

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Mouloud MAMMERRI de Tizi-Ouzou  
Faculté des Sciences Biologiques  
et des Sciences Agronomiques  
Département des Sciences Agronomiques



# Mémoire

*De fin d'études*

En vue de l'obtention du diplôme Master en Ecologie Forestière  
Option : Diversité, Fonctionnement et Evolution des Ecosystèmes Forestiers

*Thème :*

**Analyse de la structure de la cédraie  
en quelques points du Djurdjura  
Nord-Ouest (Tala-Guilef).**

Présenté par : M<sup>elle</sup> : NOURINE Nacera  
M<sup>elle</sup> : FERGANE Tassaadit

Devant le jury :

Président : AIT SIDHOUM Djafer	MAA	UMMTO.
Promoteur : DERRIDJ Arezki	Pro	UMMTO.
Co-promotrice: AMIRAT Yassina	MAB	UMMTO.
Examinatrice: KROUCHI Fazia	MCA	UMMTO.

Année académique 2017

# Remerciements

*Nous remercions « DIEU » tout puissant de nous avoir donné le courage, la patience, la volonté pour accomplir ce travail.*

*Au terme de ce travail nous tenons à présenter*

*Nos plus vifs remerciements à :*

*Notre promoteur Mr DERRIDJA. Professeur à l'U.M.M.T.O., d'avoir accepté de diriger ce travail malgré ses nombreuses occupations administratives. Ses conseils et orientations m'ont été d'une aide inestimable, qu'il retrouve ici toutes nos gratitude.*

*Mr AIT-SIDHOUM Maître assistant à l'U.M.M.T.O., d'avoir accepté d'être parmi nous et présider le jury.*

*KROUCHI F., Maître de conférences, chargée de cours à l'U.M.M.T.O., pour avoir accepté de nous examiner, Pour ses orientations, sa présence, sa disponibilité, son aide et ses conseils qui nous en été très précieux. On lui doit une immense reconnaissance et un très grand respect.*

*Mme AMIRATY., Maître assistante à l'U.M.M.T.O., d'avoir accepté d'être notre Co-promotrice, nous la remercions pour le savoir qu'elle nous a transmis, pour sa disponibilité, ses conseils et ses orientations qui nous ont été très précieux sur le plan scientifique.*

*Sans oublier toute l'équipe du laboratoire*

*Ainsi que pour tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail :*

*À la lumière de ma vie, ma très chère **maman** qui c'est sacrifiée pour moi et continue d'être présente et tolérante ;*

*À la mémoire de mon père ;  
À ma grand-mère « Djdati » ;*

*À mes chers frères et sœurs, ainsi que mes chers oncles ;  
À ma famille, mes amis et à tous ceux qui m'ont accompagné dans ce modeste travail surtout les personnes du laboratoire de biologie végétale*

*Yassina, Nadia et Meriem ...  
À « Ishak, Adame, Zino et Hadi » ;  
À Wissame, Lina, Raniya, Aya et Amina.*

*Nacera*

# Dédicace :

Je dédie ce modeste travail à :

Mes très chers parents

Que j'adore infiniment pour leur amour, leur soutien  
et leur présence chaleureuse dans ma vie,

Dieu les garde et les protège.

Mes

Très chers (es) frères et ma sœur Nassima.

Mon mari md Saïd,

Pour son affection, son soutien et son encouragement  
durant toutes mes études.

À Toute la famille. Touts (es) mes amis(es).

À tous les étudiants d'agronomie surtout les  
forestiers « Chabiba ».

À tous ceux qui me sont chers de près et de  
loin.

*Tassaadit*

## Liste des abréviations

**CR1** : Chemin Royal 1  
**CR2** : Chemin Royal 2  
**D arb**:Diamètre de l'arbre  
**D hp**: Diameter du houppier  
**DjS**: DjammaAdherchi Sud  
**Dens** : Densité  
**Fig.** : Figure  
**G** : Surface terrière  
**H arb**: Hauteur de l'arbre  
**Hhp**: Hauteur du houppier  
**H max** :Hauteur maximale  
**HZN**:Hôtel el Arz Nord  
**HZS**:Hôtel el Arz Sud  
**IBN** :IfriBoulmane  
**Max** : Maximum  
**MF1N** : Maison Forestière 1 Nord  
**MF 2N** : Maison Forestière 2 Nord  
**MF2S** : Maison Forestière 2Sud  
**Min** : Minimum  
**PN** : Pavillon Nord  
**PS** : Pavillon Sud  
**PCN** : Pic de cèdre Nord  
**PCS** :Pic de cèdre Sud  
**RalN**: Restaurant d'altitude Nord  
**RalS**:Restaurant d'altitude Sud  
**RN** :Réserve Nord  
**RS** :Réserve Sud  
**STGN** :Source Tala Guilef Nord  
**STGS** :Source Tala Guilefud  
**Tab.** : Tableau

# Liste des Figures

<b>Fig.01:</b> Caractéristiques botaniques et dendrologiques de <i>Cedrus atlantica</i> .....	P4
<b>Fig.02 :</b> Répartition géographique du cèdre de l'Atlas en Afrique du Nord.....	P8
<b>Fig.03 :</b> Image de localisation de la région forestière «Tala-Guilef».....	P10
<b>Fig.04 :</b> Coupe topographique dans la région de Tala guilef.....	P11
<b>Fig.05 :</b> Image de localisation de différentes stations étudiées dans la région forestière «Tala guilef ».....	P15
<b>Fig.06 :</b> Différents outils de mesure utilisés sur terrain.....	P18
<b>Fig.7:</b> Distribution des plus grosses tiges de cèdre de l'atlas.....	P19
<b>Fig.8 :</b> Boite à moustache de la distribution de diamètre des tiges de cèdre par Station. ....	P20
<b>Fig.9:</b> Distribution des tiges de cèdre par classes de diamètres dans la région de Tala guilef. ....	P21
<b>Fig.10:</b> Boite à moustache de la distribution de hauteur des tiges de cèdre par Station. ....	P22
<b>Fig.11 :</b> Distribution des tiges de cèdre par classes de hauteur dans la région de Tala Guilef. ....	P23
<b>Fig.12:</b> Boite à moustache de la distribution de la hauteur du houppier des tiges de cèdre par Station. ....	P24
<b>Fig.13:</b> Distribution des tiges de cèdre par classes de hauteur du houppier dans la région de Tala Guilef. ....	P25
<b>Fig.14 :</b> Boite à moustache de la distribution du diamètre du houppier des tiges de cèdre par Station.....	P26
<b>Fig. 15 :</b> Distribution des tiges de cèdre par classes de diamètre du houppier dans la région de Tala Guilef...P27	P27
<b>Fig.16:</b> Distribution des tiges de cèdre de la densité et la surface terrière par station. ....	P28
<b>Fig.17 :</b> Boites à moustaches de la distribution des paramètres dendrométriques selon l'exposition. ....	P31
<b>Fig.18 :</b> Boites à moustaches de la distribution des paramètres dendrométriques selon la composition.....	P31
<b>Fig.19 :</b> Boites à moustaches de la distribution des paramètres dendrométriques selon l'altitud.....	P31
<b>Fig.20 (a, b, c):</b> Corrélation entre la hauteur et le diamètre des tiges de cèdres de la région Tala Guilef. ....	P32

# Liste des Tableaux

<b>Tab.01</b> : Classes des diamètres retenues.....	P16
<b>Tab.02</b> : Classes des hauteurs retenues.....	P16
<b>Tab.03</b> : Classes de diamètres du houppier retenues.....	P17
<b>Tab.04</b> : Répartition des stations en fonction des paramètres stationnels.....	P17
<b>Tab.05</b> : Paramètres statistiques sur les variables mesurés sur le cèdre.....	P19
<b>Tab.06</b> : Résultats des tests de Shapiro et de Bartlett sur toutes les variables dendrométriques de cèdre de l'Atlas (N= nombre des tiges). ....	P20
<b>Tab.07</b> : Résultats du test de Kruskal& Wallis sur les paramètres dendrométriques du cèdre. (N : nombre des tiges). ....	P21
<b>Tab.08</b> : La distribution des stations par les classes de l'altitude dans la région de Tala guilef. ....	P29
<b>Tab.09</b> : Matrices de corrélation entre les paramètres mesurés sur les tiges de cèdre dans la région de Tala guilef. ....	P30

## Annexes

**Annexe 1** : les noms des espèces récentes dans les stations étudiées.

**Annexe 2** : fiche de terrain

# Sommaire

Introduction générale .....	P1
-----------------------------	----

## -----Chapitre I -----

### ----- Aperçu sur le genre *Cedrus atlantica*-----

1. Description de <i>Cedrus atlantica</i> .....	P2
2. Systématique .....	P2
3. Caractéristiques botaniques et dendrologiques .....	P2
3.1. Caractères botaniques .....	P2
3.2. Caractères dendrologiques .....	P3
4. Caractéristiques Ecologiques.....	P5
4.1. Conditions Climatiques .....	P5
4.1.1. Pluviométrie.....	P5
4.1.2. Température.....	P5
4.1.3. Bioclimat .....	P5
4.2. Altitude .....	P5
4.3. Exposition.....	P6
4.4. Substrat.....	P6
4.5. Vent.....	P6
5. Facteur humain.....	P6
6. Les aires de répartition géographique du cèdre de l'Atlas.....	P7
6.1. Dans le monde .....	P7
6.2. Aire naturelle de répartition cèdre de l'Atlas.....	P7
8. Rôle et importance des cédraies.....	P8

## -----Chapitre II -----

### ----- Matériel et Méthodes -----

1. Présentation de la zone d'études .....	P9
1.1. Présentation de la région d'étude Tala-Guilef.....	P9
1.1.1. Aperçu général sur le Parc National du Djurdjura .....	P9
1.2. Aperçu bibliographique de Tala guilef .....	P9
1.2.1. Localisation .....	P9
1.2.2. Relief et topographie.....	P10
1.2.3. Géologie et Pédologie.....	P11
1.2.4. Végétation .....	P12
1.2.5. Bioclimat .....	P12
2. Description des stations d'études de la cédraie Tala-Guilef .....	P12
2.1. Cédraie mixte de basse altitude (1200-1400m) .....	P12
a) Station Djamaa Adherchi .....	P12
b) Station Ifri Boulmane .....	P12
c) Station du Pavillon Sud .....	P13
d) Station du Pavillon Nord .....	P13
2.2. Cédraie pure de moyenne altitude (1400-1600m) .....	P13
a) Station Reserve Nord .....	P13
b) Station Reserve Sud .....	P13
c) Station Hôtel El Arz Nord .....	P13
d) Station Hôtel El Arz Sud .....	P13
e) Station Source Tala-Guilef Sud .....	P13

f) Station Source Tala-Guilef Nord .....	P13
g) Station Maison forestier 1 Nord .....	P14
h) Station Maison forestier 2 Nord .....	P14
i) Station Maison forestier 2 Sud .....	P14
j) Station Chemin Royal 1 Nord- Est .....	P14
k) Station Chemin Royal 2 .....	P14
2. 3 : Cédraie pure de haute altitude ( $\geq 1600\text{m}$ ) .....	P14
a) Station Restaurant d'altitude Nord .....	P14
b) Station Restaurant d'altitude Sud .....	P14
c) Station Pic des cèdres Sud .....	P14
d) Station Pic des cèdres Nord .....	P14
2. Méthode d'échantillonnage .....	P15
2.1. Choix et délimitation des stations étudiées.....	P15
2.2. Mesures réalisées .....	P15
2.2.1. Données stationnelles.....	P15
2.2.2. Données dendrométriques et descriptives du peuplement.....	P16
2.3. Traitement des données.....	P16

-----**Chapitre III**-----  
-----**Résultats et discussion**-----

1. Résultats.....	P19
1.1. Analyse des paramètres dendrométriques du cèdre.....	P19
A. Diamètre de l'arbre .....	P19
B. Hauteur de l'arbre .....	P22
C. Hauteur du houppier .....	P23
D. Diamètre du houppier.....	P25
E. Densité et la surface terrière des tiges de cèdre de l'atlas.....	P26
1.2. Effet de l'exposition sur les paramètres dendrométriques.....	P29
1.3. Effet de la composition sur les paramètres dendrométriques.....	P29
1.4. Effet de l'altitude sur les paramètres dendrométriques.....	P29
1.5. Etudes des relations entre les différentes variables dendrométriques .....	P29
1.5.1. Corrélations à l'échelle de la station .....	P29
a. Corrélation hauteur-diamètre de l'arbre. ....	P29
1.5.2 Corrélation entre les variables mesurées dans la région de Tala guilef.....	P30
2. Discussion .....	P35
Conclusion .....	P38
Références bibliographiques.....	P39
Annexes	

# Introduction Générale

## Introduction

Les forêts à *Cedrus atlantica* espèce essentiellement montagnarde, occupent des surfaces d'inégale importance en Afrique du Nord (Maroc et Algérie), et peuvent constituer des réservoirs génétiques de grand intérêt (DEMARTEAU & *al.*, 2007). Elles représentent un capital forestier de première importance, du point de vue : économique, écologique (MESSAOUDENE, 2013; SLIMANI, 2014), social et touristique (QUEZEL et MEDAIL, 2003).

La caractérisation de ces forêts repose sur la description des arbres qui les composent. L'analyse de leurs stabilités requiert une bonne description de leurs structures, c'est à-dire de la distribution des caractéristiques individuelles des tiges. (RABHI & MESSAOUDENE, 2016).

Cette description permet en effet une bonne connaissance de ces milieux et une meilleure compréhension de la dynamique forestière et constituerait, de ce fait, une base au développement de nouvelles stratégies sylvicoles. L'ensemble de ces connaissances préfigurent les décisions d'aménagement qui portent à la fois sur la fonction de protection de la forêt pour l'équilibre biologique, sa fonction de production et sa fonction sociale.

Le recours aux caractères dendrométriques d'un peuplement pour apprécier l'analyse structurale du cèdre a été abordé par certains auteurs : MECHRI & HADOUCHI (1993), TAFFER & ZERGUANE (1994), LARBI (2016), MESSAOUDENE et RABHI (2016) à Tikjda et AMIRAT(2016) à Thala Guilef.

Notre étude est complémentaire de l'étude de l'analyse structurale de *Cedrus atlantica* réalisée par AMIRAT (2016) dans deux régions forestières Tala-Guilef et Thabourth El Inser (Djurdjura Nord-ouest). Nous avons quantifié cette structure dans différentes situations à Tala-Guilef, en tenant compte de l'altitude, de l'exposition et la composition.

Notre travail est composé de quatre chapitres qui sont comme suit :

- ✓ Le premier chapitre : Aperçu sur l'espèce *Cedrus atlantica*
- ✓ Le deuxième chapitre : présentation de la zone d'étude ;
- ✓ Le troisième chapitre : Matériel et méthodes
- ✓ Le quatrième chapitre : résultats et discussion

# Chapitre I

Aperçus sur le genre

*Cedrus atlantica*

## 1. Description de *Cedrus atlantica* :

Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) ou Arz El-Atlas en arabe ou Bignoun ou Inguel en berbère, est une essence forestière endémique des montagnes de l'Afrique du Nord. Il constitue l'essence noble des forêts du MAGHREB (Maroc et l'Algérie) (BAHRI, 2006).

Les cèdres ont été séparés en quatre espèces en se basant sur des critères bio-morphologiques (LAARIBYA, 2004 *in* Bahri, 2006).

- Le cèdre de Chypre (*Cedrus brevifolia* Henry).
- Le cèdre de l'Himalaya (*Cedrus deodara* Loudon).
- Le cèdre du Liban (*Cedrus libani* Borell).
- Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti).

Parmi ces quatre espèces, c'est le cèdre de l'Atlas qui fût grandement utilisé dans les reboisements méditerranéens.

## 2. Systématique

Au plan taxinomique, la systématique du genre *Cedrus* est la suivante (TOTH, 2005).

• Règne	Plantae
• Embranchement	Spermaphytes
• Sous-embranchement	Gymnospermes
• Classe	Coniferospida
• Ordre	Coniferales
• Famille	Pinacées
• Sous-famille	Abietes
• Genre	<i>Cedrus</i>
• Espèce	<i>Cedrus atlantica</i>

## 3. Caractéristiques botaniques et dendrologiques

### 3.1. Caractères botaniques

#### 3.1.1. L'arbre

Le cèdre de l'Atlas est un arbre de haute taille, dépassant souvent 50 m pour atteindre 60 m et ayant en moyenne 40 m (BOUDY, 1952) (**Fig. 01**).

#### 3.1.2. Les aiguille

Les feuilles ont des formes d'aiguilles (aciculaires), raides et fines, peu aigues et de couleur verte ou glauque (M'HIRIT, 2006). Elles sont groupées au sommet de très courts rameaux, en petits bouquets de 30 à 40 aiguilles (mésoblastes) ou isolées et soudées à l'écorce sur des rameaux longs (auxiblastes) (TOTH, 1990) (**Fig. 01**).

#### 3.1.3. Les organes de reproduction

D'après KROUCHI (2010), le cèdre est une « **espèce monoïque** » ; les organes mâles et femelles sont retrouvés sur le même arbre. Les organes mâles sont des chatons et les organes femelles sont des inflorescences qui se développent progressivement en cônelets puis en cônes.

On peut observer une dioïcie fonctionnelle chez les arbres dont certains tendent à être plutôt femelles et d'autres plutôt mâles (KROUCHI, 2010) (**Fig. 01**).

