 15/04/2015 au 22/04/2015. En ce laps de temps, nous avons constaté l'absence des semis de un an au niveau de la station de Tizi Toumlilt sise à une altitude entre 1840 à 1860 m car les conditions d'apparition des semis dans cette station ne sont pas atteintes. D'ailleurs LEPOUTRE (1966), lors de ses observations sur la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas au Maroc, atteste qu'il était beaucoup plus difficile pour les cédraies d'altitude au-dessus de 1800 m de se régénérer que pour les cédraies basses entre 1600 et 1800 m telle que la station de Thalla Iguarfioun dans notre cas. La date d'apparition des germinations de cèdre est étroitement dépendante de la valeur des températures maximales enregistrées sous abri et de la durée de ses maximums. Selon YAHY (2007), cette date est systématiquement retardée de deux à trois mois au moins en cédraie d'altitude par rapport à la cédraie basse.

Nous avons aussi constaté une diminution importante de l'effectif des semis durant les premières années de leur vie d'après le graphique et les résultats des tests statistiques (voir test ANOVA). Cela peut s'expliquer selon LEPOUTRE (1963), DERRIDJ (1990) et YAHY (2007) du fait que les plantules ne sont installées que tardivement, alors leurs racines n'ont pas eu le temps en effet de descendre en profondeur pour échapper à la dessiccation des horizons de surface du sol qui survient dès juillet.

A la station de Thalla Iguarfioun sise à une altitude de 1660 et 1700 m. Évidemment dans la même période d'échantillonnage qui est du 15/04/2015 au 22/04/2015, nous avons trouvé des semis d'une année au nombre de 43 à l'échelle de toutes les placettes échantillonnées. D'après LEPOUTRE (1963), cela nous indique que la valeur de la température maximale a atteint environ 9 à 10°C pendant une durée d'au moins 9 à 10 jours, et pour les températures minimales, sont non inférieures à -5 C°.

Au niveau de la station d'Ighil Inguel sise entre 1480 et 1520 m d'altitude, nous avons constaté que le nombre des semis sur le versant Sud est nettement supérieur à celui des semis du versant Nord. Cela explique très bien que le versant le plus chaud permet en altitude des germinations plus hâtives d'après LEPOUTRE (1963) et YAHY (2007). Pour la cédraie basse, la germination est également plus hâtive en versant Sud et de façon générale aux places ensoleillées, mais ici la température estivale beaucoup plus élevée fait disparaître les semis.

### 1.1.6. Evolution de la hauteur moyenne des semis en fonction des années au niveau des deux stations : Tizi Toumlilt et Thalla Iguarfioun.

D'après le graphique ci-dessous, les moyennes des hauteurs des semis de la station de Thalla Iguarfioun sise à une altitude de 1660 à 1700 m, sont supérieures à celles des semis de même âge au niveau de la station de Tizi Toumlilt sise à une altitude entre 1840 et 1860 m. La différence des hauteurs moyennes des semis entre les deux stations augmente légèrement à partir de l'âge de deux ans jusqu'à 4 ans. C'est à partir de l'âge de 5 ans que la différence des moyennes des hauteurs prend une ampleur au fur et à mesure avec l'âge, jusqu'à ce qu'elle atteigne sa valeur maximale à l'âge de dix ans.

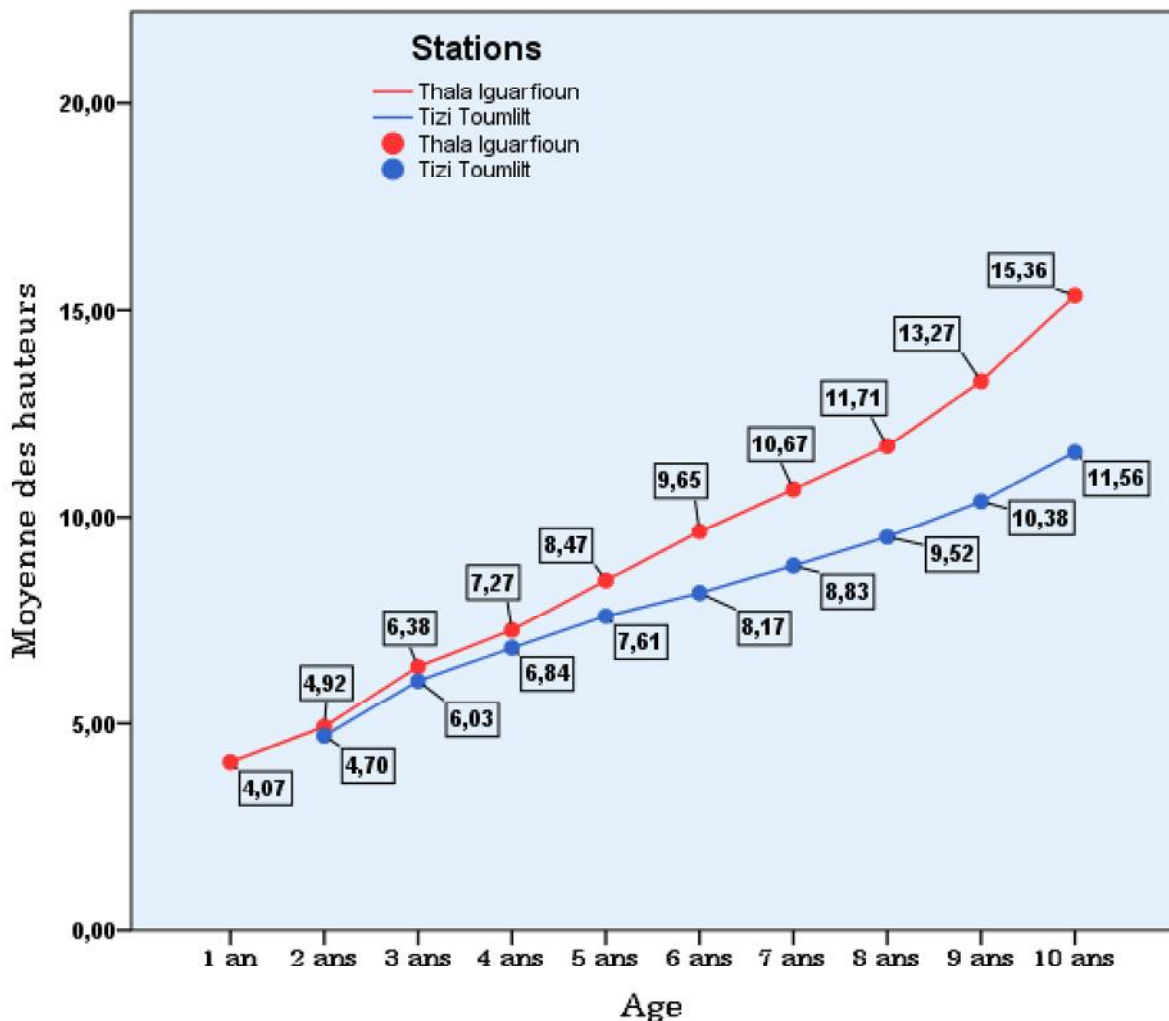


Fig. N°26 : Evolution de la hauteur moyenne des semis en fonction des années au niveau des deux stations ; Tizi Toumlilt et Thalla Iguarfioun.

## 1.2. Comparaisons des moyennes des semis entre les classes d'âges dans chaque station

### 1.2.1. Test d'ANOVA ; l'influence stationnelle sur la répartition des semis en fonction des classes d'âges au niveau de la station de Tizi Toumlilt sise entre 1820 et 1860 m d'altitude

Pour tester l'influence stationnelle sur la répartition des semis en fonction des classes d'âges au niveau de la station de Tizi Toumlilt, nous allons utiliser le test d'ANOVA à un facteur.

Deux conditions sont nécessaires pour que les conclusions d'une ANOVA soient valides : l'homogénéité de la variance intragroupe et la normalité des données.

Le test de Kolmogorov-Smirnov est un test dit d'ajustement, car il permet d'établir si une population donnée suit une distribution normale.

**Tableau N° 12 : test de normalité**

		Nombre de semis
N		50
Paramètres normaux <sup>a,b</sup>	Moyenne	5,28
	Ecart-type	2,703
Différences les plus extrêmes	Absolue	,121
	Positive	,121
	Négative	-,118
Z de Kolmogorov-Smirnov		,852
Signification asymptotique (bilatérale)		,462

a. La distribution à tester est gaussienne.

b. Calculée à partir des données.

Le test de Kolmogorov-Smirnov est significatif, ( $P = 0,462 > 0,05$ ), les semis sont répartis dans les classes d'âges au niveau de la station de Tizi Toumlilt suivant une distribution normale.

**Tableau N° 13 : test de l'homogénéité des variances**

Nombre de semis			
Statistique de			
Levene	ddl1	ddl2	Signification
1,889	4	45	,129

Le test de Levene est significatif ( $0,129 > 0,05$ ), l'hypothèse d'homogénéité des échantillons est donc acceptée. Nous pouvons procéder à l'analyse des résultats de l'ANOVA.

**Tableau N° 14 : test de l'ANOVA à un facteur**

Nombre de semis					
	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	92,080	4	23,020	3,894	,008
Intra-groupes	266,000	45	5,911		
Total	358,080	49			

Plus la valeur de  $p$  est petite, plus la preuve est forte contre l'hypothèse nulle. Ici, les moyennes sont très différentes ( $F = 3,894$  ;  $p = 0,008 < 0,05$ ). L'hypothèse nulle est rejetée, l'âge des semis a bien un effet sur leur nombre au niveau de la station de Tizi Toumlilt. Mais, à ce stade, nous ne savons pas quelle est la classe d'âge caractérisée par un nombre important de semis. Pour cela, il faut réaliser un test de comparaisons multiples.

Pour faire ces comparaisons, nous allons utiliser le test de Duncan. Ce test compare des moyennes deux à deux et suit un ordre pas à pas. Il utilise la statistique d'intervalle studentisé souvent employé pour des tests de comparaisons de plusieurs moyennes. Dans notre cas, il s'agira des moyennes des semis dans les différentes classes d'âges

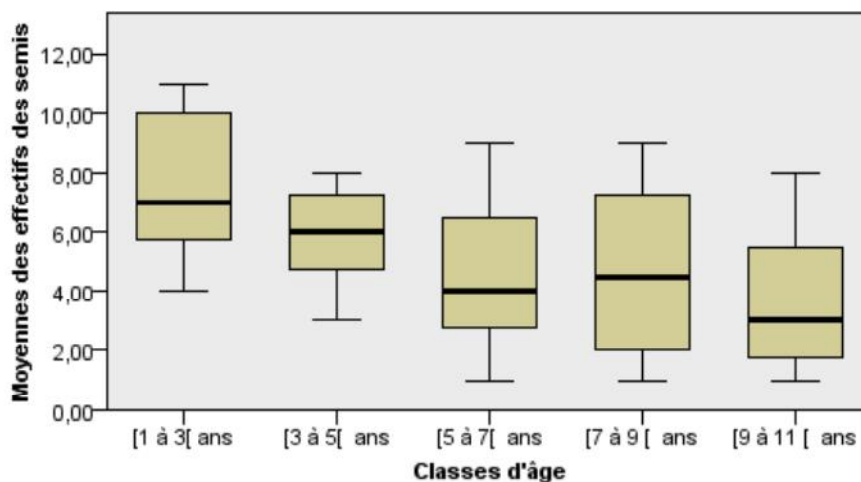
**Tableau N° 15 : test de comparaisons multiples des moyennes des semis entre les différentes classes d'âge.**

	Classes d'âge	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05	
			1	2
Duncan <sup>a</sup>	[9 à 11[ ans	10	3,70	
	[5 à 7[ ans	10	4,50	
	[7 à 9[ ans	10	4,70	
	[3 à 5[ ans	10	5,90	5,90
	[1 à 3[ ans	10		7,60
Signification			,070	,125

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 10,000.

Le test de Duncan montre que le nombre des semis dans la classe d'âge de [1 à 3[ans est supérieur à celui des autres classes. La moyenne de cette classe est égale à 7,60. Elle est significativement plus élevée que celle des classes [9 à 11[ans (3,70), [5 à 7[ans (4,50) et [7 à 9[ans (4,70). Voir la figure ci-dessous.



**Fig. N°27 : La répartition des semis dans les classes d'âges au niveau de la station de Tizi Toumlilt**

### 1.2.2. Test d'ANOVA ; l'influence stationnelle sur la répartition des semis en fonction des classes d'âges au niveau de la station de Thalla Iguarfioun sise entre 1660 et 1700 m d'altitude

Avant de procéder à l'exécution du test d'ANOVA pour la station de Thalla Iguarfioun, on doit d'abord vérifier la normalité de la distribution et l'homogénéité des variances.

**Tableau N°16 : test de normalité**

		Nombre de semis
N		50
Paramètres normaux <sup>a,b</sup>	Moyenne	3,96
	Ecart-type	2,294
Différences les plus extrêmes	Absolue	,164
	Positive	,164
	Négative	-,098
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,156
Signification asymptotique (bilatérale)		,138

a. La distribution à tester est gaussienne.

b. Calculée à partir des données.

Z de Kolmogorov-Smirov égal à 1,156 avec ( $p = 0,138 > 0,05$ ). Donc les semis sont répartis suivant une distribution normale dans les classes d'âges au niveau de la station de Thalla Iguarfioun

**Tableau N° 17 : test de l'homogénéité des variances**

Nombre de semis			
Statistique de	ddl1	ddl2	Signification
Levene			
,962	4	45	,438

Le test de Levene est significatif : il y a plus de 43,8 % de chances que les variances des semis dans les classes d'âges soient homogènes, donc  $H_0$  est acceptée et l'analyse de la variance peut se poursuivre.

**Tableau N° 18 : test de l'ANOVA à un facteur**

Nombre de semis					
	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	127,720	4	31,930	11,036	,000
Intra-groupes	130,200	45	2,893		
Total	257,920	49			

D'après les résultats de l'ANOVA, la valeur de F est 11,036 avec  $p < 0,001$ . Donc le résultat est très significatif, ce qui confirme le nombre de semis au niveau de la station de Thalla Iguarfioun qui diffère selon la classe d'âge.

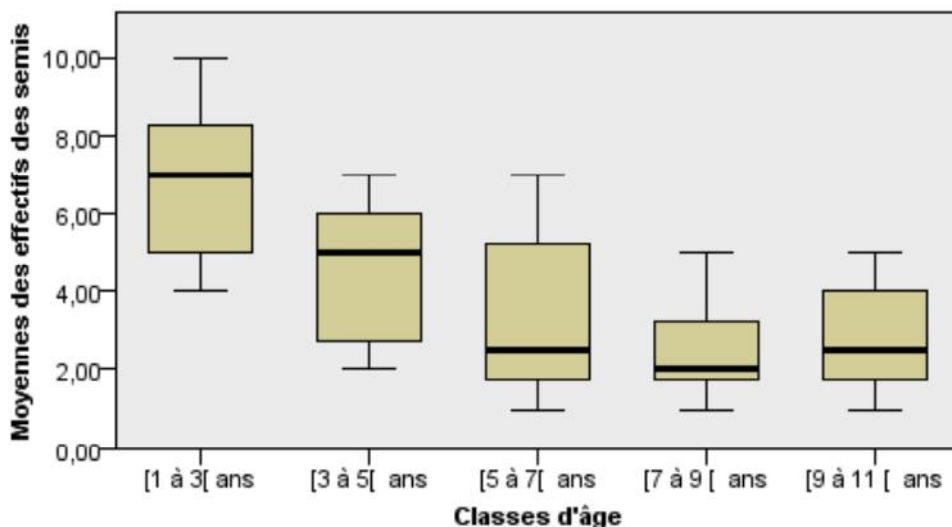
**Tableau N° 19 : Test de comparaisons multiples des moyennes des semis entre les différentes classes d'âges**

	Classes d'âge	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05		
			1	2	3
Duncan <sup>a</sup>	[7 à 9[ ans	10	2,50		
	[9 à 11[ ans	10	2,70		
	[5 à 7[ ans	10	3,20	3,20	
	[3 à 5[ ans	10		4,60	
	[1 à 3[ ans	10			6,80
Signification			,392	,072	1,000

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 10,000.

D'après les résultats du test de Duncan, la moyenne des semis dans la classe d'âge de [1 à 3[ans est égale à 6,80. Elle est nettement supérieure à celles des autres classes. En deuxième lieu viennent les classes [3 à 5[ans (4,60) et [5 à 7[ans (3,20). Enfin les moyennes des classes de [7 à 9[et [9 à 11[ans sont significativement inférieures à celles des autres classes. Elles sont respectivement (2,50) et (2,70). Voir (Fig. N°28)



**Fig. N°28 : La répartition des semis dans les classes d'âges au niveau de la station de Thalla Iguarfioun**

### 1.2.3. Test-t pour deux échantillons indépendants pour tester la répartition des semis en fonction de l'exposition au niveau de la station d'Ighil Inguel (1470 à 1510 m d'altitude)

À l'aide du test t pour échantillons indépendants, nous allons effectuer une comparaison de la moyenne des semis du versant Nord avec celle du versant Sud. Les résultats obtenus sont mentionnés dans le tableau suivant :

**Tableau N° 20 : Résultats des tests Levene et test-t pour deux échantillons indépendants**

		Test de Levene sur l'égalité des variances		Test-t pour égalité des moyennes		
		F	Sig.	t	ddl	Sig. (bilatérale)
Semis	Hypothèse de variances égales	1,695	,229	-4,819	8	,001
	Hypothèse de variances inégales			-4,819	6,633	,002

Les résultats du tableau indiquent que le F du test de Levene sur l'homogénéité de la variance est égale à 1,695 avec  $p = 0,229 > 0,05$ . L'hypothèse nulle est acceptée, les variances sont homogènes. Donc nous pouvons compter sur les résultats du test-t

Le résultat du test  $t = -4,819$  avec  $p = 0,001 < 0,05$ . Ici l'hypothèse nulle est rejetée. Donc la moyenne d'effectif des semis de 1 an du versant à exposition Sud, pendant la période de notre échantillonnage, est significativement supérieure à celle de l'effectif des semis 1an du versant à exposition Nord.

### 1.3. Comparaison entre les stations Tizi Toumlilt et Thalla Iguafioun

#### 1.3.1. Comparaison des moyennes des semis de mêmes classes d'âges entre les deux stations : Tizi Toumlilt et Thalla Iguarfioun

Afin de tester l'égalité des moyennes d'effectifs des semis dans les mêmes classes entre les deux stations, nous allons utiliser le test-t pour deux échantillons indépendants. Les résultats obtenus sont décrits dans le tableau ci-dessous.

**Tableau N° 21 : Résultats du test t pour la comparaison des moyennes des semis entre la station de Tizi Toumlilt et Thalla Iguarfioun**

		Test de Levene sur l'égalité des variances		Test-t pour égalité des moyennes				Intervalle de confiance 95% de la différence		
		F	Sig.	t	ddl	Sig. (bilatérale)	Différence moyenne	Différence écart-type	Inférieure	Supérieure
[1 à 3[ans	Hypothèse de variances égales	,926	,349	,849	18	,407	,800	,943	-1,181	2,781
	Hypothèse de variances inégales			,849	17,240	,408	,800	,943	-1,187	2,787
[3 à 5[ans	Hypothèse de variances égales	,165	,689	1,689	18	,108	1,300	,770	-,317	2,917
	Hypothèse de variances inégales			1,689	17,923	,108	1,300	,770	-,317	2,917
[5 à 7[ans	Hypothèse de variances égales	,308	,585	1,245	18	,229	1,300	1,044	-,893	3,493
	Hypothèse de variances inégales			1,245	17,356	,230	1,300	1,044	-,899	3,499
[7 à 9[ans	Hypothèse de variances égales	22,231	,000							
[9 à 11[ans	Hypothèse de variances égales	4,824	,041							

D'après les résultats du tableau, les variances des échantillons dans les classes d'âges de 1 à 3 ans, 3 à 5 ans et 5 à 7 ans, sont homogènes. Les significations du test de Levene pour chacune de ces classes sont respectivement  $p = 0,349$  ;  $p = 0,689$  et  $p = 0,585$ . Donc pour ces classes d'âges, on peut compter sur les résultats du test-t pour deux échantillons indépendants.

- La classe de 1 à 3 ans,  $t = 0,849$  avec  $p = 0,407 > 0,05$ . Il n'y a pas de différence des moyennes des semis entre les deux stations.
- La classe de 3 à 5 ans,  $t = 1,689$  avec  $p = 0,108 > 0,05$ . Il n'y a pas de différence des moyennes des semis entre les deux stations.
- La classe de 5 à 7 ans,  $t = 1,245$  avec  $p = 0,229 > 0,05$ . Il n'y a pas de différence des moyennes des semis entre les deux stations.

Au seuil de signification 5 %, il n'y a pas de différence significative des moyennes des semis dans les classes d'âges de 1 à 3 ans, 3 à 5 ans et 5 à 7 ans entre les deux stations.

Pour les classes d'âges de 7 à 9 ans et 9 à 11 ans, on ne peut pas utiliser le test-t, car le test de Levene n'est pas significatif, donc les variances ne sont pas homogènes. On doit alors utiliser des tests non paramétriques qui ne supposent pas l'homogénéité de la variance.

Dans ce cas, nous allons utiliser le test de Mann-Whitney-Wilcoxon. Le tableau suivant nous résume les résultats du test.

**Tableau N° 22 : Test de Mann-Whitney-Wilcoxon**

	Station	N	Rang moyen	Somme des rangs
[7 à 9[ ans	Tizi Toumlilt	10	12,50	125,00
	Thalla Iguarfioun	10	8,50	85,00
	Total	20		
[9 à 11[ ans	Tizi Toumlilt	10	11,50	115,00
	Thalla Iguarfioun	10	9,50	95,00
	Total	20		

	[7 à 9[ ans	[9 à 11[ ans
U de Mann-Whitney	30,000	40,000
W de Wilcoxon	85,000	95,000
Z	-1,550	-,769
Signification asymptotique (bilatérale)	,121	,442
Signification exacte [2* (signification unilatérale)]	,143 <sup>b</sup>	,481 <sup>b</sup>

a. Critère de regroupement : Station

b. Non corrigé pour les ex aequo.