### 3.1.4. Floraison

La floraison s'effectue à partir de la mi-septembre et peut durer jusqu'au mois d'octobre. L'inflorescence femelle, par ses écailles ouvertes, reçoit les grains de pollen (BAHRI, 2006)

### 3.1.5. Fruits

M'HIRIT (2006) indique que sa fructification du cèdre a lieu à partir de 15 à 20 ans. Cependant, elle peut être précoce si les facteurs du milieu sont favorables ou tardive en cas de conditions rudes ou défavorables.

Les cônes ont 13 x 9 cm de dimension, ils sont solitaires, portés par un rameau court, ellipsoïdaux avec le sommet tronqué ou oblique, leurs squames sont très serrées formant une surface lisse (MAIRE, 1952) (**Fig. 01**).

### 3.1.6. Graines

Les graines produites par le cône peuvent être fertiles ou stériles. Les graines fertiles sont assez grosses, pointues et longues (8 à 12 mm), de couleur marron clair (ABOUROUH, 1983 *in* KHANFOUCI, 2005). Elles sont de forme triangulaire, munies d'ailes longues, tendres et enveloppées dans des pellicules protectrices ; si la pellicule est lésée la germination devient impossible (BENSSACI, 2006 *in* NAIT Abdelaziz & CHALLAL, 2011).

## 3.2. Caractères dendrologiques

### 3.2.1. L'écorce

L'écorce du cèdre de l'Atlas est de couleur grise et de forme écailleuse lisse qui se crevasse avec l'âge (M'HIRIT, 2006) (**Fig. 01**).

### 3.2.2. Port

Le cèdre de l'Atlas est un arbre à port conique pyramidal à l'état jeune (BOUDY, 1950), mais devient tortueux et tabulaire chez les sujets les plus âgés. Il est de première grandeur, dépassant 50 m de hauteur et même peut atteindre les 60 m dans les conditions écologiques les plus favorables (DEBAZAC, 1964 *in* ABDESSEMED, 2010) (**Fig. 01**).

### 3.2.3. Tronc

Le tronc est monopodial, orthotrope, à croissance rythmique (BARTHELEMY & *al.*1989 *in* SABATIER & BARTHELEMY, 1994 *in* KROUCHI, 2010) (**Fig. 01**).

### 3.2.4. Enracinement

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



**Figure 01:** Caractéristiques botaniques et dendrologiques de *Cedrus atlantica* (Photos de Amirat, Fergane et Nourine).

### 3.2.5. Longévité

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).

## 4. Caractéristiques Ecologiques

### 4.1. Conditions Climatiques

#### 4.1.1. Pluviométrie

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 des Aurès et Hodna les pluies annuelles varie entre 720 à 770 mm/an et les cédraies de Djurdjura méridional, l'Ouarsenis, Chréa et Meurdja reçoivent une lame de pluie entre 1126 et 1420 mm/an. Cependant, au niveau de celle des Babors et Djurdjura septentrional, la pluviométrie annuelle varie entre 1600 à 2100 mm/an.

#### 4.1.2. Température

Le cèdre est une essence qui peut supporter sans dommage des froids hivernaux importants, mais en même temps, toutes les autres caractéristiques éco-physiologiques analysées montrent que son écologie correspond à des climats doux (AUSSENAC, 1984).

Le cèdre résiste à des extrêmes de températures pouvant aller de  $-20^{\circ}\text{C}$  à  $+39^{\circ}\text{C}$ ; et il peut également résister à de très basses températures  $-25^{\circ}\text{C}$  (NEDJAH, 1988).

La germination et la croissance du cèdre de l'Atlas s'effectue sous des températures moyennes annuelles comprises entre  $8$  et  $14^{\circ}\text{C}$  (TOTH, 1980).

#### 4.1.3. Bioclimat

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 (YAHY & MADIOUNI, 1989).

Selon QUEZEL (1998), les cédraies de basse altitude sont essentiellement localisées en bioclimat humide alors que celles de moyenne et haute altitude peuvent répondre plutôt à des bioclimats subhumide, humide voire per-humide. Les cédraies supérieures, essentiellement oroméditerranéennes, doivent quant à elles se rattacher plutôt à la variante extrêmement froide du bioclimat méditerranéen subhumide.

En Algérie, les cédraies de l'Atlas saharien (Aurès-Belezma, monts du Hodna), situées aux portes du désert, se positionnent dans l'étage bioclimatique subhumide froid à très froid, tandis que celles de l'Atlas tellien (Atlas blidéen, massifs du Djurdjura et des Babors), proches de la mer Méditerranée, appartiennent à l'étage humide à per-humide frais à froid (MEDDOUR, 1994).

### 4.2. Altitude

L'altitude influence le cèdre par les conditions climatiques, notamment les précipitations et les températures ; plus l'altitude est élevée, plus les précipitations moyennes sont élevées et les températures sont basses (AMIRAT, 2016)

Les limites altitudinales inférieures et supérieures diffèrent d'une cédraie à l'autre. Au Maroc, la limite inférieure du cèdre est de 1500 à 1600 m et sa limite supérieure va jusqu'à 2600 et 2800 m. Après 2800 m, il est toujours dominé par le genévrier thurifère (BOUDY, 1952). En Algérie :

- La limite inférieure se situe entre 1350 m dans les massifs de l'Aurès et du Belezma et 1400 m dans les massifs du Djurdjura et des Babors (SLIMANI, 2014), mais il peut descendre plus bas (jusqu'à 900- 1000 m) le long des ravins où existent des conditions pédologiques et microclimatiques propices (HARFOUCHE & NEDJAH, 2003).

- La limite supérieure se situe quant à elle entre 2 200 m dans le Djurdjura et les Babors et 2 300 m dans l'Aurès et le Belezma (SLIMANI, 2014).

En dehors de leur aire naturelle, des cédraies artificielles du sud la France (Mont Ventoux) à titre d'exemple, se comportent idéalement à des altitudes de 300 à 800 m (SABATIER *et al.*, 2003).

#### 4.3. Exposition

L'exposition 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 (KHANFOUCI, 2005).

En Algérie comme au Maroc, les vents humides sont de direction Nord et Nord-Ouest. Ainsi, les expositions faisant face à ces vents sont plus arrosées et portent les plus belles cédraies (AMIRAT, 2016).

#### 4.4. Substrat

D'une façon générale, les cédraies du circumméditerranéen sont localisées sur des substrats calcaires (QUEZEL, 1980).

D'après FAUREL (1947) et LEPOUTRE (1961) *in* M'HIRIT (1994), le cèdre se rencontre sur des substrats et des sols variés:

- Au Maroc sur des basaltes, de la dolérite, des marno-calcaires, des marno-schistes, des dolomies, des calcaires dolomitiques, des schistes et des grès;
- En Algérie sur des grès blancs, des dolomies, des calcaires francs, des calcaires dolomitiques et des marnes

Le cèdre de l'Atlas donne un meilleur rendement sur les sols profonds, meubles et caillouteux, car la jeune plantule arrive à développer un système racinaire vigoureux et profond lui permettant d'échapper à la sécheresse estivale (BOUDY, 1950).

Les facteurs édaphiques comme la nature du substrat, la texture et la profondeur jouent un rôle déterminant dans le renouvellement du cèdre. D'après LEPOUTRE (1964) *in* AMIRAT, (2016), l'influence de ces facteurs varie selon le climat ; plus le climat est sec, plus l'influence du sol est grande.

#### 4.5. Vent

Le vent est un facteur climatique important qui intervient dans la pollinisation, la dissémination des graines du cèdre et contribue à l'arrosage des cédraies en y véhiculant les nuages chargés d'humidité. Cette dernière est assurée en grande partie par les vents du Nord et du Nord-Ouest.

Toutefois, le vent est considéré comme étant le facteur le plus néfaste de la régénération du cèdre de l'Atlas en provoquant la mortalité des jeunes plantules (BOUDY, 1955).

### 5. Facteur humain

L'activité anthropique est, sans conteste, l'élément le plus déterminant de la régression des cédraies (ABDESSEMED, 1981)

L'action destructrice de l'homme et de ses troupeaux sévit avec intensité dans l'étage du cèdre. Justes après les fontes des neiges les usagers de la cédraie introduisent plusieurs milliers de têtes ovines, bovines et caprines tassant ainsi le sol, broutant et saccageant toutes les tâches de semis. Ce phénomène limite alors le renouvellement de la cédraie (AMIRAT, 2016).

## 6. 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 (TOTH, 1980).

### 6.1. Dans le monde

Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti), a été introduit depuis longtemps dans quelques pays circumméditerranéens d'abord comme espèce ornementale et ensuite comme espèce de reboisement (M'HIRIT, 1999).

La première introduction de l'espèce a été réalisée au sud de la France (Mont Ventoux) en 1862 sur une surface de dix hectares semés à l'aide des graines provenant d'Algérie (TOTH, 1970) et Aujourd'hui, *Cedrus atlantica* est présent plus ou moins abondamment dans 25 départements de la partie méridionale de la France (TOTH, 2005), 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) affirme que le cèdre de l'Atlas est parfaitement adapté aux U.S.A. Actuellement, il fait l'objet de vastes projets de reboisement.

### 6.2. Aire naturelle de répartition cèdre de l'Atlas

L'aire naturelle du cèdre est très morcelée (Fig. 02) :

#### 6.2.1. En Maroc

Le cèdre de Maroc, il occupe une superficie de 116000 ha (M'HIRIT, 1994). Qui localisées dans deux régions bien distinctes : le Rif avec une superficie de 16000 ha, le moyen et le grand Atlas avec 100000 ha (TOTH, 1980).

#### 6.2.2. En Algérie

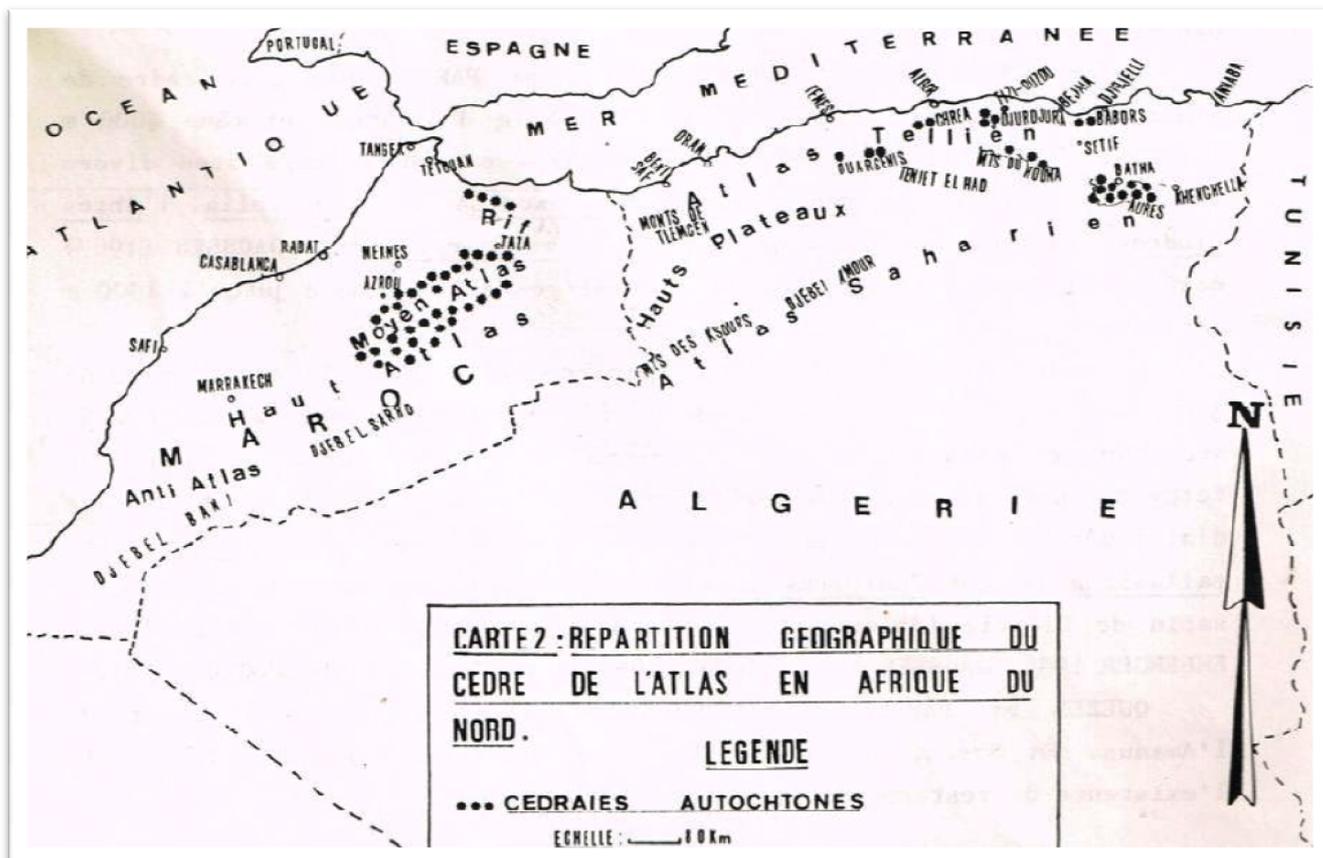
En Algérie, l'aire potentielle de l'espèce pourrait s'étendre à tout l'Atlas frais et froid, là où les précipitations et les brouillards printaniers ne sont pas rares (Maire, 1926 in HARFOUCHE & NEDJAH, 2003).

Les cédraies algériennes s'organisent en deux blocs (sec et humide) :

- ✓ Le bloc humide représenté par les cédraies de l'Atlas tellien individualisées en quatre îlots : le massif du Djurdjura (2000 ha), des Babors (1300 ha), de l'Ouarsenis (11.000 ha) et des monts Blidéens (1 000 ha).
- ✓ Le bloc sec représenté par les cédraies de l'Atlas saharien, ensemble le plus important de la cédraie algérienne avec d'importants peuplements dans les Monts des Aurès et du Belezma (17000 ha) ainsi que dans les Monts du Hodna (8000 ha) (ABDESSAMED, 1981).

D'après RABHI (2014), en Algérie les surfaces reboisées avec ce résineux nobles sont insignifiantes et se concentrent autour de l'aire naturelle de l'espèce : au Belezma (avec un taux d'échec très élevé), Chélia, Chréa et Djurdjura (dans ces deux dernières le taux de réussite est satisfaisant).

Selon KROUCHI (2010), la superficie actuelle des cédraies demande à être réévaluée en détail pour chaque massif, car des facteurs anthropozoogènes ont contribué à réduire ou faire disparaître des pans de cédraie (cas de Tikjda, Djurdjura sud, après l'incendie de l'année 2000) alors que le relâchement de la pression anthropique ou la réalisation de travaux comme l'ouverture de routes ont favorisé l'installation d'une régénération sur sol de déblaiement (cas d'une partie de la cédraie de Tala - Guilef, Djurdjura Nord-Ouest).



**Figure 02 :** Répartition géographique du cèdre de l'Atlas en Afrique du Nord (Source : DERRIDJ, 1990).

### 8. Rôle et importance des cédraies

Le cèdre est une essence capable de remplir plusieurs rôles à la fois, et ceci malgré les conditions écologiques souvent difficiles et la surface restreinte qu'il occupe (TOTH, 1980)

- Maintient d'un équilibre biologique en protégeant et en améliorant le sol (TOTH, 1980)
- Production d'un bois de qualité et en quantité importante ((TOTH, 1980)
- Arbre de grande valeur esthétique (TOTH, 1980)
- Il présente une forte variabilité écologique et phénologique et de la présence d'écotypes ayant une bonne résistance à la sécheresse (TESSIER *et al*, 1993 *in* HOUAMEL, 2012).
- Protection contre l'incendie feuillage peut inflammable (ALEXANDRIAN, 1992 *in* HOUAMEL, 2012), avec l'élimination de la végétation herbacée très inflammable (TOTH, 1980)
- Le cèdre, plus particulièrement *Cedrus atlantica* Manetti a été utilisé à la base comme espèce ornementale dans quelques pays circumméditerranéen (DEBAZAC, 1991).
- Le cèdre abrite une faune et une flore remarquables (KATEF & TERKANE, 1991 *in* NAIT ABDLAZIZ & CHALLAL, 2011)

Toutes ces qualités d'adaptation aux conditions climatiques et édaphiques de la zone méditerranéenne justifient donc son utilisation importante en reboisement (TOTH, 1980).

# Chapitre II

## Matériel et méthodes

## 1. Présentation de la zone d'étude

### 1.1. Présentation de la région d'étude Tala-Guilef

#### 1.1.1. Aperçu général sur le Parc National du Djurdjura

Le massif du Djurdjura est un immense gisement intégrant une infinie variété de sites, Tala-Guilef, Lalla Khedidja et le Lac Agoulmime, sont parmi les sites les plus connus du Parc National du Djurdjura (PND), favorables à la pratique du tourisme de montagne (ZEMIHI, 2010). Ce massif est connu pour sa diversité floristique (35 espèces endémiques) et faunistique, et les forêts à *Cedrus atlantica* Manetti y forment des paysages remarquables.