Les résultats du test de Mann-Whitney-Wilcoxon nous montrent qu'il n'y a pas de différence d'effectif des semis entre les deux stations : Tizi Toumlilt et Thalla Iguarfioun dans les classes d'âges de 7 à 9 ans et de 9 à 11 ans entre les deux stations.

- Pour la classe de 7 à 9 ans :  $Z = -1,55$  avec  $P = 0,121 > 0,05$
- Pour la classe de 9 à 11 ans :  $Z = -0,769$  avec  $P = 0,442 > 0,05$

### 1.3.2. Conclusion

Les résultats du test-t ont confirmé l'égalité de moyennes des semis dans les classes d'âges de 1 à 3 ans, 3 à 5 ans et 5 à 7 ans entre les deux stations : Tizi Toumlil et Talla Iguarfioun.

Le test de Mann-Whitney-Wilcoxon, nous indique que l'effectif des semis au niveau de la station de Tizi Toumlil est égal à l'effectif des semis au niveau de la station de Talla Iguarfioun dans les classes d'âges de 7 à 9 ans et de 9 à 11 ans.

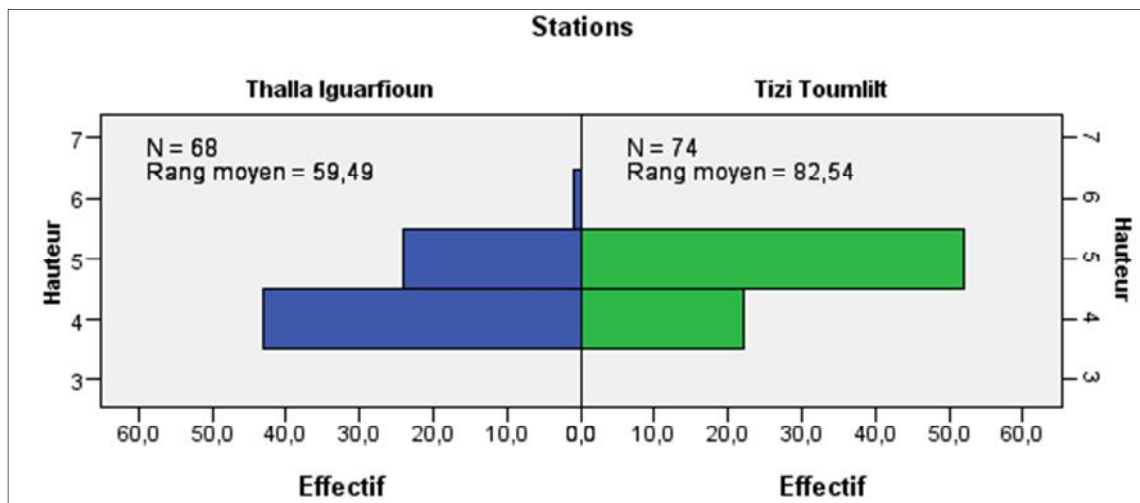
### 1.3.3. Comparaison des hauteurs moyennes des semis des mêmes classes d'âges entre les deux stations : Tizi Toumlilt et Thalla Iguarfioun

L'hétérogénéité des variances de hauteurs des semis nous impose alors utiliser des tests non paramétriques qui ne supposent ni homogénéité de la variance, ni une distribution normale. Nous allons utiliser le test de Mann-Whitney-Wilcoxon.

#### 1.3.3.1. Comparaison des hauteurs moyennes des classes d'âges [1 à 3[ans entre les deux stations

**Tableau N° 23 : Les sommes et les moyennes des rangs dans les classes d'âges [1 à 3[ans**

	Stations	N	Rang moyen	Somme des rangs
Hauteur	Tizi Toumlilt	74	82,54	6108,00
	Thalla Iguarfioun	68	59,49	4045,00
	Total	142		



**Fig. N°29 : Répartition des effectifs des semis en fonction des hauteurs dans les classes d'âges [1 à 3[ans au niveau des deux stations**

**Tableau N° 24 : Résultats du test de Mann-Whitney-Wilcoxon**

	Hauteur
U de Mann-Whitney	1699,000
W de Wilcoxon	4045,000
Z	-3,850
Signification asymptotique (bilatérale)	,000

$Z = -3,850$  avec  $P = 0,001 < 0,05$ . Donc au seuil  $\alpha = 5 \%$ , nous allons rejeter l'hypothèse d'égalité des hauteurs des semis de [1 à 3[ans entre les deux stations : Tizi Toumlilt et Thalla Iguarfioun.

### 1.3.3.2. Comparaison des hauteurs moyennes des classes d'âges [3 à 5[ans entre les deux stations

Tableau N° 25 : Les sommes et les moyennes des rangs dans les classes d'âges [3 à 5[ans

	Stations	N	Rang moyen	Somme des rangs
Hauteur	Tizi Toumlilt	60	46,73	2804,00
	Thalla Iguarfioun	46	62,33	2867,00
	Total	106		

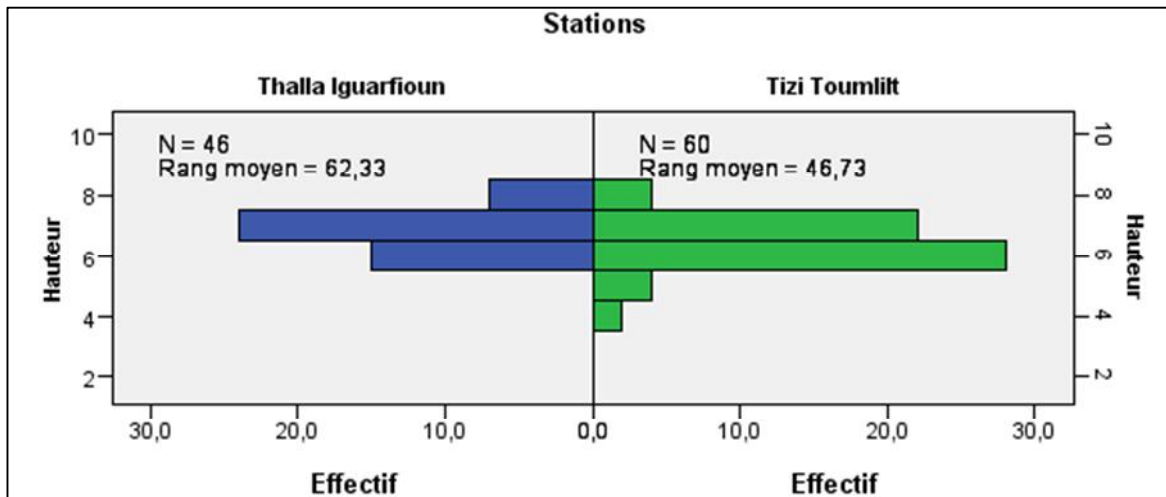


Fig. N°30 : Répartition des effectifs des semis en fonction des hauteurs dans les classes d'âges [3 à 5[ans au niveau des deux stations

Tableau N° 26 : Résultats du test de Mann-Whitney-Wilcoxon

	Hauteur
U de Mann-Whitney	974,000
W de Wilcoxon	2804,000
Z	-2,806
Signification asymptotique (bilatérale)	,005

$Z = -2,806$  avec  $P = 0,005 < 0,05$ . Donc l'hypothèse nulle est rejetée. Les distributions des hauteurs des semis de [3 à 5[ans des deux stations Tizi Toumlilt et Thalla Iguarfioun sont différentes.

### 1.3.3.3. Comparaison des hauteurs moyennes des classes d'âges de [5 à 7[ans entre les deux stations

Tableau N° 27 : Les sommes et les moyennes des rangs dans les classes d'âges [5 à 7[ans

	Stations	N	Rang moyen	Somme des rangs
Hauteur	Tizi Toumlilt	47	29,54	1388,50
	Thalla Iguarfioun	32	55,36	1771,50
	Total	79		

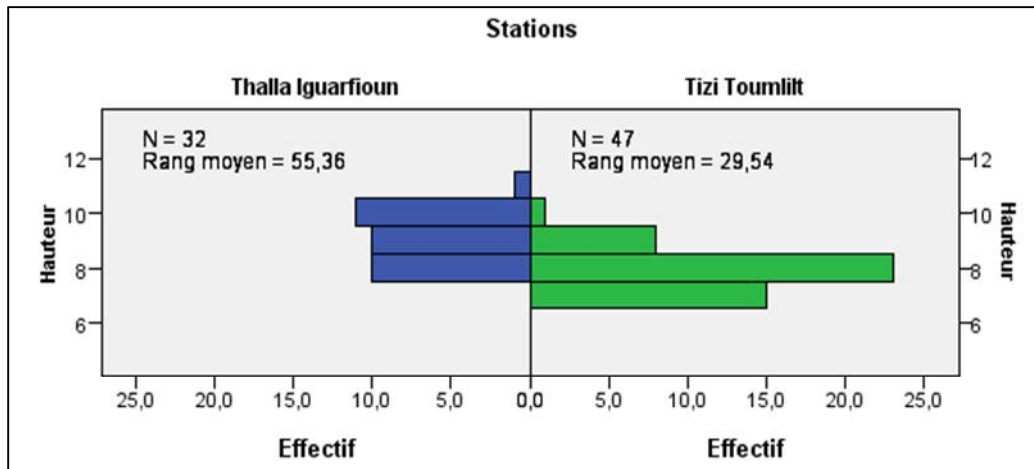


Fig. N°31 : Répartition des effectifs des semis en fonction des hauteurs dans les classes d’âges [5 à 7[ans au niveau des deux stations

Tableau N° 28 : Résultats du test de Mann-Whitney-Wilcoxon

	Hauteur
U de Mann-Whitney	260,500
W de Wilcoxon	1388,500
Z	-5,159
Signification asymptotique (bilatérale)	,000

Z = -5,159 avec P = 0,001 < 0,05. Au seuil 5 %, nous ne pouvons pas retenir l'hypothèse d'égalité de distribution des hauteurs des semis de [5 à 7[ans des deux stations : Tizi Toumlilt et Thalla Iguarfioun. Donc l’hypothèse nulle est rejetée.