Le parc national du Djurdjura se situe au Nord de l'Algérie, dans la région Tellienne centrale (la Kabylie), à 150 Km au Sud- Est d'Alger à 40Km parallèlement à la méditerranée (DERRIDJ, 1985). Ce territoire est localisé entre les latitudes: **36° 31' 2" et 36° 25' 42" Nord**; et les longitudes **3° 57' 23" et 4° 19' 43" Est** du méridien international, sur une superficie de 18.550 ha.

Il chevauche entre deux Wilaya, Tizi-Ouzou au Nord avec 10.000 ha et Bouira au Sud avec 8000ha.

L'occupation du sol comprend les unités physionomiques suivantes:

- ✓ Forêts : 5.672 hectares, soit 30,58 % de la superficie du Parc.
- ✓ Pelouses : 6.907,08 hectares, soit 37,24 % de la superficie du Parc.
- ✓ Formations rupicoles : 93,4 hectares, soit 0,50% de la superficie du Parc.
- ✓ Reboisement : 96.8 hectares, soit 0,52 % de la superficie du Parc.
- ✓ Cultures : 758.80 hectares, soit 4,10 % de la superficie du Parc.
- ✓ Falaises et escarpements rocheux : 5.021 hectares, soit 27,06 % de la superficie du Parc (ZEMIHI, 2010).

Cette aire protégée est composée de six antennes réparties sur la zone périphérique qui sont Tala-Guilef, Tizi N'kouilal et Ait-Ouabane pour le versant Nord ; Tikjda, Tala-Rana et Aghbalou pour le versant Sud (NAIT ABDELAZIZ, 2011).

## 1.2. Aperçu bibliographique de Tala-Guilef

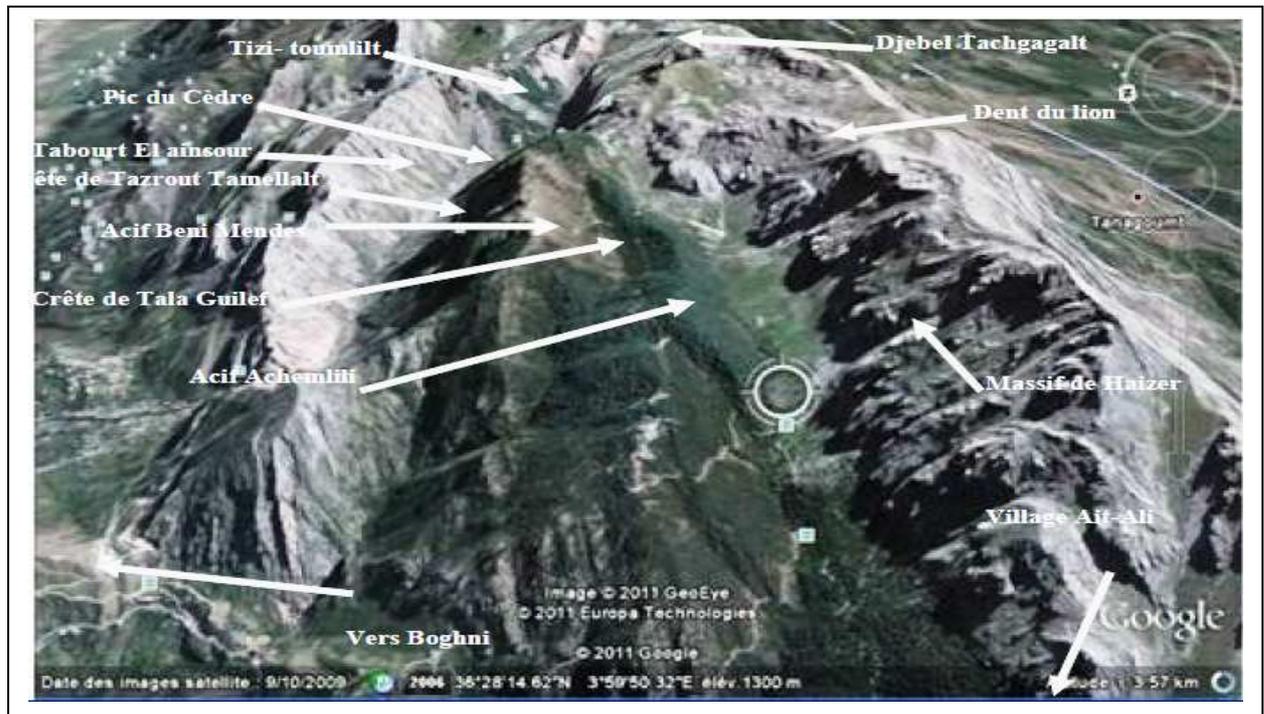
### 1.2.1. Localisation

L'appellation « Tala-Guilef » signifie littéralement « source du sanglier » en berbère et correspond à une source retrouvée dans cette forêt nommée ainsi par extension (KROUCHI, 2010).

La région forestière de Tala-Guilef est d'une superficie de 771hectares, s'étend sur le versant septentrional de la chaîne du Djurdjura, à 144km au Nord-est d'Alger.

D'après QUEZEL (1957), Il se subdivise en trois grands massifs :

- A l'Ouest : Le massif occidental de HAZER: 2194 m d'altitude.
- Au Centre : Le massif centrale : l'AKOUKER: 2305 m d'altitude.
- A l'Est : Le massif oriental : LALLA KHEDIDJA: 2308 m d'altitude.



**Figure 03 :** Image de localisation de la région forestière «Tala-Guilef»  
(Source: Google Earth ; ABDELLI, 2011).

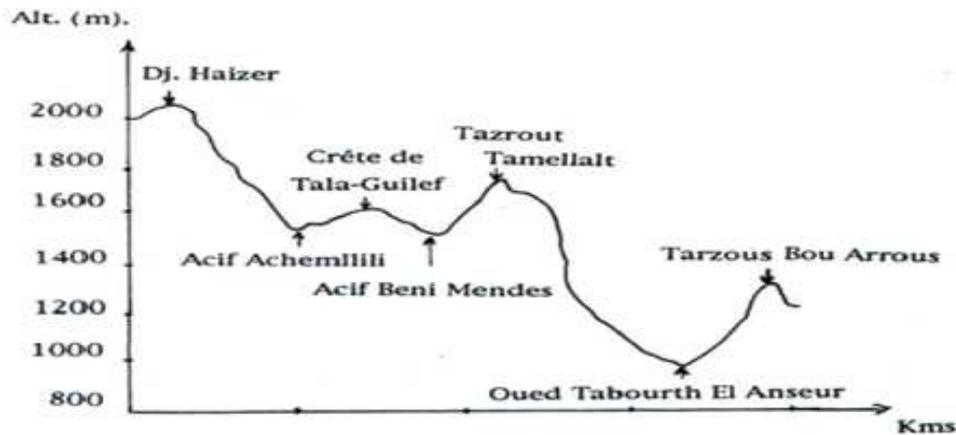
La forêt de Tala guilef est localisée entre les deux wilayas : Bouira au Sud et la daïra de Boghni (wilaya de Tizi-Ouzou) au Nord.

A Tala-Guilef la cédraie la plus dense et la plus importante se trouve de part et d'autre de la ligne de crête de Tala-Guilef (Draa Inguel) surtout sur le versant Nord suite à un déblaiement du sol lors de l'ouverture du chemin qui relie l'hôtel au restaurant d'altitude. Bien que des pieds isolés soient aussi présents à plus haute altitude au-delà de 2000m sur le plateau du mont de Hizer (DERRIDJ, 1990).

### 1.2.2. Relief et topographie

La région forestière de Tala-Guilef se trouve confinée entre trois lignes de crête en l'occurrence:

- ✓ La ligne de crête du grand massif calcaire de Hizer qui est la ligne la plus haute;
- ✓ La ligne de crête de Tala-Guilef appelée aussi «ligne de crête de Draa Inguel » (dont l'exposition Sud fait face au grand massif de Hizer et l'exposition Nord fait face à la ligne de crête de Thazrout Thamellalt);
- ✓ La ligne de crête de Thazrout Thamellalt(dont l'exposition Sud fait face à la ligne de crête de Tala-Guilef et l'exposition Nord, qui est escarpée, surplombe la vallée de Thabourth El Aïnsér).



**Figure 04** : Coupe topographique dans la région de Tala-Guilef  
(Source : Cherkelaire, 1980 in KROUCHI, 2010).

Cette région est caractérisée par une topographie très variée et un relief très accidenté. Elle comprend deux ensembles topographiques :

- ✚ La moyenne montagne dont l'altitude est comprise entre 900 et 1500 m ;
- ✚ La haute montagne qui débute à 1500 m et dont les sommets peuvent atteindre 2164 m Djebel Thachgagalt (Cherkelaire, 1980 in ABED, 1984 in KROUCHI, 2010).

### 1.2.3. Géologie et Pédologie

Le calcaire est l'un des principaux faciès que l'on trouve au Djurdjura, d'une grande unité structurale dite "chaîne calcaire Kabyle". Il présente une grande résistance à l'érosion linéaire ; cependant, il est fortement karstifié dont l'âge et la nature sont très complexes (FLANDRIN, 1947 in KROUCHI, 1985).

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

Un substrat essentiellement siliceux caractérise la région de Tala-Guilef ce qui donne naissance à des sols humifères bruns dans les formations fermées. Un sol plus pauvre est présent sur substrat calcaire caractérisé par une importante quantité d'éléments grossiers (cailloux et sables) dans les pelouses culminales au pied du Haizer. En exposition Sud, sous la Cédraie, la texture est limono-sableuse (BELLAHCENE et BENSAD, 1989).

Les principaux cours d'eau (Acif Achemlilli et Béni Mendès) partagent la zone en deux vallées caractérisées par une diversité de pente et d'orientation.

La vallée de Béni Mendès présente en son amont une dissymétrie des versants, en effet, le versant Sud formé par la ligne de crête de Tazrout Tamellalt est plus développé que le versant Nord de la ligne de crête de Tala-Guilef. Ces deux versants sont entre coupés par un nombre important de ravins, la pente va en diminuant de l'amont de la vallée (près de 45%) vers l'aval où elle n'atteint que 20%.

La vallée de l'Acif Achemlilli: la dissymétrie des versants pour cette vallée est plus accentuée; le versant Nord est formé par la grande corniche du Djebel Haizer, la pente est supérieure à 45%; le versant opposé à exposition Sud part de la ligne de crête de Tala-Guilef (CHERKELAIRE, 1980 in BOUHERAOUA, 1992).

### 1.2.4. Végétation

MESSAOUDENE & al, (2014), soulignent que les principales formations sylvatiques du massif du Djurdjura sont des cédraies pures (40 %), des cédraies-chênaies vertes (30 %) et des chênaies vertes (13 %), le reste de la surface est constitué par des formations asylvatiques (17%).

La végétation de Tala-Guilef est caractérisée par 2 principales formations (chênaie et cédraie et accessoirement une: subéraie,

- La subéraie peu importante vers 900m d'altitude;
- La chênaie verte vers 1000m d'altitude parsemée de quelques pieds de cèdres isolés ;
- L'étage mixte de chêne vert -cèdre entre 1200 et 1500m d'altitude ;
- La cédraie pure au-delà de 1500m d'altitude avec quelques rares pieds de Chêne vert.

### 1.2.5. Bioclimat

Vu le problème du manque des stations météorologiques en haute montagne tel le Djurdjura, les données climatiques (températures et précipitations) sont très rares.

La température constitue un facteur écologique limitant important, elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition des végétaux. Le climat des hautes montagnes est caractérisé principalement par le déplacement des minimas vers des températures plus basses (DERRIDJ, 1990).

SELTZER (1946) *in* BOUHERAOUA (1992) recommande une réduction de 0,4°C par 100m d'élévation en altitude pour la moyenne des minimas, et de 0,7°C pour les moyennes des maximas. La pluviométrie est bien connue d'un point de vue climatique que les précipitations englobent la pluie, la rosée, la gelée, le givre et la glace. Mais parmi ces paramètres, ce sont les précipitations liquides (pluie) qui sont les plus couramment mesurées.

C'est pour cela que les études climatiques, surtout en Algérie où nous sommes confrontés au manque de stations météorologiques équipées, reposent sur les mesures de précipitations (pluviométrie). Ces dernières déterminent la répartition des végétaux (DERRIDJ, 1990).

Selon SELTZER(1946) *in* DERRIDJ (1990) la hauteur de pluie augmente de 80mm par élévation de 100m. Le régime pluviométrique saisonnier au niveau de Tala-Guilef est marquée par un régime saisonnier de type HPAAE (hiver, printemps, automne et été).

## 1.3. Description des stations d'étude

Notre étude s'est déroulée au sein de la région forestière Tala- Guilef du Nord-Ouest du Djurdjura, avec 19 stations échantillonnées au sein de différentes tranches altitudinales : basse, moyenne et haute altitude.

### 1.3.1. Cédraie mixte de basse altitude (1200-1400m)

#### a) Station Djamaa Adharchi

Djamaa Adharchi en kabyle Djamaa est un endroit plat, Adharchi est le nom donné à l'Erable. Ce nom indique ainsi un plateau où domine l'Erable (CHIKHAOUI, 2016).

La station est située en exposition Nord à 1287m d'altitude dans la région forestière de Tala-Guilef, au piémont du gros massif de Hizer qui a créé un milieu écologique favorable au bon développement du cèdre.

#### b) Station Ifri Boulmane

La station d'Ifri Boulmane se localise à 1300m d'altitude en exposition Nord. C'est une cédraie mixte à cèdre et chêne vert caractérisée par un recouvrement d'environ 25 à 50% et une

penne de 36%. Le sol est de type forestier avec quelques affleurements rocheux. Nous avons remarqué une bonne production du chêne vert et la présence d'une régénération abondante de l'érable de Montpellier.

**c) Station du Pavillon Sud**

Elle est située en exposition Sud à 1388m d'altitude. C'est une cédraie mixte à chêne vert caractérisée par un couvert plus au moins fermé d'environ 25 à 50% et une pente de 50%.

Le sol est de type forestier avec quelques affleurements rocheux. Dans cette station la pression anthropique est intense comme indiqué par les traces de surpâturage et les déchets alimentaires du fait de sa proximité de la route.

**d) Station du Pavillon Nord**

Cette station est située sur un sol brun forestier à 1399m d'altitude. C'est une cédraie moyennement dense à un recouvrement de 25 à 50% et une pente de l'ordre de 45%.

Dans cette station, nous avons observé des traces de surpâturage et de travaux sylvicoles.

### 1.3.2. Cédraie pure de moyenne altitude (1400-1600m)

**a) Station Reserve Nord**

Elle est localisée en exposition Nord à 1579 m d'altitude. Le recouvrement est de 50 à 65%, la pente de l'ordre de 56%. Le sol est de type brun humifère profond en présence d'affleurements rocheux. Cette station aussi a été sujette à différentes interventions sylvicoles (élagage).

**b) Station Reserve Sud**

Elle est localisée en exposition Sud sur une pente d'environ 70% à 1579 m d'altitude et un recouvrement d'ordre 25 à 50%.

Présence de signe de travaux sylvicoles (élagage) et de nids de chenilles sur quelques pieds de cèdre.

**c) Station Hôtel El Arz Nord**

Elle est située en exposition Nord à 1430 m d'altitude. C'est une cédraie mixte à chêne vert caractérisée par un couvert fermé d'environ 50 à 75% et une pente de 70%. Le sol est de type forestier avec quelques affleurements rocheux.

**d) Station Hôtel El Arz Sud**

La station Hôtel El Arz est une cédraie mixte de chêne vert à 1453 m d'altitude en exposition Sud, avec un taux de recouvrement de 25 à 50 % et une pente de l'ordre de 41%.

Le sol est de type brun forestier profond sur lequel s'est développé un cortège floristique assez riche et avec présence un grand nombre de semis de cèdre (comptage de 22 semis/1m<sup>2</sup>).

**e) Station Source Tala-Guilef Sud**

C'est une cédraie mixte à chêne vert, fraîche et dense située à 1493 m d'altitude en exposition Sud, avec un taux de recouvrement de l'ordre de 50 à 60% et une pente avoisinant les 37%.

Dans cette station la pression anthropique est intense comme indiqué par les traces de surpâturage.

**f) Station Source Tala-Guilef Nord**

C'est une cédraie mixte située en exposition Nord à 1487 m d'altitude, avec une pente de 68% et un recouvrement de 25 à 60%.

Nous y avons aussi observé des signes de perturbation anthropique comme les feux, les ordures et les coupes.

**g) Station Maison forestier 1Nord**

C'est une cédraie pure en exposition Nord, située à 1485m d'altitude, avec une forte pente d'environ 53%. La strate arborescente est occupée par le cèdre avec un recouvrement de 50 à 75%.

Le sol est de type brun forestier, un peu profond avec la présence de quelques affleurements rocheux. Nous y avons constaté aussi des signes pression anthropique (feu, ordures, coupes...).

**h) Station Maison forestier 2 Nord**

La station est une cédraie mixte fraîche et dense située à 1484md'altitude en exposition Nord, avec un taux de recouvrement de 50 à 75% et une pente avoisinant les 45%.

Le sol est de type brun humifère profond sur lequel s'est développé un cortège floristique assez riche.

**i) Station Maison forestier 2 Sud**

C'est une cédraie mixte à chêne vert. Elle est située à 1467m d'altitude en exposition Sud, un sol superficiel et rocailleux. Le recouvrement est dense de l'ordre de 75% et une pente avoisinant de 54%.