1.3.3.4. Comparaison des hauteurs moyennes des classes d’âges de [7 à 9[ans entre les deux stations

Tableau N° 29 : Les sommes et les moyennes des rangs dans les classes d’âges [7 à 9[ans

	Stations	N	Rang moyen	Somme des rangs
Hauteur	Tizi Toumlilt	46	24,49	1126,50
	Thalla Iguarfioun	26	57,75	1501,50
	Total	72		

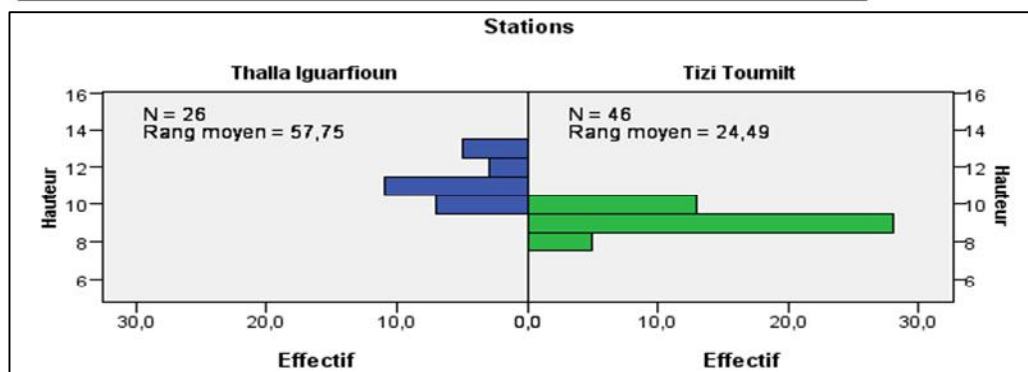


Fig. N°32 : Répartition des effectifs des semis en fonction des hauteurs dans les classes d’âges [7 à 9[ans au niveau des deux stations

**Tableau N° 30 : Résultats du test de Mann-Whitney-Wilcoxon**

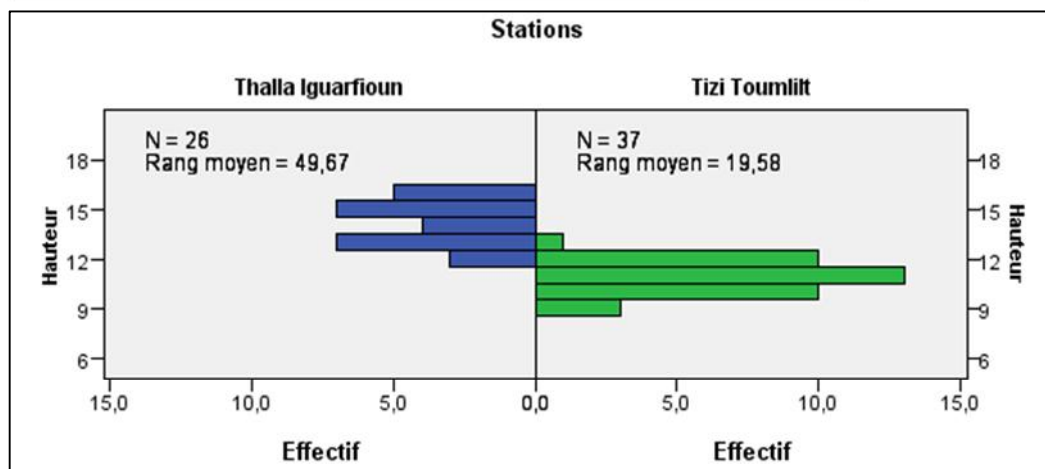
	Hauteur
U de Mann-Whitney	45,500
W de Wilcoxon	1126,500
Z	-6,769
Signification asymptotique (bilatérale)	,000

$Z = -6,769$  avec  $P = 0,0001 < 0,05$ . Au seuil 5 %, l'hypothèse nulle d'égalité de distribution des hauteurs des semis de [7 à 9]ans des deux stations Tizi Toumlilt et Thalla Iguarfioun est rejetée.

### 1.3.3.5. Comparaison des hauteurs moyennes des classes d'âges de [9 à 11]ans entre les deux stations

**Tableau N° 31 : Les sommes et les moyennes des rangs dans les classes d'âges [9 à 11]ans**

Stations	N	Rang moyen	Somme des rangs
Hauteur Tizi Toumlilt	37	19,58	724,50
Thalla Iguarfioun	26	49,67	1291,50
Total	63		

**Fig. N°33 : Répartition des effectifs des semis en fonction des hauteurs dans les classes d'âges [9 à 11]ans au niveau des deux stations****Tableau N° 32 : Résultats du test de Mann-Whitney-Wilcoxon**

	Hauteur
U de Mann-Whitney	21,500
W de Wilcoxon	724,500
Z	-6,499
Signification asymptotique (bilatérale)	,000

$Z = -6,499$  avec  $P = 0,001 < 0,05$ . Donc au seuil 5 %, l'hypothèse nulle est rejetée. Il y'a une différence de distribution des hauteurs des semis de la classe d'âge de [9 à 11[ans entre les deux stations : Tizi Toumlilt et Thalla Iguarfouin.

#### 1.3.4. Discussion

Les résultats des tests de comparaison de Mann et Whitney-Wilcoxon nous montrent que la hauteur moyenne des semis d'une classe d'âge au niveau de la station de Thalla Iguarfouin est supérieure à la hauteur moyenne des semis de la même classe d'âge au niveau de la station Tizi Toumlilt. La différence d'altitude qui fait varier le bilan hydrique et les températures entre les stations peut être à l'origine de cela. Dans ce sens, LEPOUTRE (1963) présume que les températures froides et la durée de celles-ci (soit nocturnes soit diurnes) retarderont la germination ou plus vraisemblablement encore la croissance des plantules. Concernant les précipitations au niveau des stations d'études, TOTH (1987) nous confirme que la croissance du cèdre est étroitement liée aux données pluviométriques de l'année (mai-juin de l'année N),

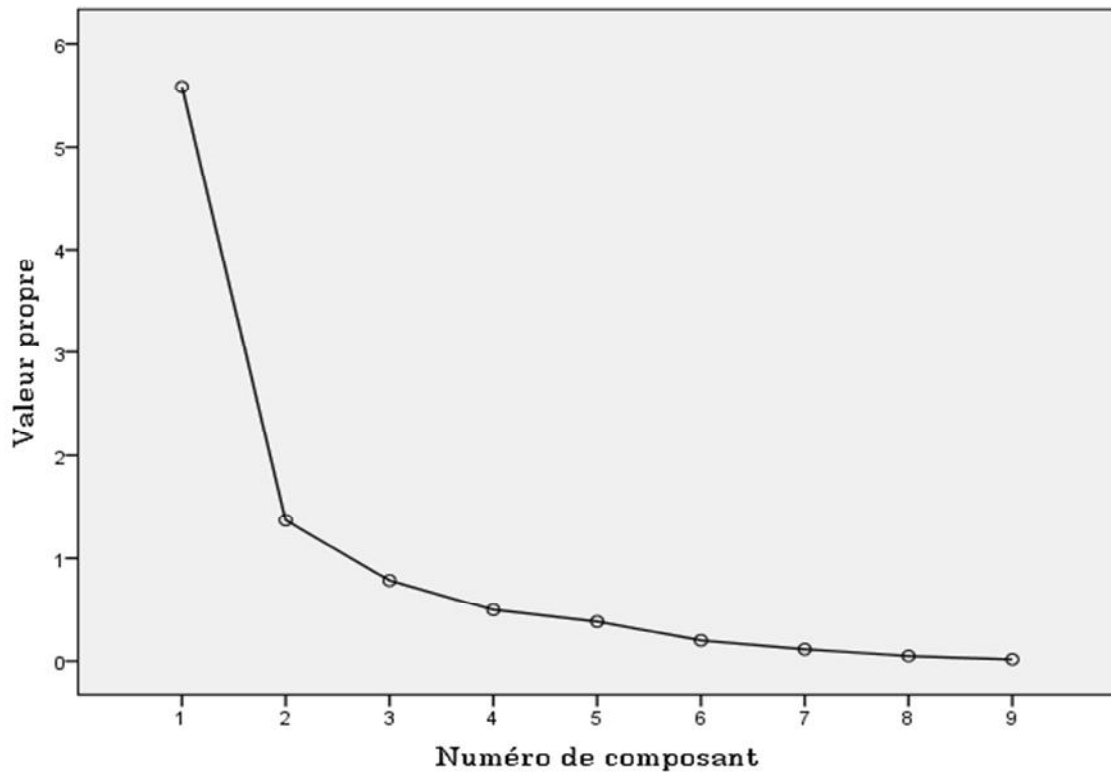
## 2. Analyse en Composantes Principales (ACP)

L'analyse en composantes principales a pour objectif de réduire le nombre de variables à analyser en regroupant leurs informations sur un nombre strictement inférieur de nouvelles variables appelées composantes principales. Ce type d'analyse, est un outil qui permet la visualisation (graphique) des données et facilite l'interprétation.

**Tableau N°33 : Indice de Kaiser-Meyer-Olkin et test de Bartlett**

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.		,880
Test de sphéricité de Bartlett	Khi-deux approximé	268,376
	ddl	36
	Signification de Bartlett	,000

L'indice de Kaiser-Meyer-Olkin nous indique si les corrélations entre les paires de variables peuvent être expliquées par d'autres variables incluses. Dans notre cas, il est tout à fait satisfaisant (0,88) valide cette solution factorielle. Le résultat du test de sphéricité de Bartlett est significatif ( $p < 0,0005$ ). Nous pouvons donc rejeter l'hypothèse nulle admettant que toutes les corrélations sont égales à zéro et poursuivre l'analyse.



**Fig. N° 34 : Graphique des valeurs propres**

Dans cette analyse, nous n'avons retenu que les deux premiers axes ayant des valeurs propres supérieures à 1 afin de faciliter l'interprétation.

**Tableau N°34 : Variance totale expliquée**

Composante	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus			Somme des carrés des facteurs retenus pour la rotation		
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés
1	5,582	62,018	62,018	5,582	62,018	62,018	5,577	61,971	61,971
2	1,365	15,163	77,180	1,365	15,163	77,180	1,369	15,210	77,180
3	,785	8,719	85,900						
4	,499	5,546	91,445						
5	,385	4,282	95,727						
6	,201	2,232	97,958						
7	,116	1,288	99,247						
8	,051	,561	99,808						
9	,017	,192	100,000						

Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.

Cette solution factorielle parvient à expliquer plus de 77,18 % de la variance totale. La première dimension permet d'expliquer 61,971 % de la variance du phénomène, c'est-à-dire que les variables qui composent cette première dimension synthétisent 62,018 % du phénomène. La seconde dimension explique 15,21 % de la variance. Donc notre représentation du phénomène est satisfaisante.

**Tableau N°35 : Qualité de représentation**

	Initial	Extraction
Exposition	1,000	,411
Altitude	1,000	,970
Concurrence des semis	1,000	,750
Etat du sol	1,000	,778
Horizons du sol	1,000	,960
Recouvrement	1,000	,914
Séquelles anthropiques	1,000	,767
Litière	1,000	,765
Pente	1,000	,630

Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.

L'examen du tableau de qualité de représentation des variables nous indique que l'exposition dont l'indice de communalité (0,411) et le poids factoriel (0,535), sont plus ou moins faibles. Cette variable peut affaiblir légèrement la validité de cette échelle. Mais par conséquent nous allons garder cette variable pour la suite de l'analyse. Pour les autres variables, leurs indices de communalité sont supérieurs à 0,750 sauf pour la variable Pente ; il est de 0,630 et d'un poids factoriel de 0,584.

Afin d'obtenir une représentation factorielle plus simple, nous faisons une rotation VARIMAX. Ce type de rotation permet de préserver l'orthogonalité (l'indépendance) entre les facteurs. Une fois que la rotation a été effectuée, l'écart entre les corrélations devient plus élevé. Cela facilite l'interprétation.

**Tableau N°36 : Matrice des composantes avant et après rotation**

	Matrice des composantes <sup>a</sup>		Matrice des composantes après rotation <sup>a</sup>	
	Composante		Composante	
	1	2	1	2
Exposition	,371	,523	,354	,535
Altitude	-,985	-,010	-,984	-,041
Concurrence des semis	,006	-,866	,033	-,866
Etat du sol	,881	-,048	,882	-,020
Horizons du sol	,980	,024	,978	,055
Recouvrement	,949	,117	,945	,147
Séquelles anthropiques	,870	,100	,866	,127
Litière	,872	-,072	,874	-,044
Pente	-,567	,556	-,584	,538

Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.

a. 2 composantes extraites.

Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.

Méthode de rotation : Varimax avec normalisation de Kaiser.

a. La rotation a convergé en 3 itérations.

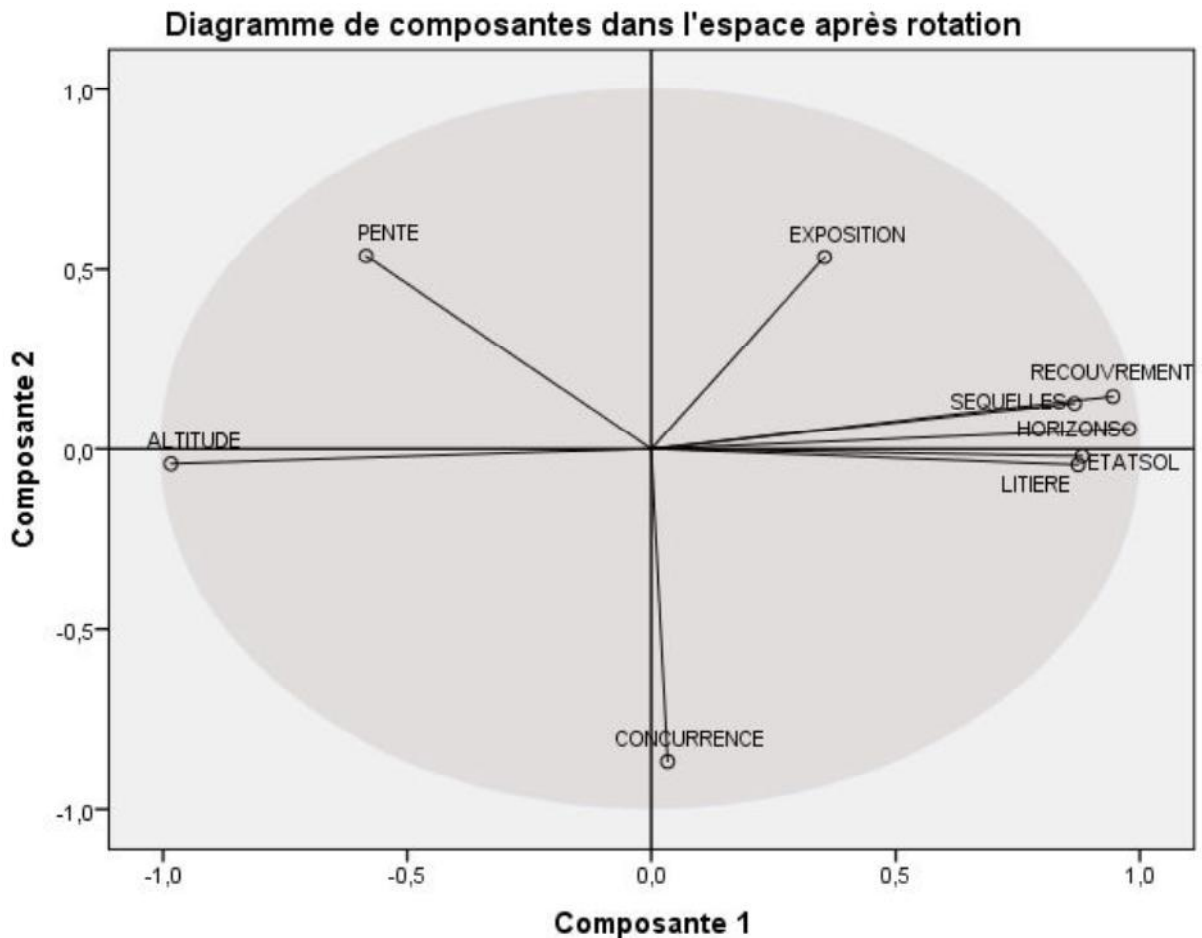
La matrice des composantes après rotation nous montre que l'altitude est bien corrélée sur la partie négative du facteur 1. Sur sa partie positive, on trouve l'état du sol, les horizons du sol, le recouvrement, les séquelles anthropiques et la litière qui sont bien corrélées avec ce facteur mis à part la variable pente qui est moins corrélée sur sa partie négative.

**Tableau N°37 : Matrice de corrélation**

	Exposition	Altitude	Concurrence des semis	Etat du sol	Horizons du sol	Recouvrement	Séquelles anthropiques	Litière	Pente
Exposition	1,000								
Altitude	-,356	1,000							
Concurrence des semis	-,202	,000	1,000						
Etat du sol	,213	-,837	,000	1,000					
Horizons du sol	,334	-,976	-,011	,859	1,000				
Recouvrement	,334	-,944	-,106	,806	,939	1,000			
Séquelles anthropiques	,327	-,875	-,036	,654	,837	,847	1,000		
Litière	,221	-,825	,058	,795	,856	,775	,670	1,000	
Pente	-,074	,548	-,341	-,468	-,495	-,443	-,385	-,430	1,000

La lecture de la matrice de corrélation nous donne une idée sur le réseau d'interrelations existant entre les variables. Ce réseau va nous permettre d'obtenir une synthèse de ces liaisons.

Cette matrice nous montre l'exposition qui n'est pas bien corrélée avec toutes les variables. Pour l'altitude, elle est fortement corrélée négativement avec les variables ; état du sol, horizons du sol, recouvrement, séquelles anthropiques et la litière. La concurrence des semis n'est pas bien corrélée avec les autres variables. L'état du sol est bien corrélé avec les horizons du sol et le recouvrement.



**Fig. N° 35 : Diagramme de composantes dans l'espace après rotation**

### 2.1. Discussion

On voit sur la partie positive de l'axe 1 les variables : horizons du sol, état du sol, la litière, le recouvrement et les séquelles anthropiques qui sont très proches de cet axe. Donc toutes ces variables sont fortement corrélée entre elles et ainsi avec l'axe 1 ; lorsqu'une placette échantillonnée est caractérisée par un recouvrement très dense, séquelles anthropiques importantes, contient tous les horizons du sol avec une couche superficielle non tassé ou défriché et une couche de litière de toute ses formes, plus cette placette a un score élevé sur la partie positive de cet axe. En revanche si la placette a un score négatif élevé sur cet axe ; donc effectivement, elle sera caractérisée par un recouvrement très clair, absence de séquelles anthropiques, présence uniquement d'un ou deux horizons du sol avec une couche superficielle tassée et une faible couche de litière.

Sur la partie négative de l'axe 1, nous trouvons l'altitude qui est bien proche de cet axe. Donc l'altitude est fortement corrélée négativement avec l'axe 1 ; plus une placette échantillonnée a un score négatif élevé sur l'axe 1, plus elle est caractérisée par une haute altitude. Autrement

dit les placettes ayant des scores positifs élevés sur cet axe, évidemment elles seront caractérisées par une altitude basse.

Sur la partie négative de l'axe 2, nous trouvons la variable « concurrence des semis » qui est bien proche de l'axe. Donc cette variable est bien corrélée négativement avec l'axe 2. Dans ce cas, plus une placette échantillonnée a un score négatif élevé sur cet axe, plus la concurrence des semis au niveau de cette placette est importante. C'est réciproque pour les placettes qui ont des scores élevés sur la partie positive de cet axe ; elles seront évidemment caractérisées par l'absence de concurrence des semis.

Sur la partie positive des deux axes, on trouve l'exposition et qui est plus au moins loin des deux axes et du cercle de corrélation. Cette variable ne sera interprétée qu'après l'analyse du graphique des points individus, ou bien elle aura son explication sur d'autres axes que nous n'avons pas pris en considération (ici que deux axes sont pris en considération).

Sur la partie positive de l'axe 2 et la partie négative de l'axe 1, on trouve la variable pente. Elle est beaucoup plus corrélée négativement avec l'axe 1 et avec la variable altitude que positivement avec le deuxième axe. Il semble que la pente des placettes varie en fonction de l'altitude. Donc la plus part des placettes sises à une haute altitude, sont caractérisées par une pente importante par rapport à celles de basses altitudes.

Pour éclaircir cette interprétation, nous allons examiner le graphique des points individus.

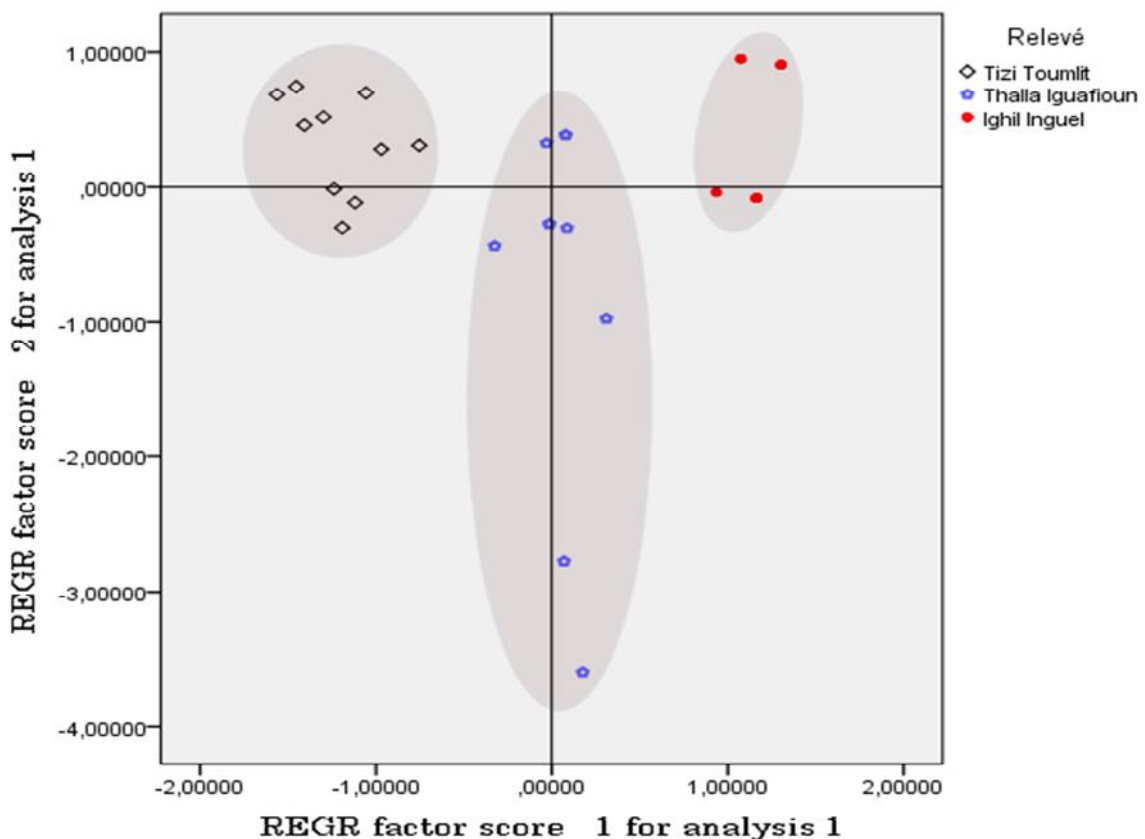


Fig. N°36 : Diagramme des points individus

Le graphique des points individus nous confirme que les placettes échantillonnées au niveau de la station d'Ighil Inguel se situent sur la partie positive de l'axe 1. Donc toutes ces placettes sont caractérisées par un recouvrement très dense, des séquelles anthropiques importantes, contient tous les horizons du sol avec un état non tassé ou défriché et une couche de litière de toutes ses formes (OL, OF et OH).