**j) Station Chemin Royal 1 Nord-est**

La station est située sur le versant Nord-est à 1450m d'altitude avec une pente de l'ordre de 30%.La cédraie est pure, moyennement dense de50 à 75% de recouvrement. Les cèdres âgés sont plus ou moins dépérissants.

**k) Station Chemin Royal 2 Nord-est**

La station chemin royal 2 est une cédraie mixte située sur le versant Nord-est à 1476 m d'altitude. Elle est caractérisée par une pente moyenne de l'ordre de 40% et un recouvrement de 75%. Le sol est brun forestier, riche en matière organique.

Nous avons observé dans cette dernière la présence de la chenille et des perturbations anthropiques. La présence de semis de chêne vert, et de cèdre y a été notée.

**1-3-3 : Cédraie pure de haute altitude (>=1600m)****a) Station Restaurant d'altitude Nord**

C'est une cédraie pure de haute altitude située à 1619 m en exposition Nord, caractérisée par un sol de type brun forestier avec la présence d'affleurement rocheux.

**b) Station Restaurant d'altitude Sud**

Cette station située en lisière d'une cédraie pure de la crête de Tala-Guilef à 1600 m d'altitude, en exposition Sud, au voisinage d'Acif Achemlilli du côté opposé au grand massif de Hizer.

Dans cette station le sol est brun forestier, rocailleux, un peu profond, riche en matière organique. Le recouvrement est de 50 à 75% et la pente d'environ 71%.

**c) Station Pic des cèdres Sud**

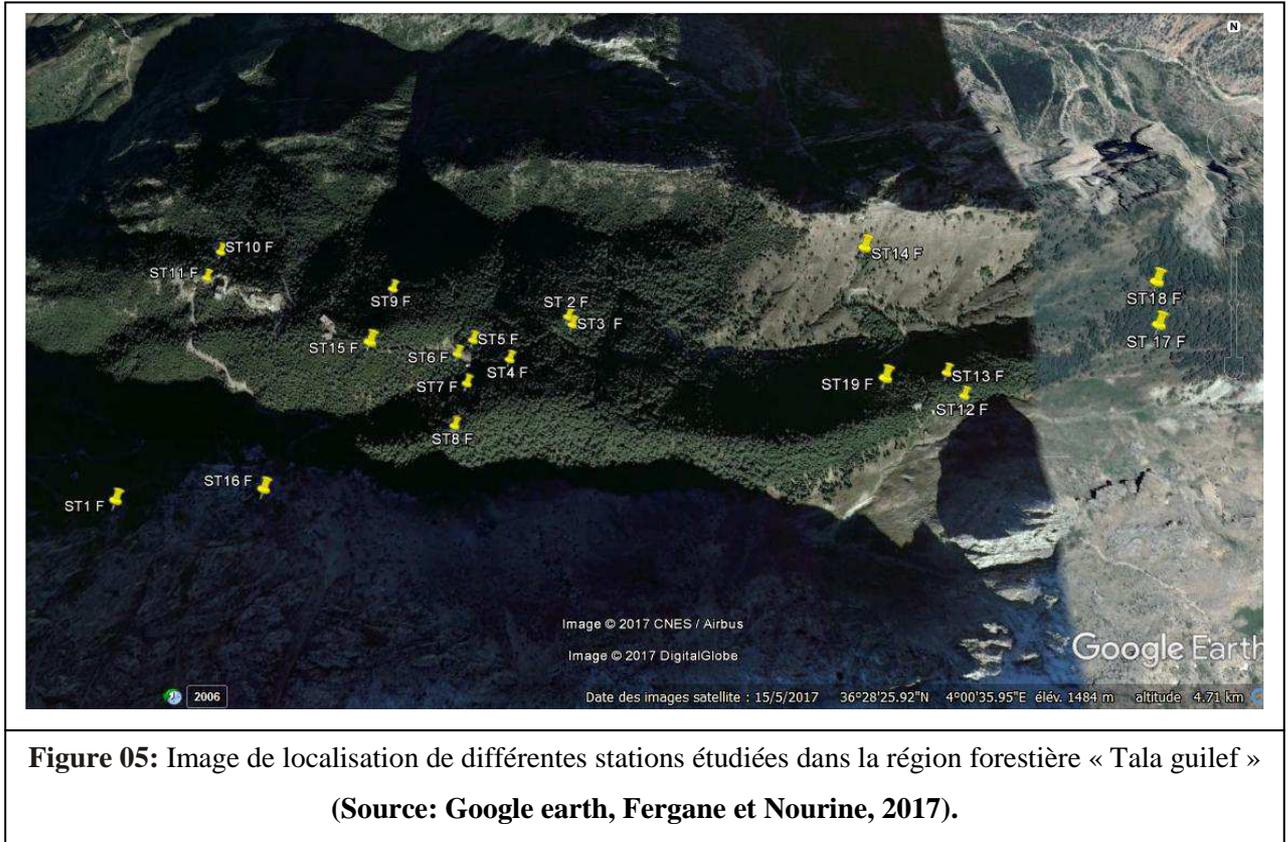
Située à 1763 m d'altitude sur crête orientée vers le Sud. Elle est caractérisée par une pente de 67% et un recouvrement de 50 à 75%.

Dans cette station nous avons observé quelque trace de feu, la présence de pâturage et des travaux sylvicoles.

**d) Station Pic des cèdres Nord**

Située en exposition Nord à 1743m d'altitude sur crête avec 65% de pente et un recouvrement de 50 à 75%.

Contrairement à la précédente, cette station est une jeune cédraie pure à couvert claire issue de la régénération qui a échappé à l'action humaine. Les individus de cèdre sont groupés en cohortes denses avec des fûts bien dressés n'ayant pas encore perdu leurs flèches terminales.



**Figure 05:** Image de localisation de différentes stations étudiées dans la région forestière « Tala guilef »  
(Source: Google earth, Fergane et Nourine, 2017).

## 2. Méthode d'échantillonnage

### 2.1. Choix et délimitation des stations étudiées

Le choix des stations repose sur un échantillonnage aléatoire stratifié. En fonction de l'hétérogénéité du milieu, nous avons choisi trois niveaux de stratification :

- selon le gradient altitudinal (cédraie de haute altitude, cédraie de moyenne altitude et cédraie de basse altitude) ;
- selon l'orientation (Nord et Sud) ;
- selon la composition en espèces (cédraie pure ou mixte).

L'échantillonnage a été effectué en mois de mai 2017. À l'intérieur du site et de manière représentative du peuplement, des quadrats de **25 x 25m (625m<sup>2</sup>)** ont été délimités. Le site était composé essentiellement de cèdre, mélangé au chêne vert.

Au total 19 stations ont été inventoriées. L'inventaire a porté sur toutes les tiges de la station quel que soit l'espèce et son état (vivant, mort).

### 2.2. Mesures réalisées

Les données récoltées au sein de chaque station sont d'ordre dendrométrique et stationnel.

#### 2.2.1. Données stationnelles

Lors de nos sorties sur le terrain, nous avons noté pour chaque station les paramètres suivants :

- L'altitude obtenue à l'aide d'un GPS et vérifiée sur Google Earth (Fig. 06);
- La pente du terrain, en pourcentage à l'aide du VERTEX III (Fig. 06) ;

- L'exposition à l'aide d'une boussole tenue horizontalement, le dos de l'opérateur face à la pente ;
- La nature du sol, appréciée visuellement (humifère, affleurement rocheux) ;
- Le recouvrement, apprécié visuellement, par la description de l'arrangement des arbres en peuplement dense ou individus isolés.

### 2.2.2. Données dendrométriques et descriptives du peuplement

Les données dendrométriques sont de deux types :

- **Données qualitatives** : comme la forme des tiges, la position sociale de l'arbre (vivant, mort sur pied, abattu) ; les maladies de l'arbre, la présence ou absence du sous-bois, la composition en espèces et les perturbations (coupes, pâturage, incendies et parfois même des perturbations d'origine naturelle) ;
- **Données quantitatives** : hauteur et diamètre de l'arbre, hauteur et diamètre du houppier, la surface terrière ( $m^2/ha$ ), la densité des tiges (tiges/ha).

La hauteur en mètres est mesurée à l'aide du VERTEX III, le diamètre en centimètre est mesuré à l'aide du compas forestier et d'un pied à coulisse pour les semis (Fig. 06).

### 2.3. Traitement des données

Le traitement statistique des données a été fait à l'aide du logiciel Excel et du logiciel **R** version : **R i386 3.2.0.**, à l'échelle des **19** stations nous avons mesuré un total de 1118 tiges toutes espèces confondues dont 626 tiges de cèdre.

Toutes les mesures précédentes ont donné lieu à des analyses de type descriptif ou de type analytique. Les premières concernent la connaissance des ressources existantes. Les secondes visent plutôt à mettre en évidence les relations liant ces paramètres à leurs caractéristiques quantitatives et qualitatives et aux facteurs du milieu. Donc, les résultats de ces analyses nous ont servi à décrire la composition ligneuse, la structure et la dynamique (recrutement, croissance, mortalité) de ces peuplements.

Les individus mesurés dans les différentes stations ont été répartis en classes de diamètre d'amplitude 10cm (Tab.01), en classes de hauteur d'amplitude 05m (Tab.02) et en classe de diamètre du houppier avec une amplitude de .05m (Tab.03). Ces classes ont été ensuite représentées par des histogrammes.

**Tableau 01** : Classes des diamètres retenues.

Dbh (cm)	Classes
< 3,3	<b>A</b>
[3,3- 9,9]	<b>B</b>
[10- 20]	<b>C</b>
[21- 30]	<b>D</b>
[31- 40]	<b>E</b>
[41- 50]	<b>F</b>
[51- 60]	<b>G</b>
[61- 70]	<b>H</b>
>= 71	<b>I</b>

**Tableau 02** : Classes des hauteurs retenues.

H arb (m)	Classes
< 5	<b>H1</b>
[5 - 15[	<b>H2</b>
[15 - 25[	<b>H3</b>
[25 - 35[	<b>H4</b>
>=35	<b>H5</b>

**Tableau 03** : Classes de diamètres du houppier retenues.

Dhp (m)	Classes
< 5	<b>D1</b>
[5 - 10[	<b>D2</b>
[10 - 15[	<b>D3</b>
[15 - 20[	<b>D4</b>
[20 - 25[	<b>D5</b>
>=25	<b>D6</b>

Le recouvrement a été estimé aux trois classes proposé par LONG (1975) in MESTAR (1995) (Tab.04):

- Recouvrement dense : 75 – 100% ;
- Recouvrement assez clair : 50 – 75% ;
- Recouvrement clair : 25 – 50% ;
- Recouvrement très clair : 0 – 25%.

Pour les 19 stations étudiées, les valeurs de recouvrement oscillent entre 25 et 75%.

L'altitude a été répartie en trois classes (Tab.04):

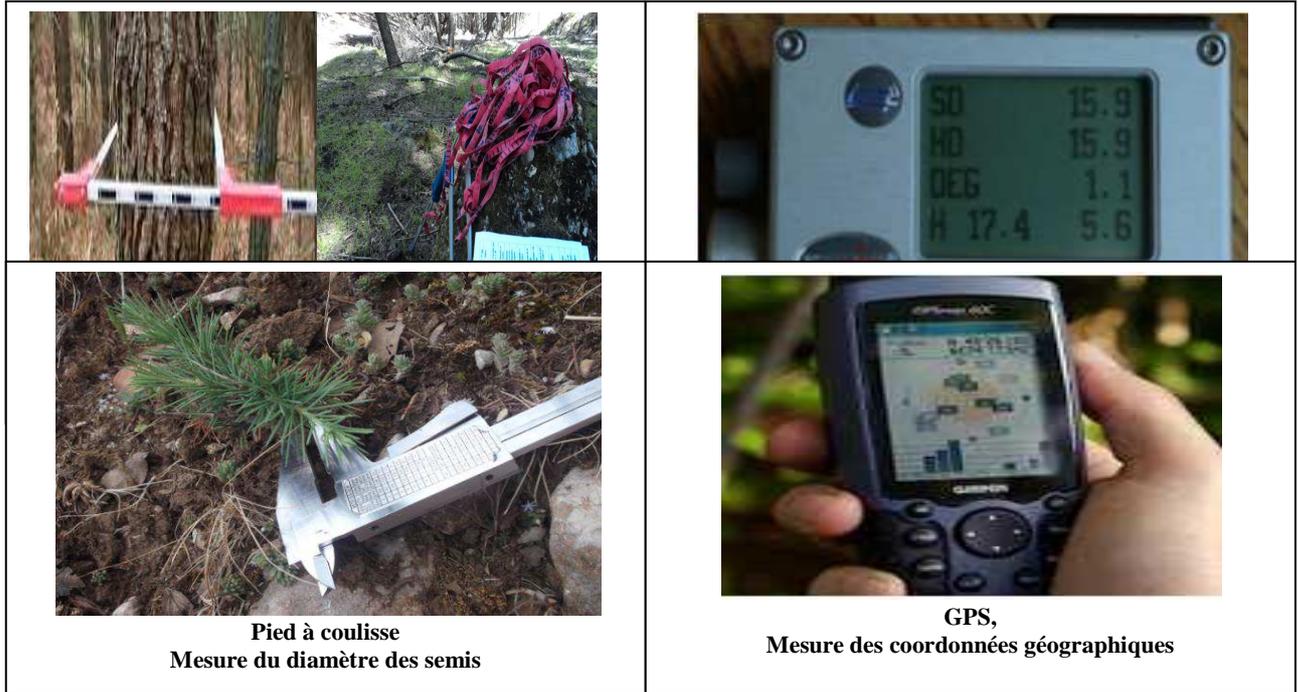
- Basse altitude [1200 -1400[m ;
- Moyenne altitude [1400 -1600[m ;
- Haute altitude à partir de 1600m.

Les pentes ont été classées selon la classification du Ministère des ressources naturelles et de la Faune du Québec (2012), pour les 19 stations étudiées, les valeurs de la pente oscillent entre 15 et 75% (Tab.04).

**Tableau 04**:Répartition des stations d'échantillonnage en fonction des paramètres stationnels.

Paramètre	Variante	Nombre de stations
<b>Pente(%)</b>	Modérée (16 à 30)	3
	Forte (31 à 40)	2
	Excessive (41 et plus)	14
<b>Exposition</b>	Nord	11
	Sud	8
<b>Altitude(m)</b>	Basse [1200 - 1400[	4
	Moyenne [1400 - 1600[	11
	Haute [1600 et plus [	4
<b>Recouvrement (%)</b>	R1 (0 - 25)	2
	R2 (25 - 50)	7
	R3 (50 - 75)	10
<b>Travaux sylvicoles</b>	Présent	8
	Absent	11

Le tableau ci-dessus montre que le nombre des stations n'est pas reparti de manière homogène selon les variantes de chaque paramètre à cause difficultés rencontrées sur le terrain pendant l'échantillonnage.



**Figure 06 :** Les outils de mesure utilisés sur terrain.

# Chapitre III

## Résultats et discussions

## 1. Résultats

### 1.1. Analyse des paramètres dendrométriques du cèdre

Les présents résultats obtenus pour les différentes variables dendrométriques étudiées dans la cédraie sont mentionnés dans le tableau (05).

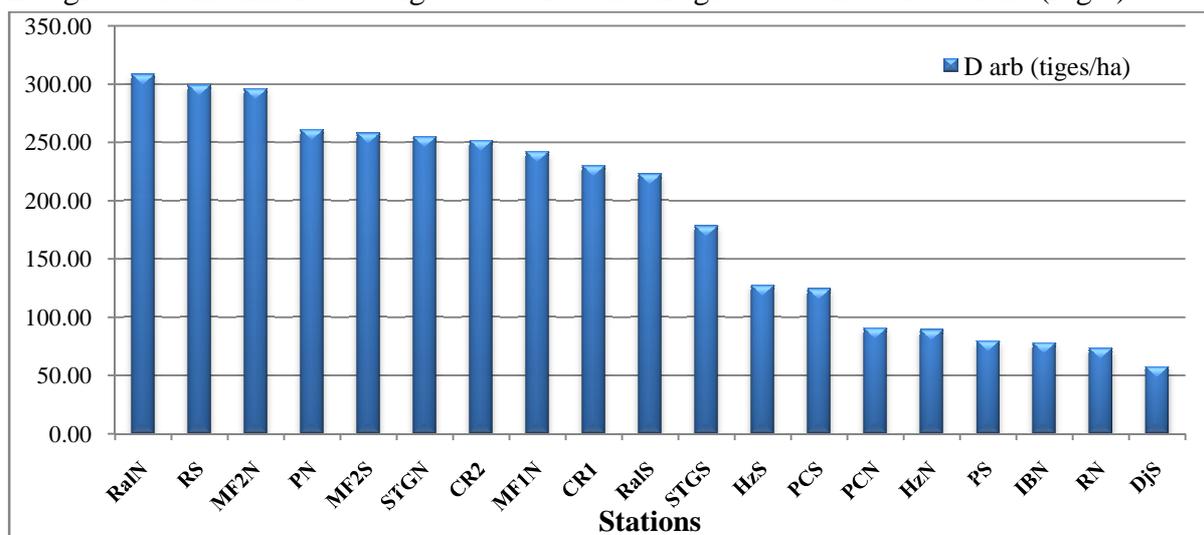
**Tableau05:** Paramètres statistiques sur les variables mesurées sur le cèdre.