Nous constatons aussi que certains individus de la station d'Ighil Inguel sont très proches de l'axe 1 et d'autres sont assez loin de cet axe en se localisant sur le même endroit que la variable exposition. Les expositions prises en considération dans cette station sont : Nord et Sud. L'examen des coordonnées des relevés nous a montré que ceux qui sont proches de l'axe 1 sont échantillonnés sur le versant Sud et ceux qui sont proches de la variable exposition sont échantillonnés sur le versant Nord.

Pour les placettes ou individus échantillonnés au niveau de la station de Thalla Iguarfioun, elles sont réparties le long de l'axe 2, de plus ces placettes ont des scores élevés sur la partie négative de l'axe, de plus elles sont caractérisées par une concurrence importantes des semis. Au niveau de cette station, les expositions prises en considération sont : Sud-Ouest et Sud. L'examen des coordonnées des individus nous a montré que les placettes exposées au Sud-Ouest se situent sur la partie positive de l'axe 1. En revanche, celles qui sont exposées au Sud se situent sur la partie négative de cet axe.

Les placettes échantillonnées au niveau de la station de Tizi Toumlilt se situent, toutes, sur la partie négative de l'axe 2. Donc toutes ces placettes sont caractérisées par une haute altitude comparativement à celles des autres stations.

## **2.2. Conclusion**

L'interprétation des résultats de l'analyse en composantes principale nous a permis de dégager deux facteurs. Sur la partie positive du premier facteur, on trouve les relevés échantillonnés au niveau de la station d'Ighil Inguel. Cette dernière est caractérisée par une importante régénération de l'année en cours et l'absence des semis de 02 à 10 ans d'âge. Dans ce cas, Il n'y a pas de maintien des semis dans cette station et pourtant tous les facteurs favorisant une bonne régénération sont tous réunis mis à part la basse altitude et l'action anthropique intense qui la caractérisent. Dans ce cas nous pouvons conclure que l'altitude est un facteur prépondérant dans le processus de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas à Tala-Guilef, cela grâce aux avantages qu'elle confère aux semis pour se maintenir en surmontant la période de sécheresse estivale. Le pâturage intense peut aussi aggraver les difficultés régénératives du cèdre de l'Atlas.

Sur la partie négative de l'axe 2, on trouve les relevés échantillonnés au niveau de la station de Tizi Toumlilt avec la variable altitude qui est bien corrélée avec cet axe. Cette station est caractérisée par une bonne régénération comparativement aux autres. Mais nous avons constaté une chute importante des effectifs des semis dans les premières années de leur vie (de 1 à 4 ans). Nous pouvons conclure que malgré l'avantage de l'altitude procuré aux semis pour se maintenir, mais leur installation tardive fait diminuer leurs chances de survie et induit ainsi la disparation d'un nombre important de leur effectif.

Pour les relevés de la station de Thalla Iguarfioun, ils sont tous répartis le long de l'axe deux. Ce dernier n'explique que 15 % de la variance totale. Donc la majorité de l'information est expliquée par le premier facteur. Cette station est caractérisée des modalités intermédiaires entre la station de Tizi Toumlilt et celle d'Ighil Inguel. La régénération du cèdre au niveau de cette station est moyenne comparativement aux autres. La croissance des semis du cèdre au niveau de cette station est meilleure que celle de la station de Tizi Toumlilt.

### **3. La phytoécologie des stations d'étude**

Il est admis que l'altitude est un facteur écologique important car, elle est susceptible d'induire des modifications sur la distribution des espèces, leur dynamique, leur croissance et leur reproduction. En effet, la végétation varie et se développe différemment en fonction de l'altitude. Mestar (1995) dans son approche phytoécologique de la région de Tala-Guilef, a pu définir des groupes d'espèces indicatrices de certains facteurs qui sont : l'altitude, l'exposition, la nature de la couche superficielle du sol et la pente. Et la valeur indicatrice de ces espèces est beaucoup plus importante pour les facteurs : altitude, exposition et la nature de la couche superficielle du sol que pour le facteur pente.

Mediouni et Yahi (1989) ont pu établir des liens entre les phases des successions végétales de la série du cèdre à Aït-Ouabane, cela à travers des types biologiques des espèces dominantes, leurs conditions biotiques et écologiques ainsi que de leurs similitudes floristiques.

A partir des études bibliographiques sur l'autoécologie et la phytoécologie des espèces végétales inventoriées au niveau des stations d'étude, nous allons tenter de déceler les relations entre ces espèces et leur milieu, cela en fonction des différents facteurs caractérisant chacune des stations.

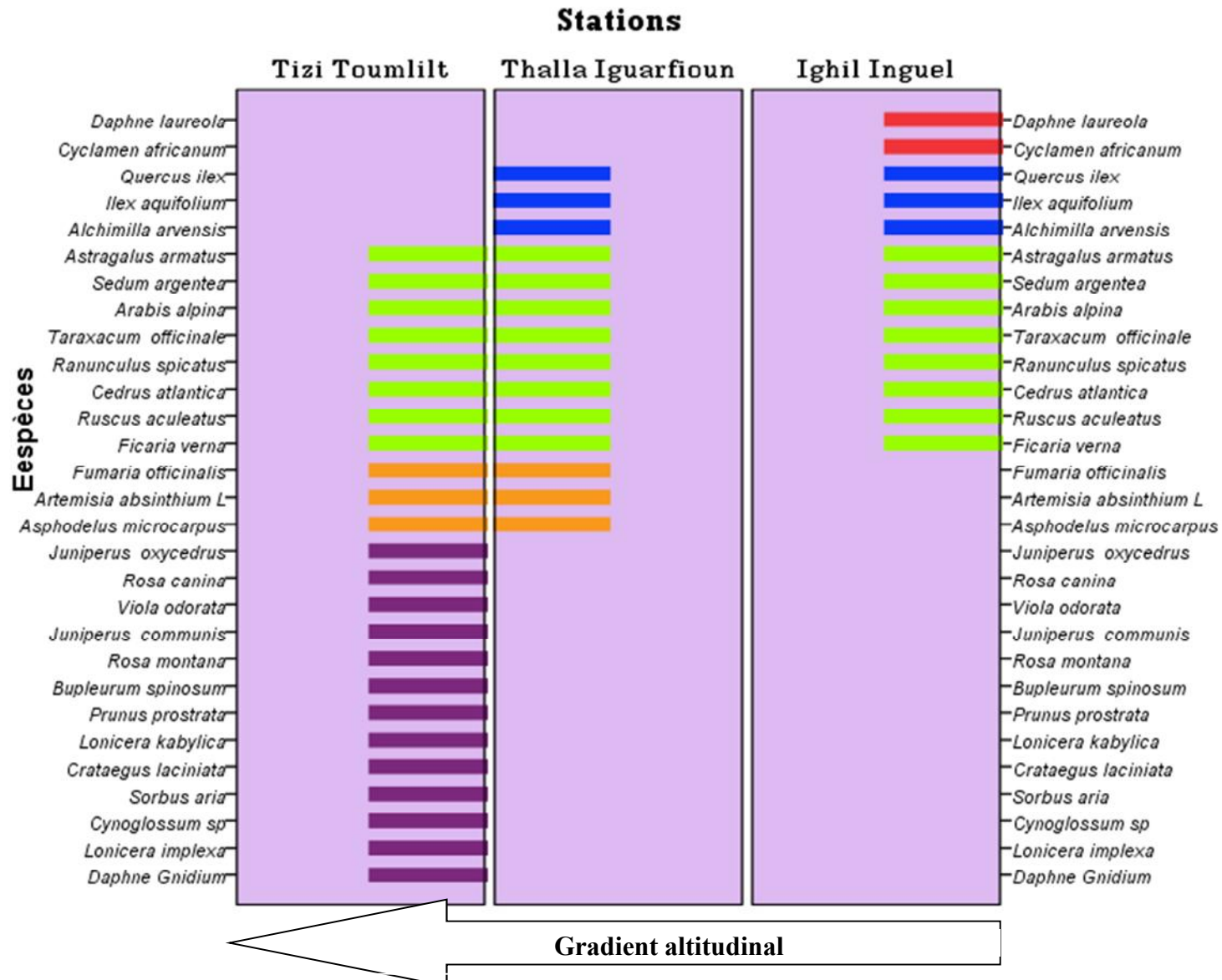


Fig. N° 37: Gradient de la variabilité de la flore au niveau de trois stations sises à différentes altitudes à Tala-Guilef

Le nombre d'espèces inventoriées au niveau des trois stations en cette période d'été est très petit, plus particulièrement à la station d'Ighil Inguel. Alors il semble que l'action humaine est intense, comme la mise en pâturage des terres au niveau de cette station, peut profondément modifier le milieu et notamment le sol, ce qui pourrait également impacter le nombre des espèces végétales qui y sont présentes.

D'après la figure (37), nous constatons que certaines espèces comme *Arabis alpina*, *Astragalus armatus*, *Cedrus atlantica*, *Ficaria verna*, *Ranunculus spicatus*, *Ruscus aculeatus*, *Sedum argentea* et *Taraxacum officinale*, sont présentes au niveau des trois stations

Au niveau des stations Thalla Iguarfioun et Tizi Toumlilt, nous avons inventorié : *Fumaria officinalis*, *Artemisia absinthium* et *Asphodelus microcarpus*. Et qui sont absentes au niveau de la station d'Ighil Inguel. En revanche *Alchimilla arvensis*, *Ilex aquifolium* et *Quercus ilex* sont présentes au niveau des stations Ighil Inguel et Thalla Iguarfioun tandis qu'à la station de Tizi Toumlilt, sont absentes.

Nous avons également inventorié *Daphne laureola* et *Cyclamen africanum* au niveau de la station d'Ighil Inguel, et qui sont absentes au niveau des stations Thalla Iguarfioun et Tizi Toumlilt.

Certaines des espèces inventoriées sont présentes exclusivement au niveau de la station de Tizi Toumlilt, par contre au niveau des stations Thalla Iguarfioun et Ighil Inguel, elles sont absentes. Parmi ces espèces : *Juniperus communis*, *Juniperus oxycedrus*, *Lonicera implexa*, *Lonicera kabylica*, *Prunus prostrate*, *Rosa canina*, *Rosa Montana*, *Sorbus aria*, *Viola odorata*, *Daphne Gnidium*, *Cynoglossum* sp, *Crataegus laciniata* et *Bupleurum spinosum*.