Stations	Tala Guilef			
	Moyenne	Ecart-type	Min	Max
<b>D arb (cm)</b>	45.72	59.15	0.50	308.48
<b>H arb (m)</b>	13.85	8.78	0.15	42.70
<b>D hp (m)</b>	6.86	6.60	0.10	17.00
<b>H hp (m)</b>	9.94	7.11	0.10	31.00
<b>Dens (Tiges/ha)</b>	527.11	365.13	114.00	1344.00
<b>G (m<sup>2</sup>/ha)</b>	229,20	263,1793	9,54	1074,42

#### A. Diamètre de l'arbre (D arb) :

Le diamètre de l'arbre varie d'un minimum de **0.50mm** (Pavillon Sud) à un maximum de **308.48cm** (Restaurant altitude Nord) avec une moyenne de **45.72cm** pour les 19 stations (Tab.05).

Les grosseurs maximales des tiges de cèdre sont enregistrées dans trois stations (Fig.7) :



**Figure 7:** Distribution des plus grosses tiges de cèdre de l'atlas.

La répartition des tiges de cèdre par classes de diamètre dans chaque station sont données par la figure (9), qui montre que la classe **A** (semis  $<$  à 3.3 cm de diamètre et  $>$ 15 cm de la hauteur) figure dans huit stations et absente dans les 11 autres stations, avec une densité maximale enregistrée dans la station Reserve Sud de 304 tiges/ha. Elle domine dans 2 stations sur 19.

La classe **B** (diamètre  $\geq$  à 3.3 cm) est présente dans neuf stations et absente dans dix autres stations. Les densités enregistrées pour cette classe vari d'un minimum de 16 tiges/ha à Maison forestier 1 Nord à un maximum de 320 tiges/ha à Reserve Sud.

La classe de diamètre la plus élevée notée « I » correspondant à un diamètre supérieur à ou égale à 75.9 cm est absente dans la station Réserve Nord. Elle est présente dans 18 stations avec des fréquences variables et un maximum de 176 tiges/ha à la station Source Tala Guilef Nord.

Les classes de diamètres intermédiaires(C, D, E, F, E, F, G, H) sont présentes avec des fréquences variables dans les 19 stations (Fig. 9).

Pour ce qui est de la forme de distribution des tiges du cèdre par classe de diamètre, elle est « irrégulière » ou « en dents de scie » dans toutes les stations, à l'exception de la station Restaurant d'altitude Nord où on a une forme régulière.

La figure (8) montre une hétérogénéité de la distribution du diamètre à l'intérieur de chaque station et entre station. Nous remarquons que la majorité des stations contiennent des valeurs de diamètre inférieur à la moyenne 46.16 cm.

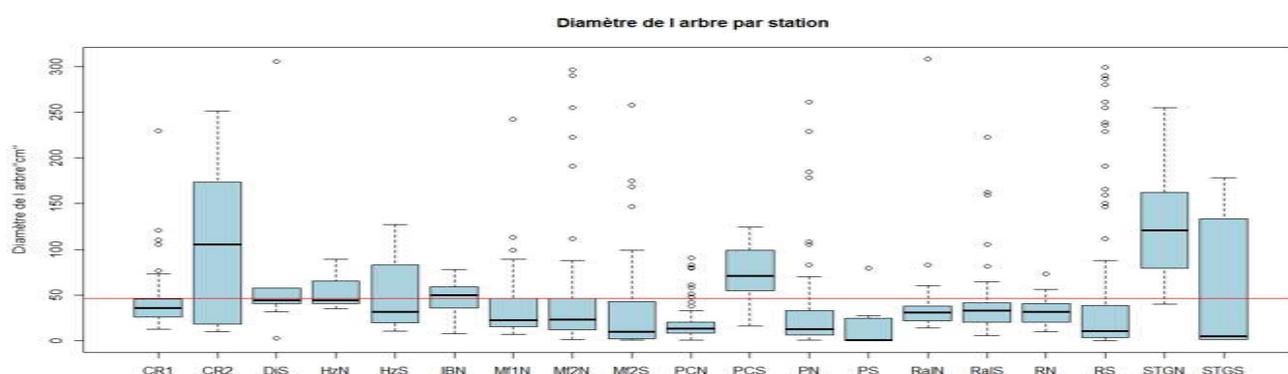


Figure 8 : Boîte à moustache de la distribution du diamètre des tiges de cèdre par station.

Le tableau (06) montre que quelque soit la station, la distribution des diamètres ne suit pas le tracé de la loi normale, et cela est confirmé par le test de SHAPIRO & WILK.

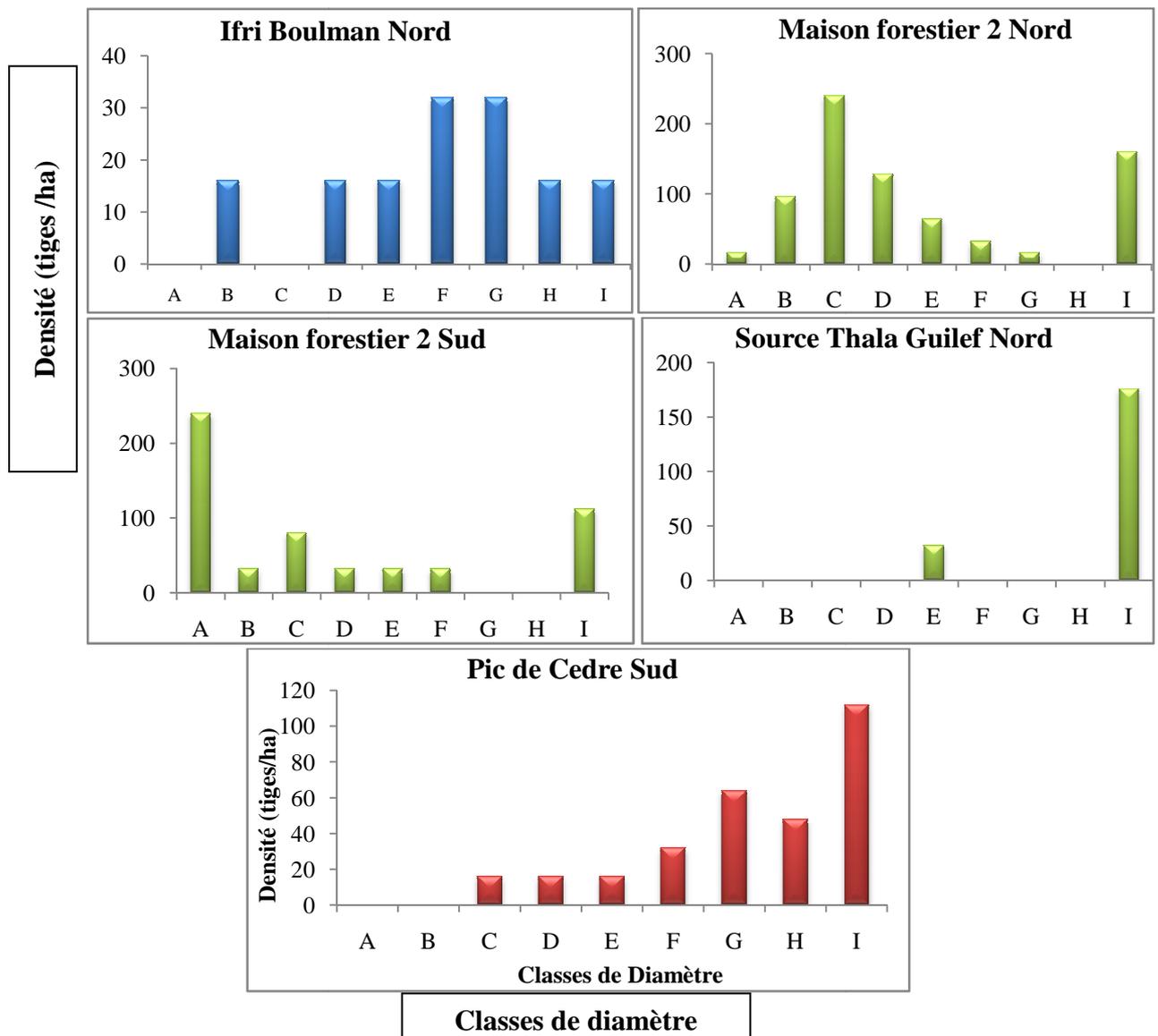
La comparaison des diamètres moyens par le test de Kruskal & Wallis entre les 19 stations, fait apparaître des différences très hautement significatives.

Tableau 06: Résultats des tests de Shapiro et de Bartlett sur toutes les variables dendrométriques de cèdre de l'Atlas (N= nombre des tiges).

Variables	N	Test de Shapiro & wilk		Test de Bartlett		
		W	P-value	$\chi^2$	DDL	P-value
D arb (cm)	626	0,67973	$<2,2 \times 10^{-16}$	318,85	18	$<2,2 \times 10^{-16}$
H arb (m)	626	0,97449	$6,114 \times 10^{-09}$	77,306	18	$2,527 \times 10^{-09}$
D hp (m)	626	0,93703	$4,118 \times 10^{-15}$	78,149	18	$1,803 \times 10^{-09}$
H hp (m)	626	0,9544	$1,249 \times 10^{-12}$	72,954	18	$1,42 \times 10^{-03}$

**Tableau 07 :** Résultats du test de **Kruskal& Wallis** sur les paramètres dendrométriques du cèdre. (N: nombre des tiges).

Variable	N	Test du Kruskal-Wallis		
		DDL	F- observé	Degré de signification
D arb (cm)	626	18	140,5	$< 2,2^{e-16}$
H arb (m)	626	18	293.88	$< 2,2^{e-16}$
H hp (m)	626	18	260.94	$< 2,2^{e-16}$
D hp (m)	626	18	212.65	$< 2,2^{e-16}$



**Figure 9:** Distribution des tiges de cèdre par classes de diamètres dans la région de Tala guilef.

## B. Hauteur de l'arbre du cèdre (H arb) :

La moyenne des hauteurs des tiges de cèdre des 19 stations est de **13,85 m**, avec une hauteur minimale de **0,15 m** enregistrée au niveau du Source Tala Guilef Sud et Pavillon Sud et une hauteur maximale de **42.70m** pour Reserve Nord (Tab.05).

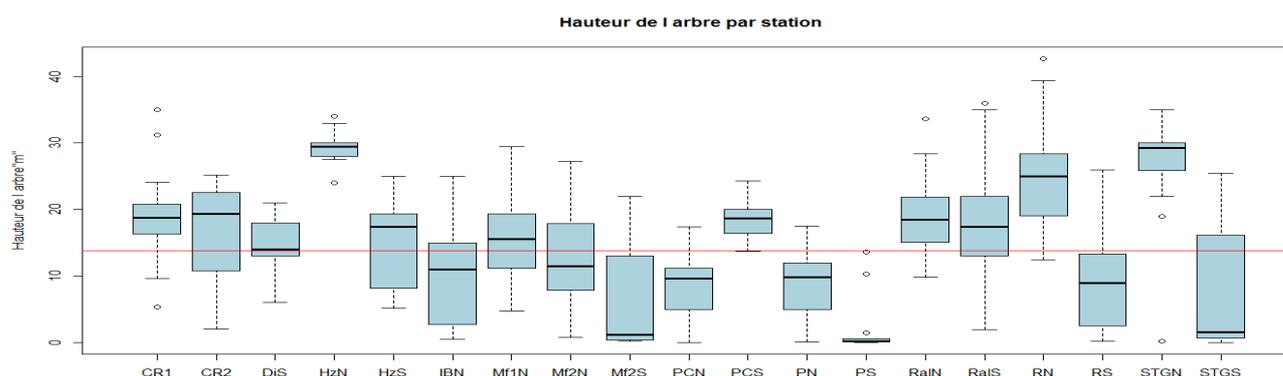
La répartition des tiges de cèdre par classes des hauteurs nous donne un nombre variable de classes allant de 0 à 5 classes selon les stations (figure 11). La classe H1 qui correspond à des valeurs de hauteur inférieure à 5 m est présente dans 12 stations et absence dans les 07 autres stations. Cette classe varie d'un minimum de 16 tiges/ha (à Maison forestier 1 Nord et la Source Tala Guilef Nord) et un maximum de 352 tiges / ha (à la Maison forestier 2 Sud).

Les classes de la hauteur intermédiaires H2, H3 et H4 sont présentes avec des fréquences variables dans les différentes stations.

La classe de hauteur la plus élevée H5 qui correspond à des valeurs supérieures ou égales à 35 m n'est retrouvée que dans quatre station sur les 19, avec des fréquences variables allant d'un minimum de 16 tiges/ ha (Chemin royal 1 et Source Tala guilef Nord) à un maximum de 48 tiges/ha (Reserve Nord et Restaurant d'altitude Sud).

Pour ce qui est de l'allure de distribution des tiges du cèdre par classe de la hauteur, elle est « irrégulière » ou « en dents de scie » dans toutes les stations à l'exception de la station d'Ifri Boulman Nord, Reserve Sud, Chemin Royal 1, Maison forestier 1Nord, Restaurant altitude Nord, Restaurant altitude Sud qui sont régulières.

La figure (10) montre une hétérogénéité dans la distribution des hauteurs entre les 19 stations et à l'intérieur de chaque station à l'exception des stations Chemin Royal 1, Maison forestier 1Nord, Restaurant altitude Nord et Restaurant altitude où on a des distributions homogènes pour ce paramètre.



**Figure 10:** Boîte à moustache de la distribution des hauteurs des tiges de cèdre par Station.

Le tableau (06) montre que quel que soit la station, la distribution des hauteurs ne suit pas le tracé de la loi normal, et cela est confirmé par le test de SHAPIRO & WILK

Le tableau (07) de la comparaison de hauteurs moyennes par le test de Kruskal & Wallis montre des différences très hautement significatives entre les 19 stations.

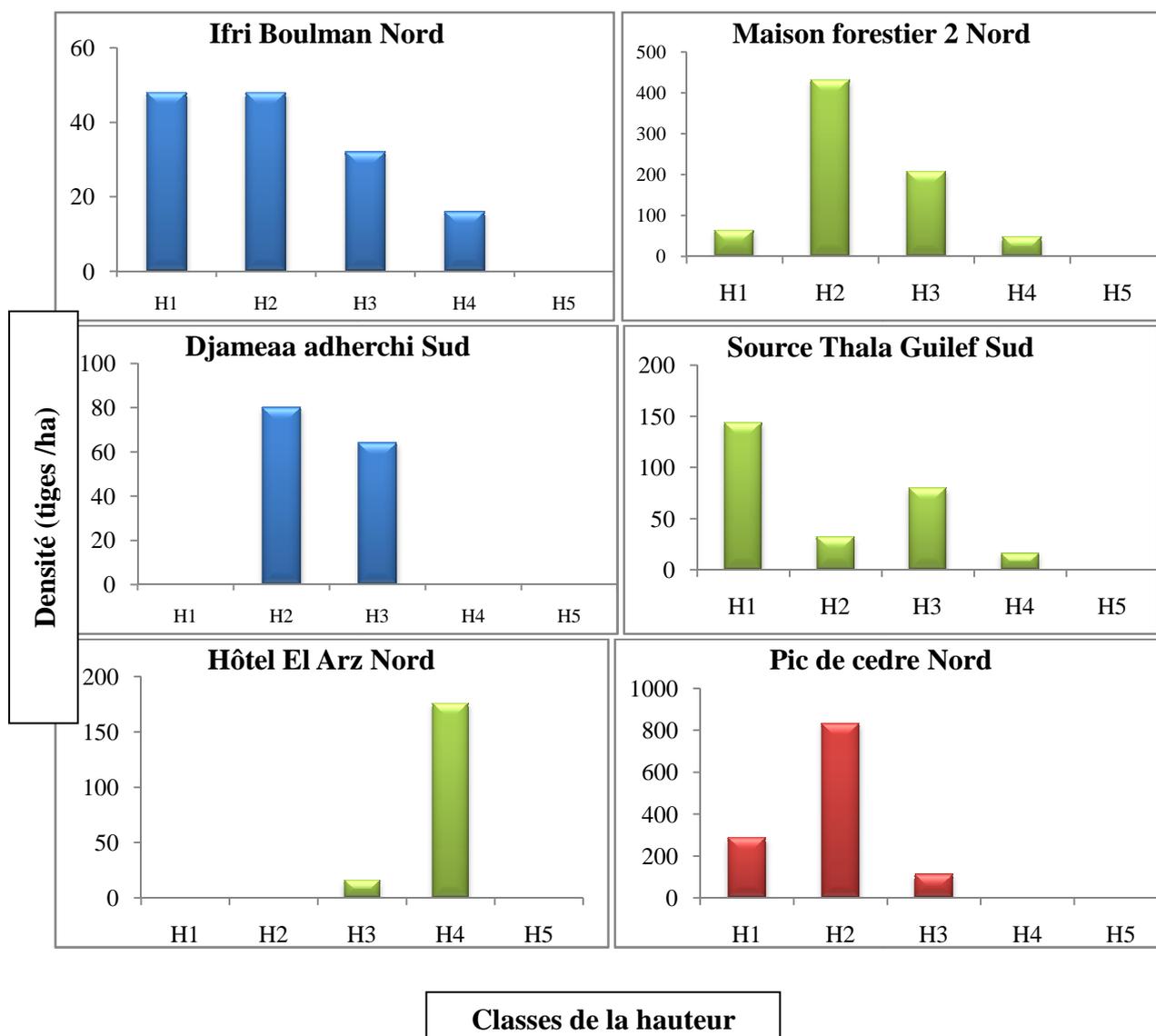


Figure 11 : Distribution des tiges de cèdre par classes de hauteur dans la région de Tala Guilef.

### C. Hauteur du houppier (H hp) :

La moyenne générale enregistrée pour la hauteur du houppier des tiges de cèdre est de **9.94** m. Elle varie d'un minimum de **0.15** m à Pavillon Sud à un maximum de **31.00** m à Chemin Royal 1 (Tab. 05). Le coefficient de variation de **71.60** % ce qui reflète une importante hétérogénéité.

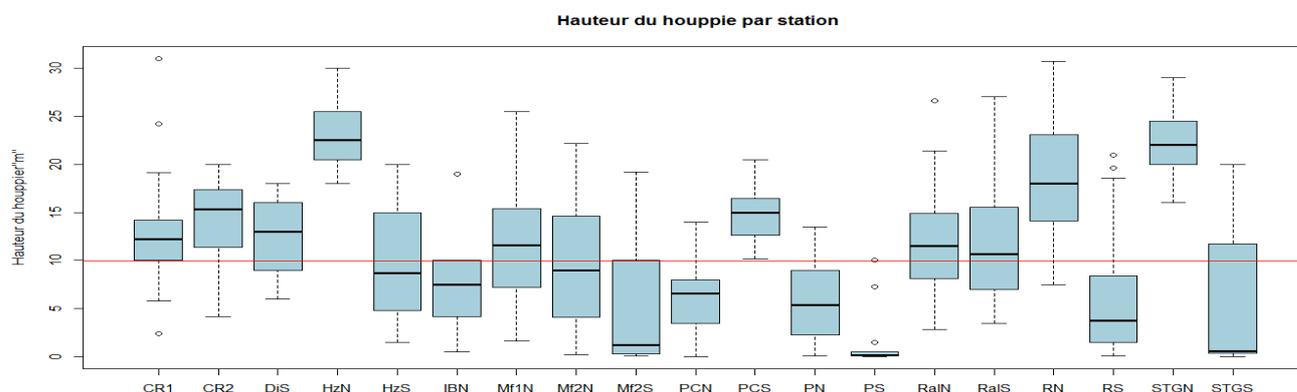
La répartition des tiges de cèdre par classes de la hauteur du houppier dans chaque station est donnée dans la figure (13). Le maximum de classe observé est de 4 pour 3 stations (Chemin Royal 1, Maison forestier 1 Nord et Restaurant d'altitude Nord et Sud), le minimum est de 2 classes pour 7 stations sur 19.

La classe de faible hauteur notée H1 est présente dans 13 stations sur 19 avec un minimum de 16 tiges/ha à deux stations Chemin Royal 1 et 2 et un maximum de **800** tiges/ha à Reserve Sud.

La classe la plus dominante dans la majorité des stations est la classe H2 qui correspond à une valeur de 5 à 15 m. Elle est présente dans 17 stations sur 19 avec un minimum de 32 tiges/ha à Pavillon Sud.

La classe la plus élevée H5 qui correspond à une valeur supérieure ou égale à 35 m de hauteur du houppier est absente dans toutes les stations étudiées.

D'après la figure (12) nous constatons qu'il y'a une hétérogénéité apparente dans la distribution de la hauteur du houppier des tiges de cèdre par station, et une homogénéité de distribution des hauteurs à l'intérieur de quelques stations : Chemin Royal 1, Djameaa adherchi Sud, Ifri Bouleman Nord, Maison forestier 1Nord, Maison Forestier 2 Nord, Pavillon Nord, Restaurant altitude Nord et Source Tala Guilef Nord.



**Figure 12:** Boîte à moustache de la distribution de hauteur du houppier des tiges de cèdre par Station.

Le tableau (06) montre que quelque soit la station, la distribution des hauteurs des houppiers ne suit pas le tracé de la loi normale, et cela est confirmé par le test de SHAPIRO & WILK.

La comparaison des moyennes des hauteurs des houppiers par le test de Kruskal & Wallis montre des différences très hautement significatives entre les 19 stations (Tab.07).

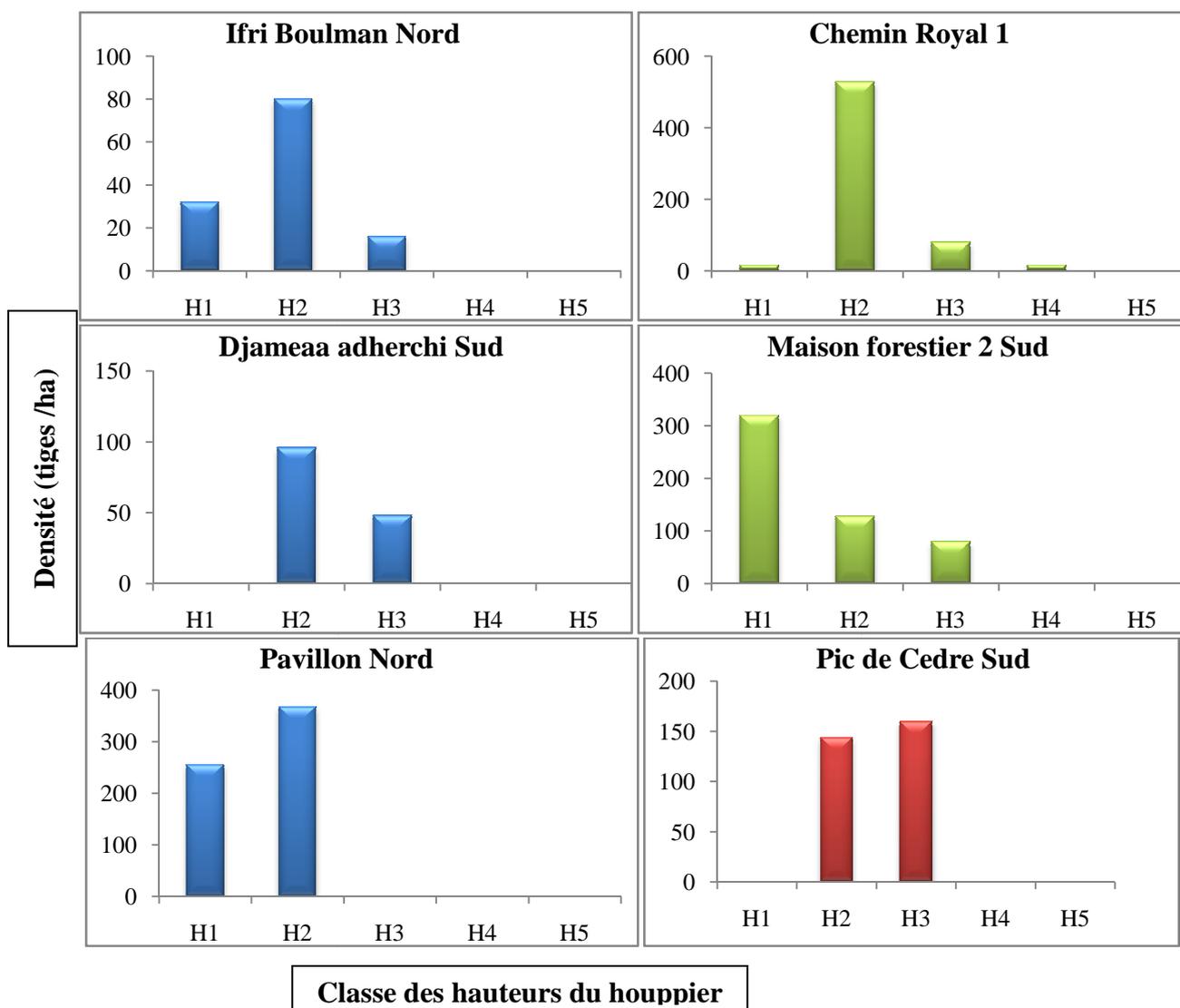


Figure 13 : Distribution des tiges de cèdre par classes de hauteur du houppier dans la région de Tala Guilef.

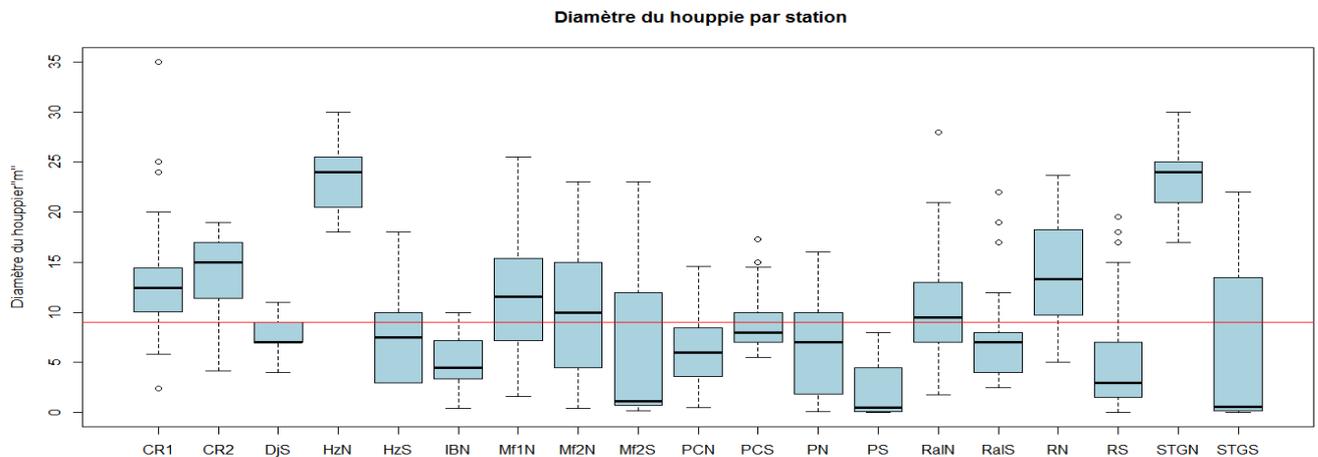
#### D. Diamètre du houppier

Le diamètre du houppier des tiges de cèdre est en moyenne de **6.86** m avec un minimum de **0.1**m pour Pavillon Nord et Sud et un maximum de **17** m pour la station Reserve Sud (Tab.05).

La répartition des tiges de cèdre par classes de diamètre du houppier dans 19 stations est donnée par la figure (15), qui montre qu'il ya présence de 5 à 6 classes dans la plus part des stations à l'exception des stations Source Tala guilef Nord et Hôtel El Arz Nord on a des valeurs de diamètre du houppier qui présente dans les grande classes de diamètre allant 15m à plus de 25m (D4, D5 et D6).

Dans Trois autres stations (Djameaa adherchi Sud, Pavillon Sud et Pic de cèdre Nord) nous avons remarqué la présence uniquement des trois premières classes de diamètre du houppier (D1, D2 et D3)

La figure (14) montrent une hétérogénéité dans la distribution de diamètre du houppier entre les 19 stations et à l'intérieur de chaque station à l'exception de la station de Pic de cèdre Nord, la Maison forestier 2 Nord et chemin Royal 1 qui caractérise par une homogénéité à l'intérieur de cette station.



**Figure 14:** Boîte à moustache de la distribution de diamètre du houppier des tiges de cèdre par Station.

Après le tableau (06) montrent que quelque soit la station, la distribution des diamètres des houppiers des tiges de cèdre ne suit pas le tracé de la loi normale, et cela est confirmé par le test de Shapiro. Et les valeurs des p-value sont inférieure à 5% donc les variances des données ne sont pas égales, cela qui confirmé par le test de Bartlett.

Le tableau (07) ci-dessous qui a donné les résultats de test de Kruskal-Wallis qui a montré des différences très hautement significatives pour le diamètre du houppier des tiges dans la région Tala guilef.

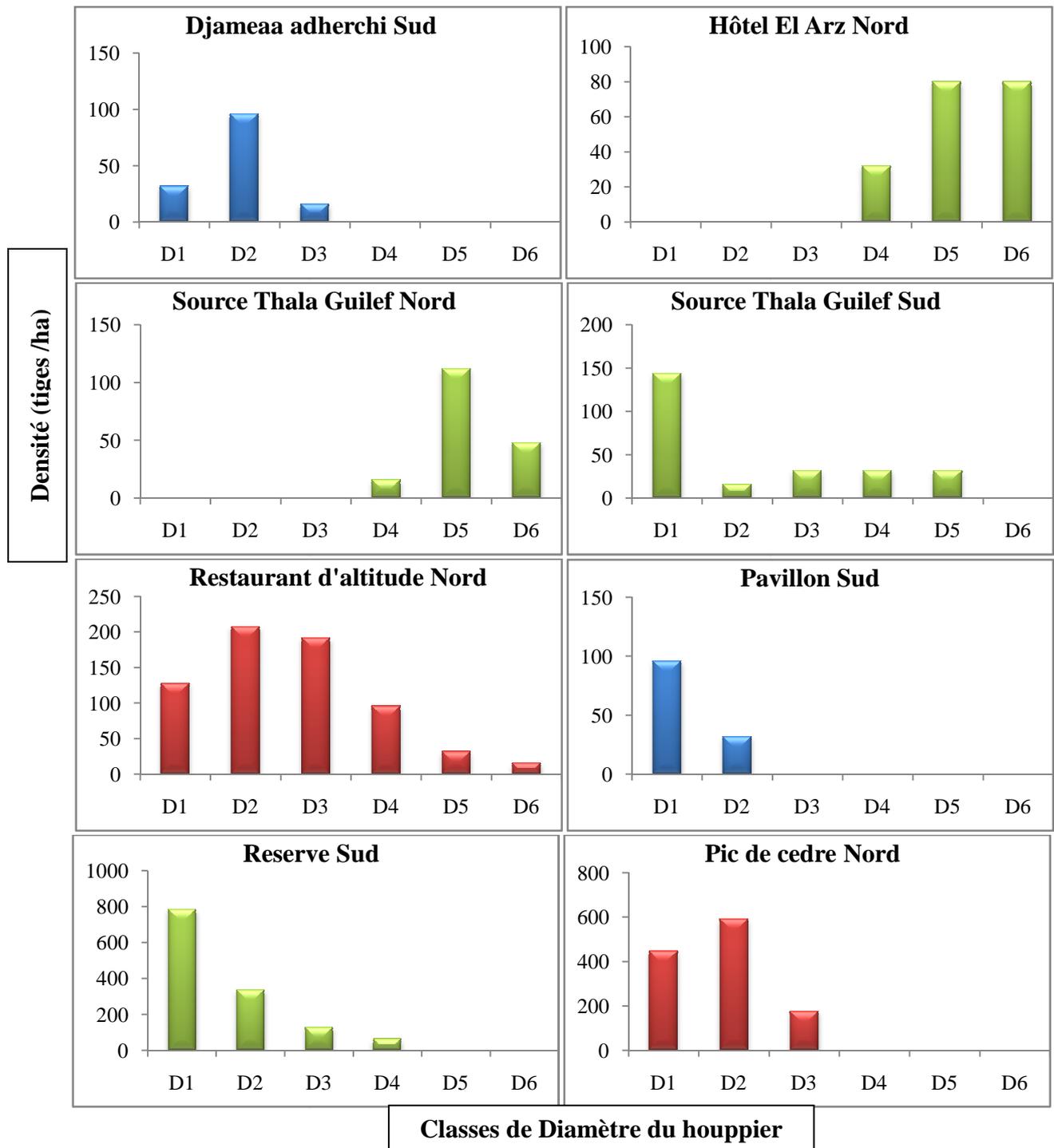
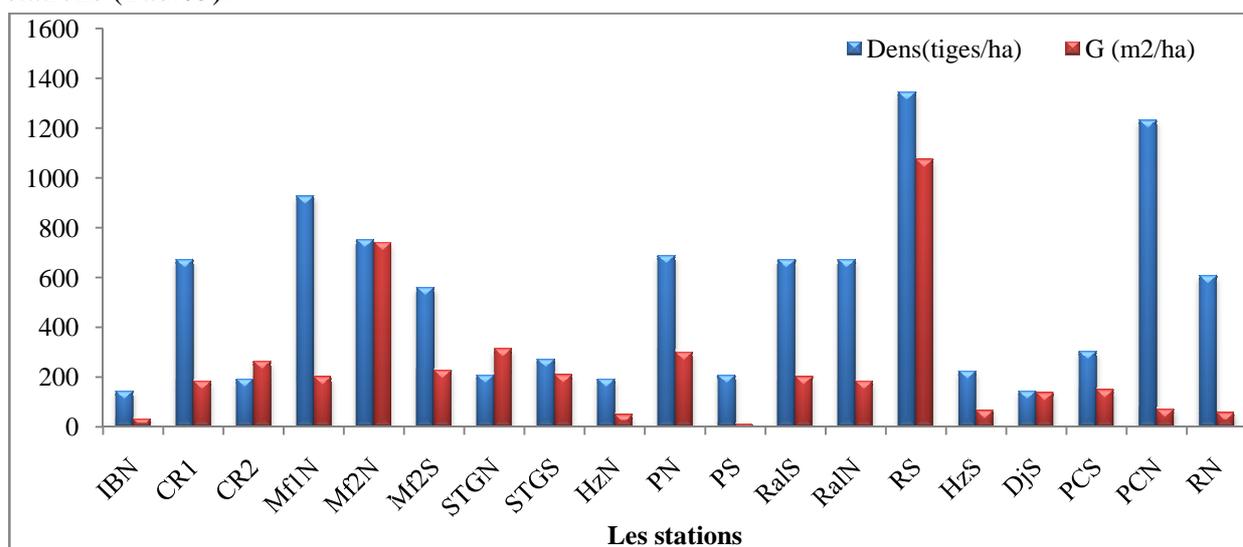


Figure 15 : Distribution des tiges de cèdre par classes de diamètre du houppier dans la région de Tala Guilef.