### 3.1. Discussion

A la station d'Ighil Inguel, le recouvrement est dense voire très dense, même Mestar (1995) a signalé la présence de quelques arbustes comme *Daphne laureola*, *Ilex aquifolium* et *Ruscus aculeatus*. Mediouni et Yahi (1989) affirment que le couvert dense et l'ambiance humide créée par *Cedrus atlantica*, *Ilex aquifolium* à Ait-Ouabane, ont suscité une faible diversité floristique et c'est le cas de cette station.

Au niveau de la station de Tizi Toumlilt nous avons inventorié : *Juniperus communis* et *Juniperus oxycedrus* qui sont des espèces thermophiles. Le Junévrier commun par son port étalé et son enracinement puissant, stabilise le substrat et favorise ainsi la formation du sol et l'horizon organique. Après son installation, il élimine les espèces pionnières par concurrence

et favorise ainsi l'arrivée des espèces forestières qui accompagnent le cèdre telles que *Viola odorata*, *Rosa montana* et *Daphne laureola* (Mediouni et Yahi, 1989). D'ailleurs Bitam et Belhacene (2012) ont démontré le rôle facilitateur du genévrier commun (*Juniperus communis*) sur la dynamique évolutive de la cédraie et du cortège floristique qui lui est inféodé au secteur de Tikjda.

Nous avons inventorié *Astragalus armatus* au niveau des trois stations et *Bupleurum spinosum* au niveau de la station de Tizi toumlilt. L'envahissement des espaces rupicoles par ces espèces, conduit à la formation d'une couche de litière sous les touffes et ce qui amorce un début de pédogénèse (Mediouni et Yahi, 1989).

Nous avons inventorié *Sorbus aria* à la station de Tizi Toumlilt, c'est une espèce thermophile et héliophile, elle pousse sur un sol rocheux ou rocailleux à réserves en eau souvent faibles (Rameau et al, 2008).

Nous avons inventorié *Artemisia absinthum* et *Asphodelus micocarpus* au niveau des deux stations Thalla iguarfioun et Tizi Toumlilt, l'Absinthe est une espèce non ligneuse que l'on rencontre sur des sols calcaires, sa présence est un indicateur d'une dégradation élevée de la cédraie (Mediouni et Yahi, 1989). Par contre la présence de l'Asphodèle est un indice d'un surpâturage.

*Sedum argentea* est une espèce chasmophile, elle est inventoriée au niveau de toutes les stations sur différentes tranches altitudinales. Elle croît dans des endroits rocheux ou rocailleux en développant leur système racinaire dans les fissures des rochers.

### 3.2. Conclusion

Notre étude bibliographique sur la phytoécologie des espèces inventoriées au niveau de trois stations écologiquement différentes, nous a montré l'existence d'une relation étroite entre la végétation et le milieu. Ce dernier par les différents facteurs qui le caractérisent comme le sol, la pente, l'altitude, l'exposition et l'humidité, peut induire des modifications de la flore qui à son tour modifie le milieu par son action sur la pédogénèse, l'humidité stationnelle qui peut être à l'origine d'un recouvrement très dense.

*Conclusion*  
*générale et*  
*perspectives*

Le but de notre étude sur la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas « *Cedrus atlantica* Manetti » dans trois stations à Tala-Guilef au niveau du Parc National de Djurdjura, est de savoir l'effet de l'altitude et d'autres paramètres écologiques, édaphiques et anthropiques caractérisant chacune de ces stations sur l'évolution des effectifs des semis et leur croissance en hauteur avec l'âge. Le choix de nos stations d'étude a été fait selon la différence de leurs 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 date d'apparitions des semis de l'année en cours est différente d'une station à une autre selon l'altitude de celle-ci. Nous avons remarqué l'absence des semis de 1 an au niveau de la station de Tizi Toumlilt durant la période du 15/04/2015 au 22/04/2015. Par contre au niveau de la station de Thalla Iguarfioun, nous avons enregistré 43 semis de un an dans toutes les placettes échantillonnées. Pour la station d'Ighil Inguel, l'effectif des semis de un an est très élevé car nous avons enregistré une moyenne de 111.4 semis par placette échantillonnée.

- Au niveau de la station d'Ighil Inguel, les moyennes des effectifs des semis de un an sur les deux versants ; Nord et Sud, sont très différentes. Celle du versant Sud est de 133.8 semis par placette ; elle est beaucoup plus importante que celle du versant Nord qui est de 89 semis par placette. A partir de ces résultats, nous pouvons conclure que les germinations du cèdre sont hâtives sur le versant Sud comparativement à celle du versant Nord.

- Au niveau de la station d'Ighil Ingul, nous avons constaté la présence uniquement des semis de un an. Cette station est caractérisée par une basse altitude et une action anthropique importante, ces deux facteurs nous semblent les plus responsables de l'absence du maintien des semis. En cette tranche d'altitude, les semis ne peuvent pas échapper à la sécheresse estivale ainsi aux dents de bétails.

- Au niveau des deux stations ; Tizi Toumlilt et Thalla Iguarfioun, nous avons constaté une diminution importante des effectifs des semis avec l'âge. L'effectif des semis de la station de Tizi Toumlilt reste toujours supérieur à celui de la station de Thalla Iguarfioun. Cette différence d'effectifs peut être à l'origine de la différence d'altitude entre ces stations. L'étude climatique de la région nous a montré que la période de sécheresse devient plus courte avec l'altitude. Donc cette dernière est en faveur des semis pour échapper à la période de sécheresse estivale.

- La vitesse de croissance des semis au niveau de la station de Thalla Iguarfioun est supérieure à celle des semis au niveau de la station de Tizi Toumlilt.

- D'après les résultats de l'analyse en composantes principales, la régénération naturelle du cèdre au niveau du secteur de Talla Guilef est dépendante nombreux paramètres édaphiques, écologiques et climatiques. Le maintien des semis du cèdre est dépendant de l'altitude qui va leur permettre de surmonter la période de sécheresse raccourcie par celle-ci.

- L'action anthropozoïque et la basse altitude sont les deux facteurs aggravant les difficultés régénératives du cèdre de l'Atlas en particulier le maintien des semis ; c'est le cas de la station d'Ighil Inguel. Cependant un suivi continu de la vigueur des semis constituerait un bon moyen pour préciser les capacités de reprise des semis face aux dégâts de bétail et l'effet de l'altitude.

- Cette étude nous a permis de conclure l'importance du rôle joué par l'altitude et d'autres facteurs stationnels sur la relation entre les espèces végétales et leur milieu au niveau des trois stations d'étude à Tala-Guilef.

Pour pouvoir conserver et mettre en valeur la cédraie de Talla Guilef, nous préconisons les mesures suivantes ;

- Avant d'entreprendre toute action sylvicole au niveau des cédraies, il faut tout d'abord interpellier les chercheurs qui se sont occupés de l'étude de celles-ci, ayant obtenus des résultats justifiant l'utilité de l'action à entamer.
- Sensibilisation des riverains sur l'importance des certaines espèces médicinales qui poussent en chaque compartiment du Parc afin de les préserver.
- Limitation du nombre de têtes du cheptel pour les familles pauvres dont l'élevage est leur unique source de revenus.
- Encourager d'autres activités telles que l'apiculture et l'arboriculture des montagnes
- 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.

1. **ABED D., 1984.** Contribution à l'étude de la végétation du versant sud de la réserve clôturée de Tala Guilef. Mem. Ing. Agr. INA. Alger 85 p.
2. **ABDESSEMED., 2010.** Comportement des semis du Cèdre de l'Atlas en conditions de stress thermique. Mémoire de magistère. Univ. Mentouri de Constantine. 128 p.
3. **ANONYME., 2014. I.N.R.A.** Le Cèdre, essai d'interprétation bioclimatique et écophysologique ; <http://dx.doi.org/10.1080/01811789.1984.10826679>
4. **BAHRI, 2006.** 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. Mag. UNI. COLONEL EL HADJ LAKHDAR. BATNA. 95p.
5. **BELAID M., 1986.** Contribution à l'étude préliminaire de la distribution de la matière organique dans quelques sols forestiers de la Kabylie du Djurdjura.
6. **BENABID A., 1994.** Biogéographie phytosociologie et phytodynamique des cedraies de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti). Ann. Rech. For. Maroc, 1994), T 27), 61-76
7. **BENMOUFFOK A., 1993.** Revue. Description de formations à *Cedrus atlantica* Manetti du massif central du Djurdjura. Univ. T.O. Institut d'Agronomie. Département pédologie. Cahiers Agricultures ; (4) : 383-7.
8. **BITAM., ET BELHACENE., 2012.** Contribution à l'étude de la facilitation et des plantes nurses dans la dynamique évolutive de la cédraie : cas de *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* du Secteur de Tikjda (Djurdjura centro- méridional) Mémoire. Ing. 74p
9. **BOUDY P., 1952.** Guide du forestier en Afrique du Nord. Éd. La Maison Rustique. 505 p.
10. **BOUDY P., 1950.** Economie forestière Nord Africaine : Monographie et traitements des essences forestières. Ed. Larose, T 2(II), Paris, 878 p
11. **BOUTAMINE., 1987.** Etude structurale et dynamique du peuplement de pin noir du Djurdjura, Mémoire. Ing. USTHB. pp. 10-14.
12. **BOUZEGZA S., et HALIT Z., 2008.** Contribution à l'étude de la variation intrapopulation de quelques paramètres de la floraison de cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) à Tala Guilef Djurdjura Nord occidental. Mémoire d'ing. Agro. U.M.M.T.O. 53 p.
13. **CHALABI B., 1980.** Etude écologique, dendrologique et dendrométrique du pin noir Algérien *Pinus nigra* Arn-sous esp *Clusaina clem.* Var *Mauritanica* Maire et Peyer) à Tikjda. Djurdjura. Mémoire. Ing. Alger. 78 p.
14. **CHBOUKI N., 1994.** Une synthèse dendroclimatique du Cèdre de l'Atlas. Ann. Rech. For. Maroc. T 27. 33-59.
15. **DERRIDJ A., 1985.** Etude de l'écologie, de la régénération et de plantules du cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica* Manetti. D.E.A. UPS Toulouse France. 74 p.
16. **DERRIDJ A., 1990.** Etude des pollinisations de *Cedrus atlantica* Manetti en Algérie. Thèse doctorat. Univ. Paul Sabatier, Toulouse. 288 p.
17. **DRAPIER J., 1985.** Technique et forêt. Les difficultés de régénération naturelle du sapin abies alba mill.) dans les Vosges. Étude écologique. R .F .F . XXXVII - 1-1985. 45-55