**E. Densité et la surface terrière des tiges de cèdre de l'atlas**

La moyenne de la densité des tiges de cèdre des 19 stations est de **527.11** tige/ha, avec un minimum de **144 tige/ha** enregistrée au niveau du Djameaa adherchi Sud et Ifri Boulmanet un maximum de **1344 tige/ha** pour Reserve Sud (Tab.05).

La surface terrière des tiges de cèdre est variée d'un minimum de **9.54 m<sup>2</sup>/ha** (Pavillon Sud) à un maximum de **1074.42 m<sup>2</sup>/ha** (Reserve Sud) avec une moyenne de **299.20m<sup>2</sup>/ha** pour les 19 stations (Tab.05).



**Figure 16:** Distribution des tiges de cèdre de la densité et la surface terrière par station.

D'après la figure (16), la station Reserve Sud possède la densité la plus élevée et la surface terrière la plus importante respectivement **1344** tiges/ha et **1074.42** m<sup>2</sup>/ha.

Les valeurs de densité les plus faibles sont enregistrés pour les stations Ifri Boulman Nord et Djameaa adherchi Sud avec **144** tiges/ha, et la surface terrière le plus faible est enregistré dans la station Pavillon Sud avec **9.54** m<sup>2</sup>/ha. Les densités des 19 stations se distribuent en 5 classes avec des fréquences variables (Tab. 08).

**Tableau 08 :** La distribution des stations par les classes de la densité des tiges de cèdre dans la région de Tala guilef.

Classe du nombre de tiges	Nombre de stations	Fréquence relative (%)
< 200	4	21,05
[200-400[	5	26,32
[400-600[	1	05,26
[600-800[	6	31,58
>800	3	15,79
	19	100

### 1.2. Effet de l'exposition sur les paramètres dendrométriques

La boîte à moustache de la figure (17) montre une hétérogénéité dans la distribution des paramètres dendrométriques (diamètre et hauteur de l'arbre, diamètre et hauteur du houppier) entre les deux versants Nord et Sud et aussi à l'intérieur de chaque versant pour le paramètre diamètres de l'arbre. Ce qui confirme que le facteur exposition influe sur la distribution de diamètre des tiges.

### 1.3. Effet de la composition sur les paramètres dendrométriques

La distribution des paramètres dendrométriques étudiés selon la composition révèle une hétérogénéité apparente entre deux types de peuplements (pur et mixte) et à l'intérieur de chaque type (Fig. 18).

Le facteur composition influe sur la distribution de différentes paramètres mesures à la région de Tala guilef.

### 1.4. Effet de l'altitude sur les paramètres dendrométriques

La distribution de différents paramètres dendrométriques selon l'altitude (Fig. 19) montre une hétérogénéité entre les trois niveaux considérés et à l'intérieur de chaque niveau à l'exception de la hauteur et hauteur du houppier qui présente une homogénéité de distribution respectivement à la haute et moyenne altitude.

Le facteur altitude influe sur la distribution des paramètres dendrométriques dans la région de Tala guilef.

## 1.5. Etudes des relations entre les différentes variables dendrométriques

### 1.5.1. Corrélations à l'échelle de la station

#### a. Corrélation hauteur-diamètre de l'arbre

Pour la cédraie de Thala Guilef, à l'exception des stations Maison forestier sud et Maison forestier 1 Nord qui présente un lien faible entre ces deux paramètres mesurés avec respectivement des valeurs de  $R^2$  de l'ordre de 0.456 et 0.311, la hauteur de l'arbre n'est pas liée au diamètre dans la majorité des stations. Tandis qu'il ya un lien fort entre les deux paramètres dans la station Source Tala Guilef Sud avec  $R^2$  de 0.847 (Fig. 20).

Le lien entre la hauteur de l'arbre et le diamètre de l'arbre est très fort pour des valeurs de diamètre inférieur à 50 cm et des valeurs de hauteur avoisinant les 30 m dans 12 stations parmi les

19 étudiant. Au-delà de ces deux seuils, le lien diminue au niveau de toutes les stations ce qui est dû à la présence de sujets tronqués et tabulaires.

### 1.5.2. Corrélation entre les variables mesurées sur le cèdre dans la région de Tala guilef

L'examen de la matrice de corrélation (Tab.09) montre bien que les niveaux de signification sont différents d'une variable à l'autre.

**Tableau 09 :** Matrices de corrélation entre les paramètres mesurés sur les tiges de cèdre dans la région de Tala guilef.

Variables	Dens	Surft	Darb	Harb	Hhp	Dhp
<b>Dens</b>	<b>1</b>					
<b>Surft</b>	-0,030	<b>1</b>				
<b>Darb</b>	-0,141	<b>0,943</b>	<b>1</b>			
<b>Harb</b>	-0,280	0,108	0,284	<b>1</b>		
<b>Hhp</b>	-0,271	0,087	0,261	<b>0,960</b>	<b>1</b>	
<b>Dhp</b>	-0,224	0,106	0,263	<b>0,862</b>	<b>0,903</b>	<b>1</b>

*Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification  $\alpha=0,05$*

La matrice de corrélation (Tab.09) établie pour 06 variables met en évidence une corrélation très hautement significative entre la surface terrière et le diamètre des tiges ( $r=0,943$ ).

La hauteur de l'arbre présente une corrélation très hautement significative avec le diamètre du houppier ( $r=0,862$ ) et la hauteur du houppier ( $r=0,960$ ).

Une corrélation très hautement significative est obtenue aussi entre la hauteur du houppier et le diamètre du houppier ( $r=0,903$ ).

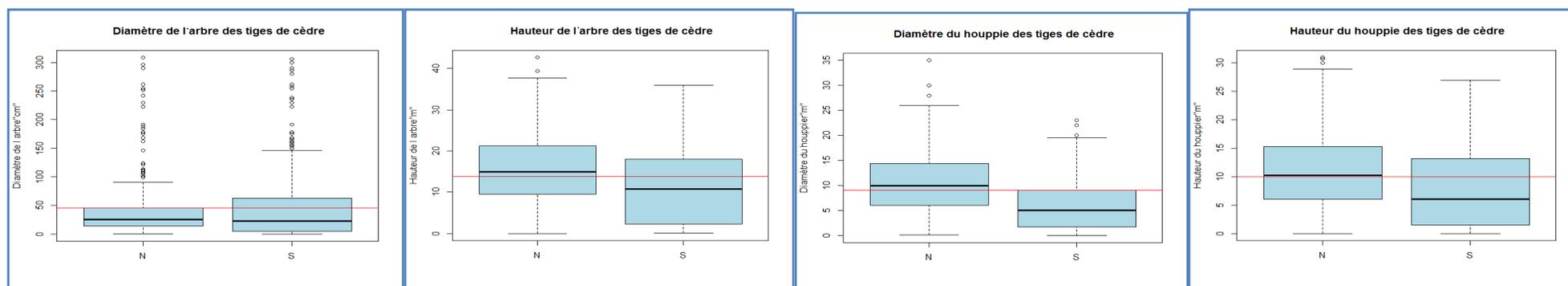


Figure 17 : Boîtes à moustaches de la distribution des paramètres dendrométriques selon l'exposition.

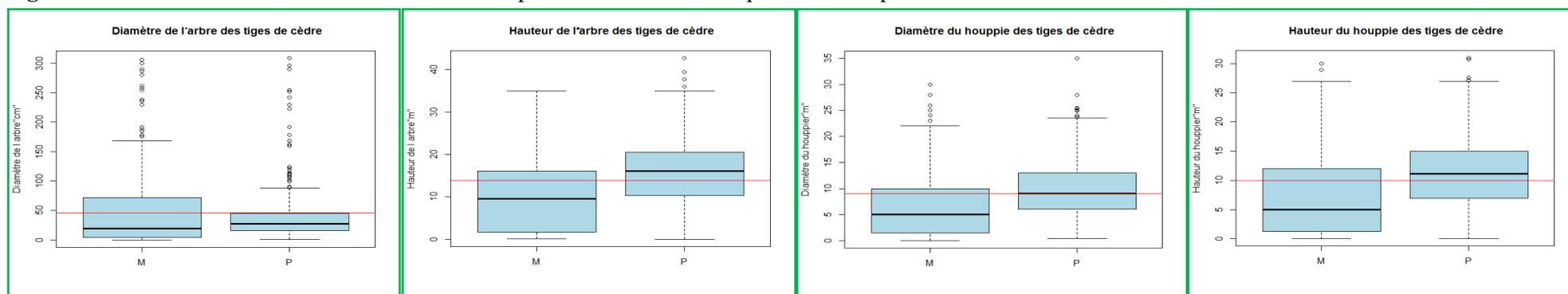


Figure 18 : Boîtes à moustaches de la distribution des paramètres dendrométriques selon la composition.

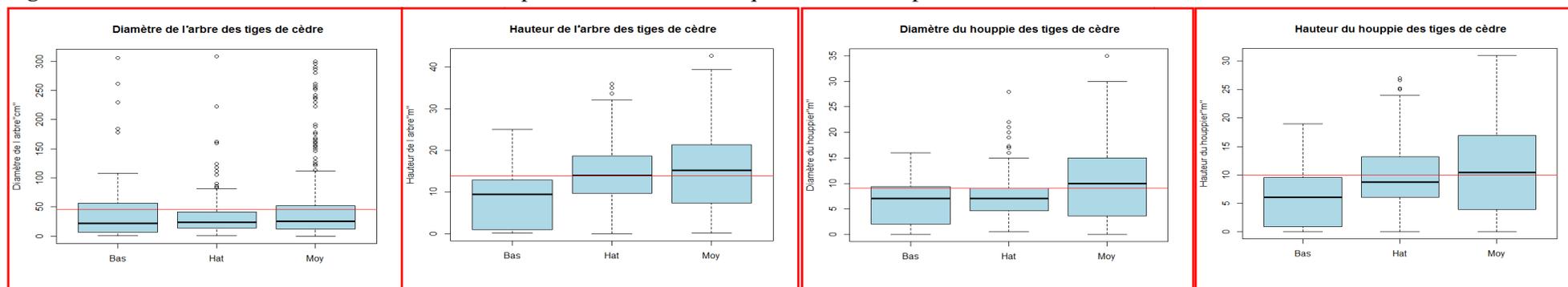


Figure 19: Boîtes à moustaches de la distribution des paramètres dendrométriques selon l'altitude.

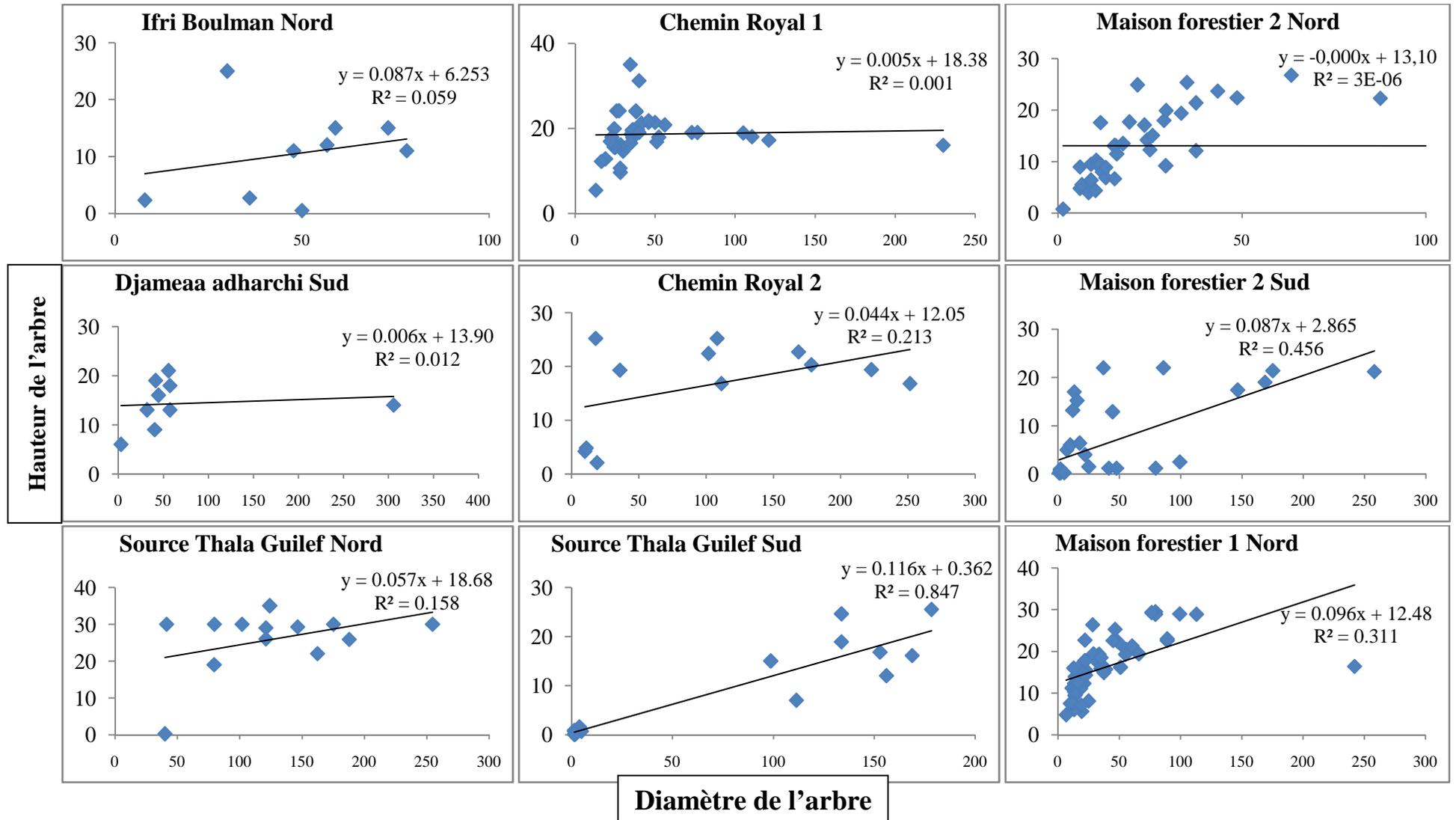


Figure 20 (a): Corrélation entre la hauteur et le diamètre des tiges de cèdres de la région Tala Guilf

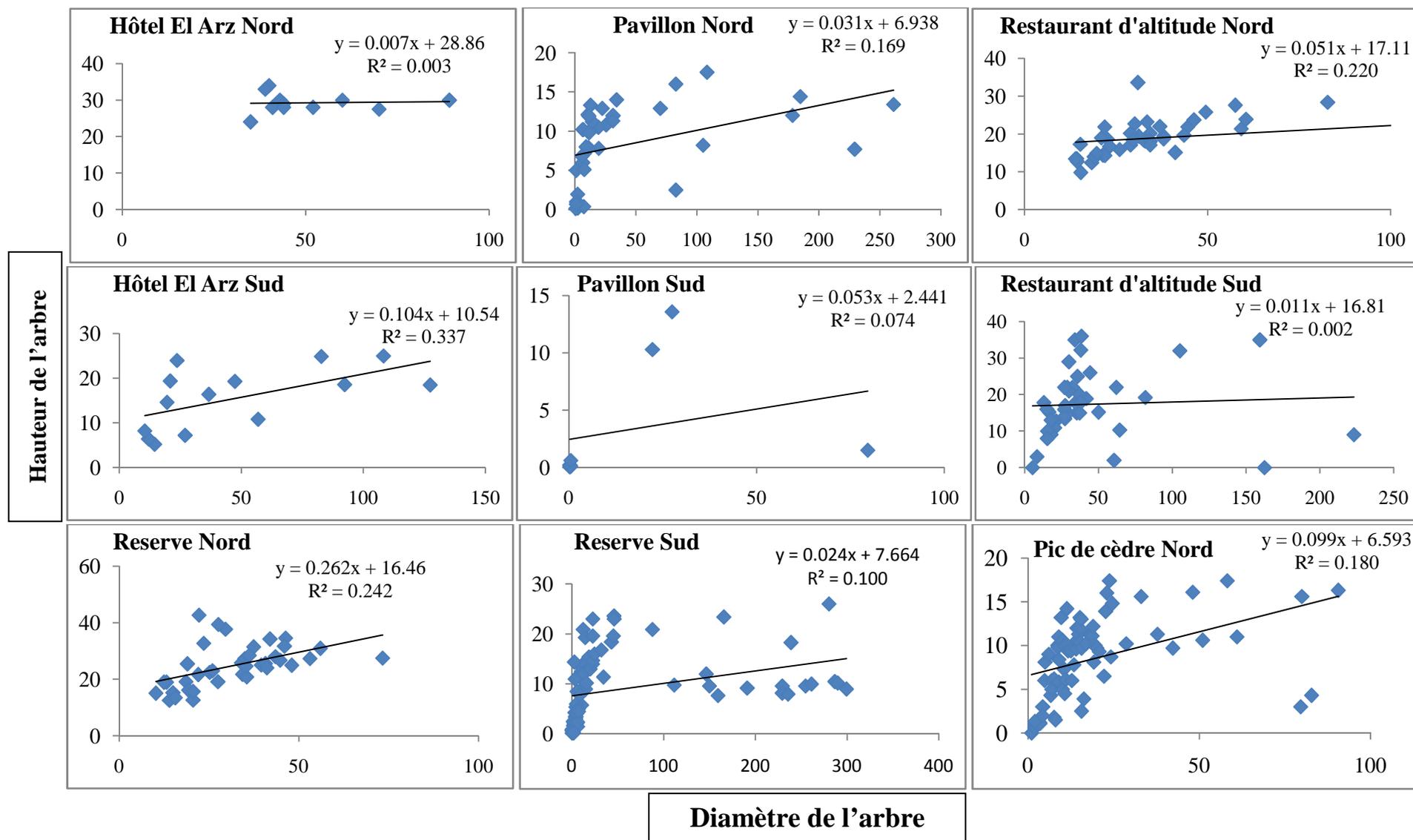
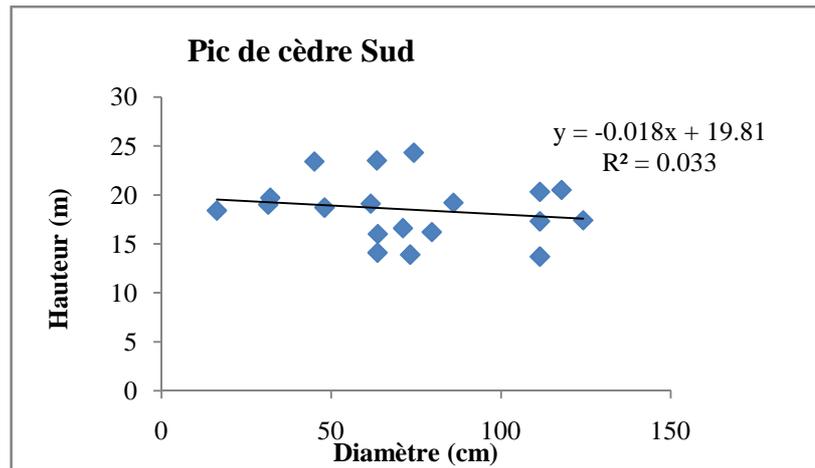


Figure 20 (b): Corrélation entre la hauteur et le diamètre des tiges de cèdres de la région Tala Guiléf.