18. **DUBUIS A., et FAUREL L., 1949.** Essai sur la flore montagnarde de Djurdjura. Endémisme et affinités floristiques. Mémoire, Soc. Hist. d'Afr. Du Nord. Numéro Hors-série 2), pp. 65-78.
19. **EMILE R., DEMARTEAU M., FRANCOIS L., et CHEDDADI R., 2007.** Réponses de *Cedrus atlantica* aux changements climatiques passés et futurs. Géo-Eco-Trop, 31: 105: 146.
20. **EZZAHIRI M., BELGHAZI B. et BAHMAD M., 1994.** Bilan de la régénération naturelle de la cédraie dans les parcelles clôturées du Moyen Atlas, Maroc. Ann. Rech. For, T27. 259-268
21. **HACENE L., et MESTAR N., 1990.** Etude biométrique des cônes et de la germination des graines du cèdre (*Cedrus atlantica* Manetti). Thèse. Ing. Univ. Tizi-Ouzou. 79 p.
22. **HALITIM S., 2006.** Contribution à l'étude de la réserve utile en eau des sols de cédraies dans les Aurès: Influence des facteurs édaphiques. Mémoire. Mag., Dép. Agr. Batna, 131 p.
23. **HOUAMEL., 2012.** Contribution a l'étude du dépérissement de la cédraie dans la région de Batna cas du Parc National du Belezma. Mémoire de Magistère. Univ Aboubeker Belkaïd. Tlemcen. 84 p.
24. **JEAN-FRANÇOIS GERMAIN., BERNARD BOUTTE., THOMAS BOIVIN., et ALAIN CHALON., 2014.** Un nouveau parasite dans les forêts de cèdre de l'atlas. la cochenille des aiguilles *Dynaspidiotus regnieri*. Ministère de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire et de la Forêt de la République Française. 27 p.
25. **JEAN STAFFORD., et PAUL BODSON., 2006.** L'analyse multivariée avec SPSS, Ed, Presses de l'Université du Québec. 245 p.
26. **JEROME et GUILLAUME., 2008.** Changement climatique et biodiversité dans l'outre-mer européen 186 p.
27. **KHANFOUCI M., 2005.** Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération du cèdre l'Atlas (*Cedrus atlantica* -Manetti) dans le massif de Belezma. Mémoire Mag. Dép. Agr. Batna. 249 p.
28. **KROUCHI., 1995.** Contribution à l'étude de l'organisation reproductive du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) à Tala-Guilef Djurdjura Nord occidental. Thèse Magister Sci. Agro. Option foresterie. I.N.A. Alger, 105 P.
29. **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.
30. **LECOMPTE M. et LEPOUTRE B., 1975.** Bilan de l'eau et conditions d'existence de la cédraie dans le Moyen Atlas Basaltique (Maroc). Ann. Rech. For. Maroc, T.5. 153-282
31. **LEPOUTRE B., et PUJOS A., 1963.** Facteurs climatiques déterminant les conditions de germination et d'installation des plantules de Cèdre. Ann. Rech. For. Maroc, t.7. 23-54 p.

32. **LOUKKAS A., 2006.** Atlas des Parc Nationaux Algériens. Ed. Publié par le Parc National de Théniet El Had Avec l'autorisation de la Direction Générale des Forêts, 88p.
33. **M'HIRIT O., 1994.** Le Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) présentation générale et état des connaissances a travers le réseau Silva Méditerranéa "le Cèdre". Ann. Rech. For. T (27), 205-217
34. **M'HIRIT O., 2006.** Le cèdre de l'Atlas. Mémoire du temps. Ed. MARDAGA. 288 p.
35. **MEDDOUR R., 1994.** Contribution à l'étude phytosociologique de la portion centro-orientale du Parc National de Chréa. Essai d'interprétation synthétique des étages et des séries de la végétation de l'Atlas Blidéen. Thèse. Magist. Ins. Nat. Alger, 330p.
36. **MEDDOUR R., 2010.** Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie. Exemple des groupements forestiers et préforestiers de la Kabylie Djurdjurienne. Thèse. Doct. Agr. Option. Foresterie. Ins. M.M.T.O. 398p.
37. **MEDIOUNI K., et YAHY N., 1989.** Etude structurale de la série du cèdre à Ait Ouabane, Djurdjura, forêt Médit, XI, 2, 103- 112.
38. **MESTAR., 1995.** Cartographie physionomique et approche phyto-écologique de la cédraie de Tala-Guilef Djurdjura Occidental. Dip. Magister I.N.A. El- Harach (Alger), P. 116
39. **MONET L., 1964.** Manuel de Paléontologie végétale. Masson et Cie, 3<sup>ème</sup> édition. Librairie de l'Académie de Médecine. Paris. 168 -169.
40. **NEDJAHY A., 1993.** Etude de la croissance radiale des provenances du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) en Algérie. Silva Méditerranéa. Actes du Séminaire International sur le cèdre de l'Atlas. Ifrane (Maroc) ; 7 -11 juin 1993: 452 - 461.
41. **NEDJAHY A., 1994.** Etude de la croissance radiale des provenances du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) en Algérie. Ann. Rech. For., T (27): 451-462.
42. **PENNY F. LANGHAMMER, MOHAMED I. BAKARR, LEON A. BENNUN, THOMAS M. BROOKS, ROB P. CLAY, WILL DARWALL, NAAMAL DE SILVA, GRAHAM J. EDGAR, GÜVEN EKEN, LINCOLN D.C. FISHPOOL, GUSTAVO A.B. DA FONSECA, MATTHEW N. FOSTER, DAVID H. KNOX, PAUL MATIKU, ELIZABETH A. RADFORD, ANA S.L. RODRIGUES, PAUL SALAMAN, WES SECHREST ET ANDREW W. TORDOFF., 2011.** Identification et analyse des lacunes des Zones clés de la biodiversité. UICN. 91p.
43. **P.N.D., 2011.** Données du Parc National du Djurdjura, 50p.
44. *Cedrus atlantica* Manetti) en Algérie. Ann. Rech. For., T 27): 451-462.
45. **QUEZEL., 1980.** Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen. Actualités d'Ecologie Forestière, compilées par Pesson, Bordas Ed ; Paris. 205-256.
46. **QUEZEL P., et BARBERO M., 1985.** Carte de végétation potentielle de la région méditerranéenne. Méditerranée orientale. C.N.R.S. Paris. 69 P.
47. **QUEZEL P., et MEDAIL F., 2003.** Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen, Ed. Ins, dédi d'écol et paléo. Univ. Aix Marseille II, 570 p.

48. **RAHMANI Y., 2010.** Contribution à l'étude des insectes associés au dépérissement du cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans la région de Batna. cas de la cédraie de Belezma. Université El-hadj lakdar. Batna. faculté des sciences. Département d'Agronomie. 104 p.
49. **RAMEAU J., MANSION D., DUME G., et GAUBERVILLE C., 2008.** Flore Forestière Française. Guide écologiques illustré 3 Région Méditerranéenne. 2426 p.
50. **SEMAH et RENAULT-MISKOVSKY., 2004.** Evolution de la végétation de puis deux millions d'années. Edition errance. 225p.
51. **TOTH J., 1970.** Plus que centenaire et plein d'avenir: le cèdre en France. Revue forestière française, vol. XXII, n°3: 355-364.
52. **TOTH J., 1984.** La prévision des possibilités de récolte des cônes de cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti). Ed. Bull, pp : 38-40.
53. **TOTH J., 1990.** Croissance, sylviculture et production de cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) implanté dans une zone de chêne vert (*Quercus ilex*) de la région méditerranéenne. Française. Ed. I.N.R.A. Vivaldi. Avignon. France. 40p.
54. **TOTH J., 2005.** Le cèdre de France. Etude approfondie de l'espèce. Paris, L'Harmattan. Biologie. Ecologie, Agronomie. 207 p.

# *Annexes*

## Les variables étudiées

Variables	Position	Etiquette	Niveau de mesure	Rôle
RELEVE	1	<i>Relevé</i>	<i>Ordinale</i>	<i>Entrée</i>
EXPOSITION	2	<i>Exposition</i>	<i>Ordinale</i>	<i>Entrée</i>
ALTITUDE	3	<i>Altitude</i>	<i>Ordinale</i>	<i>Entrée</i>
CONCURRENCE	4	<i>Concurrence des semis</i>	<i>Ordinale</i>	<i>Entrée</i>
ETATSOL	5	<i>Etat du sol</i>	<i>Ordinale</i>	<i>Entrée</i>
HORIZONS	6	<i>Horizons du sol</i>	<i>Ordinale</i>	<i>Entrée</i>
RECOUVREMENT	7	<i>Recouvrement</i>	<i>Ordinale</i>	<i>Entrée</i>
SEQUELLES	8	<i>Séquelles anthropiques</i>	<i>Ordinale</i>	<i>Entrée</i>
LITIERE	9	<i>Litière</i>	<i>Ordinale</i>	<i>Entrée</i>
PENTE	10	<i>Pente</i>	<i>Ordinale</i>	<i>Entrée</i>

## Valeurs des variables

Valeur	Etiquette	
RELEVE	1	<i>Tizi Toumlilt</i>
	2	<i>Thala Iguarfioun</i>
	3	<i>Ighil Inguel</i>
EXPOSITION	1	<i>Sud</i>
	2	<i>Nord Est</i>
	3	<i>Sud Ouest</i>
	4	<i>Nord</i>
ALTITUDE	1	<i>Alt 1</i>
	2	<i>Alt 2</i>
	3	<i>Alt 3</i>
CONCURRENCE	1	<i>Conc_Ab</i>
	2	<i>Conc_Fai</i>
	3	<i>Conc_Im</i>
ETATSOL	1	<i>Sol_T</i>
	2	<i>Sol_N</i>
	3	<i>Sol_DEF</i>
HORIZONS	1	<i>Hor_A</i>
	2	<i>Hor_B</i>
	3	<i>Hor_A+B</i>
	4	<i>Hor_A+B+C</i>
RECOUVREMENT	1	<i>Rec_TC</i>
	2	<i>Rec_C</i>
	3	<i>Rec_MD</i>
	4	<i>Rec_D</i>
	5	<i>Rec_TD</i>
SEQUELLES	1	<i>Séq_Ab</i>
	2	<i>Séq_Pré</i>
	3	<i>Séq_Int</i>
LITIERE	1	<i>OL</i>
	2	<i>OF</i>
	3	<i>OH</i>
	4	<i>OL+OH</i>
	5	<i>OL+OH+OF</i>
PENTE	1	<i>Pent_F</i>
	2	<i>Pent_M</i>
	3	<i>Pent_Im</i>

## **Résumé**

Notre étude sur régénération naturelle du cèdre de l'Atlas dans trois stations à Tala-Guilef au niveau du Parc National du Djurdjura rend compte du décalage des germinations, l'abondance des semis et leur croissance mais également de l'évolution de la mortalité des semis après le passage de la période de sécheresse estivale. La régénération est maintenue meilleure à la station de Tizi Toumlilt en haute altitude où l'action anthropique est faible comparativement aux stations Thalla Iguarfioun et Ighil Inguel sises respectivement à moyenne et basse altitude, ce qui facilite au bétail d'y accéder et engendrer d'importants dégâts aux semis et rendre ainsi leur maintien difficile la station de Thalla Iguarfioun voire impossible à la station d'Ighil Inguel.

## **Summary**

Our study on natural regeneration of the cedar of the Atlas in three stations with Tala-Guilef on the level of the National park of Djurdjura gives an account of the shift of germinations, the abundance of sowings and their growth but also of the evolution of the mortality of sowings after the passage of the period of estival dryness. Regeneration is maintained better at the station of Tizi Toumlilt in high-altitude where the anthropic action is weak compared to the stations Thalla Iguarfioun and Ighil Inguel located respectively at average and low altitude, which facilitates with the cattle to reach and generate extensive damage with sowings and to thus make it their maintenance difficult the station of Thalla Iguarfioun even impossible to the station of Ighil Inguel.