**Figure20 (c):** Corrélation entre la hauteur et le diamètre des tiges de cèdres de la région Tala Guilef.

## 2. Discussion

Les résultats de l'étude de la composition en espèces ont révélé que le cèdre domine dans toutes les stations, à l'exception de la station Ifri Boulman Nord et de Pavillon Sud de la station Hôtel El Arz Sud où on a la présence du chêne vert (*Quercus ilex*), de la cytise (*Cytisus triflorus*) au niveau et de la station Djameaa adharchi Sud où on a la forte présence de l'érable de Montpellier (*Acer monspessulanum*).

La composition en espèces a beaucoup d'influence sur la structure d'un peuplement (Mc.ELHINNY *et al* 2005).

La répartition de ces espèces est fonction de trois paramètres essentiels l'altitude, l'exposition et la composition est comme suit:

- A basse altitude, le peuplement est limité par une formation mixte où le chêne vert est dominant.
- En moyenne altitude et en haute altitude, le cèdre domine avec la présence de quelques pieds de chêne vert qui se raréfient en montant en altitude (Pic des cèdres nord et Sud).

D'autres caractéristiques du milieu physique (dépôt, drainage, topographie, relief, climat) influencent aussi la composition des peuplements et pourraient également affecter leur structure ou encore la rapidité avec laquelle ils changent de structure (LINDENMAYER *et al* 1999, BEBI *et al* 2001 in BOUCHER & al 2003).

Le diamètre moyen du cèdre de Tala-Guilef est de **45,72cm** correspondant à une circonférence moyenne de **1,43 m**. Ce résultat est supérieur à ceux obtenus par AMIRAT (2016) à Tala-Guilef (**0,61m**) et à Thabourth el Inser (**1,25m**), par HADOUCHI & MECHERI (1993) à Tikjda (**1,29m**) et RABHI &al. (2014) pour le reboisement de Tirourda (**0,70m**), tandis qu'il est inférieur aux résultats obtenus par NEDJAH (1988) à Chréa (**1,62m**), ZEDEK (1993) à Thniet El Had (**1,45m**) et YOUNES (1993) à Tala-Guilef (**1,55m**).

Cette valeur du diamètre résulte de la faible présence des plus jeunes tiges (< 10 cm) dans la plupart des stations (présente dans 8stations et absente dans les 11 autres) surtout au niveau des stations de l'horizon inférieur du cèdre qui sont soumises au pâturage et au piétinement à l'exemple de la station Djameaa Adherchi, qu'on retrouve à proximité d'une source appelée Djameaa Adherchi qui est fréquentée tout au long de l'année. Et aussi dans les stations de moyenne altitude à fort taux de recouvrement [50-75%] (Chemin Royal1 et 2, Source Tala-Guilef Nord, Hôtel El Arz Nord) caractérisées par l'absence totale des plus jeunes tiges.

Cette valeur peut aussi résulter de la différence de méthodes d'échantillonnages utilisées, du fait qu'on a mesuré même les plus jeunes tiges <10cm de diamètre.

Selon M'HIRIT (2006), quand l'ouverture du peuplement est importante, l'élévation de température provoque le dessèchement des semis. De même que le pâturage constant produit généralement à un tassement du sol, empêchant la germination des graines et la pénétration des racines des semis dans le sol deviennent plus difficile. Car les semis de cèdre exigent préférentiellement des sols poreux et aérés à texture légère qui améliore la croissance racinaire et permet aux plantules d'échapper à la dessiccation des horizons superficiels (DERRIDJ, 1990).

Nos résultats concordent avec ceux de AMIRAT (2016) concernant le diamètre des tiges à moyenne et basse altitude, et différent de ceux obtenus par cette auteure en haute altitude.

Les arbres de gros diamètres ( $\geq 75.9$  cm) sont bien représentés dans la plupart des stations quelque soit l'exposition, le type de peuplement et l'altitude avec des densités de 176 tiges/ha à la station Source Tala-Guilef Nord. Tandis que cette classe est absente dans la station Reserve Nord située en moyenne altitude et caractérisée par un taux de recouvrement élevé (50-75%), ce qui a créé une forte concurrence pour la lumière favorisant la croissance en hauteur des tiges.

Des hauteurs maximales de **42,70** et **36 m** ont été mesurées respectivement au niveau de deux stations (Reserve Nord et Restaurant d'altitude Sud) caractérisées par une pente excessive. Elles sont très élevées par rapport aux autres stations.

Les hauteurs totales des arbres d'un peuplement et leurs diamètres, ne sont pas distribuées au hasard ; leur arrangement global est le résultat d'une lutte pour l'existence et la lumière ainsi que d'un dynamisme interne qui traduit l'interaction entre les individus et l'écosystème.

La hauteur varie en fonction de la vigueur des individus. Ainsi, les arbres juvéniles ont tendance à croître plus rapidement en hauteur afin d'atteindre la lumière (RIERA & al. 1990).

Selon AUSSÉNAC & al. (1981), la croissance en hauteur de l'arbre peut être interprétée comme le résultat de l'interaction entre le génotype et les conditions écologiques et parmi elles les facteurs climatiques et microclimatiques.

Dans l'ensemble, la hauteur moyenne des stations exposées au Nord est plus importante que celle des stations exposées au sud vu que l'exposition Nord, d'une manière générale, est plus arrosée que l'exposition Sud.

La densité moyenne des tiges de cèdre des 19 stations est de **527.11** tiges/ha, avec un minimum de **144 tige/ha** à Djamaa adherchi Sud et Ifri Boulman et un maximum de **1344 tiges/ha** à Reserve Sud.

La densité moyenne des tiges est de 720 tiges/ha pour les stations de hautes altitudes, de 541 tiges/ha pour les stations de moyenne altitude et seulement de 296 tiges/ha pour les stations de basse altitude. Nos résultats sont proches de ceux obtenus par AMIRAT (2016) : 924 tiges/ha en haute altitude, de 455 tiges/ha en moyenne altitude et 190 tiges/ha en basse altitude.

Pour les stations de haute altitude le facteur pente (70%) rend le milieu moins accessible pour les animaux et/ou pour l'homme ce qui a favorisé l'installation du cèdre. A l'opposé des stations de basses altitudes qui sont fortement exposées au pâturage et au piétinement.

Selon M'HIRIT *et al.* (2006), à haute altitude et sur les versants bien arrosés, une ouverture accentuée des peuplements sera bénéfique pour élever suffisamment la température, permettre la germination des graines et favoriser la photosynthèse des semis.

Les résultats ont révélé aussi que la densité du cèdre varie à l'intérieur d'une même gamme d'altitude. Cette variation peut être le résultat de l'effet d'autres facteurs non mesurés.

En ce qui concerne les surfaces terrières obtenues dans ce travail, elles ont montré une forte variabilité, conséquence de la fluctuation dans les distributions des tiges par catégorie de diamètre dans les 19 stations étudiées.

La moyenne de la surface terrière des tiges de cèdre est de **299.20m<sup>2</sup>/ha** avec un minimum de **9.54 m<sup>2</sup>/ha** (Pavillon Sud) et un maximum de **1074.42 m<sup>2</sup>/ha** (Reserve Sud).

La station de Reserve Sud a aussi une surface terrière importante, ce qui est peut être lié d'une part au nombre élevé des tiges de cèdre (1344 tiges/ha) et d'autre part, au fait que plus de 30% des tiges de cette station présentent des diamètres  $> 50$  cm.

La densité la plus élevée a été enregistrée au Reserve Sud (1344 tiges/ha) à laquelle correspond une surface terrière moyenne de l'ordre de  $299,20 \text{ m}^2/\text{ha}$ . Cette valeur pourrait s'expliquer par le pourcentage élevé des petites tiges (diamètre  $< 10$  cm).

Les plus faibles surfaces terrières ont été enregistrées au niveau des stations de moyenne altitude (Pavillon Sud) ce qui peut être lié d'une part au nombre faible de tiges dans ces stations et d'autre part à la proportion élevée (70 et 80%) des petites tiges (diamètre  $< 10$  cm).

# *Conclusion Générale*

## Conclusion

L'objectif principal de notre travail est l'étude de la structure des peuplements à *Cedrus atlantica* dans la cédraie de Tala-Guilef au Djurdjura Nord-ouest.

Pour ce faire un échantillonnage du matériel sur pied a été réalisé dans 19 stations réparties selon : l'altitude (basse, moyenne et haute altitude), l'orientation (exposition Nord, exposition Sud) et la composition (cédraie pure, cédraie mixte).

Au total 626 tiges de cèdre ont été mesurées pour 4 paramètres dendrométriques (hauteur et diamètre des tiges, hauteur et diamètre du houppier).

Les résultats obtenus ont révélé que le diamètre moyen oscille entre **0,50** et **308,49** cm ; la hauteur moyenne varie de **0,15** à **42,70m**; la hauteur du houppier varie de **0,10** à **31m** ; le diamètre du houppier varie de **0,10** à **17m** ; la densité et la surface terrière varient respectivement de **114** à **1344 tige/ ha** et de **9,54** à **1074,42 m<sup>2</sup>/ha**.

Bien que les 19 stations étudiées appartiennent à la même forêt et soumises au même climat local, nous avons trouvé des différences selon les paramètres pris en compte : topographie (altitude, pente, orientation), densité et type de couvert en combinaison avec le facteur anthropique.

Dans les peuplements plus serrés (fortes densités), le cèdre a tendance à développer sa croissance en hauteur, conséquence d'une compétition interspécifique pour le facteur lumière et d'un dynamisme interne qui traduit l'interaction entre les individus et l'écosystème. Ces types de peuplements ont été observés en moyenne altitude et en orientation Nord ou Nord-Ouest, ces dernières sont beaucoup plus arrosées que le sud.

Au contraire, la création de trouées anciennes constatées en haute et en basse altitude dans le peuplement de cèdre a favorisé, dans certains cas, l'espacement et par conséquent l'étalement du houppier (jusqu'à 22,50m) et la stimulation du pouvoir photosynthétique de l'arbre avec comme résultats des diamètres plus importants (jusqu'à 308 cm).

En guise de perspectives il serait intéressant de faire une étude complémentaire intégrant d'autres aspects : type de sol, âge, éclaircissement pour mieux appréhender l'interaction entre les facteurs dendrométriques et les facteurs du milieu responsables de la croissance et du développement de l'espèce.

« Le devenir de cet écosystème reste incertain si nous ne prenons pas les mesures nécessaires pour sa sauvegarde ».

*Références*

*Bibliographiques*

# Références Bibliographiques

- ABDESSEMED, K., 1981** : Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*. Manetti) dans le massif des Aurès et de Belezma : étude phyto-sociologique, problèmes de conservation et d'aménagement. *Thèse. Doct. Fac. St. Jerome, Marseille:199 P.*
- ABDESSEMED, K., 2010** : Comportement des semis du Cèdre de l'Atlas en conditions de stress thermique. Mémoire de magistère. Univ. Mentouri de Constantine. 153 P
- AMIRAT, Y., 2016** : Analyse structurale de la cédraie en quelques points du Djurdjura nord-ouest (Thala-Guilef et Thabourth-El-Inser). Mem. Mag., Dép. Agr. U.M.M.T.O. pp 1- 13
- AUSSENAC. G., 1984** : Le cèdre, essai d'interprétation bioclimatique et écologique. *Bull. Soc. Bot. Fr., Actuel Bot., (2/3/4).* Pp : 385-398.
- BAHRI, B., 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. Agr. Univ. COLONEL EL HADJ LAKHDAR, BATNA. Pp 1 – 30.
- BELLAHCENE O. et BENSAAAD F., 1989** : Contribution à l'étude des relations sol-végétation de la partie NORD du Djurdjura (région de TALA-GUILEF). Mem. Ing. Agro. UMMTO. 94P.
- BOUDY, P., 1950** : Economie forestière Nord-Africaine : Monographie et traitements des essences forestières. Ed. Larose, T 2(II), Paris, 878 P
- BOUDY, P., 1955** : Economie forestière Nord-Africaine : Description forestières de l'Algérie et de la Tounise. Ed. Larose, T 4 (IV), Paris, 527 P
- BOUDY. P., 1952** : Guide du forestier en Afrique du Nord. Les essences forestières *.Ed. la maison rustique, 505 p.*
- BOUHERAOUA, H., 1992** : Contribution à l'étude phytosociologique et phytodynamique des groupements végétaux de la forêt du Boudjurdjura (Tala-Guilef, Djurdjura Occidental). Mémoire. Ing. Agro. UMMTO 100 p.
- CHIKHAOUI Z., 2016** : Analyse inter-stationnelle et interindividuelle de la morphologie des feuilles d'Erables (*Acer monspessulanum* L. et *Acer obtusatum* W. et K.) au Djurdjura. Mem de Magister en Foresterie. UMMTO.67P.
- DEBAZAC E.F., 1991** : Manuel des conifères. 2<sup>ème</sup> Editions. 252 p.
- DEMARTEAU & al., 2007** : Réponses de *Cedrus atlantica* aux changements climatiques passés et futurs. *Geo-Eco-Trop 31:105-146*
- 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.
- DERRIDJ, A., 1990** : Etude des populations de *Cedrus atlantica* M. en Algérie. *Thèse Doctorat. Univ. Paul Sabatier, Toulouse. 288p.*
- FLANDRIN J., 1952** : La chaine du Djurdjura, Monographie régionale ,1ère série, Algérie, n°19,49.
- HADDOUCHI N. & MECHRI O., 1994** : Approche éco- dendrologiques du cèdre se l'atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) à Tikjda (versant Sud du Djurdjura). Mé. Ing. UMMTO. 79p.

- HARFOUCHE, A. & A. NEDJAH, 2003 :** Prospections écologiques et sylvicoles dans les cédraies du Belezma et de l'Aurès à la recherche d'un peuplement semencier et d'arbres plus. *Rev. For. Fr. Lv- 2-:pp 113 – 122*
- HOUAMEL A. CH., 2012 :** Contribution à l'étude du dépérissement de la cédraie dans la région de Batna (cas du parc national du Belezma). *Mem. Mag. Dép. Agr. Université AboubekrBelkaïd – Tlemcen. P 15*
- KHANFOUCI M. S., 2005 :** Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération du cèdre l'Atlas (*Cedrus atlantica*- Manetti) dans le massif de Belezma. *Mem. Mag., Dép. Agr. Université hadj lakhdar. Batna. 249 p.*
- KROUCHI, F., 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. U.M.M.T.O. pp 3 – 11.*
- LARBI R., 2016 :** Analyse de la diversité floristique et de la phyto-dynamique de la série de végétation à *Cedrus atlantica* au Djurdjura Centro- méridional (station de Tikjda). *Mem. Mag. Biologie. U.M.M.T.O. 128p.*
- M'HIRIT, O., 1994 :** Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti). Présentation générale et état des connaissances à travers le réseau *Silva mediterranea* « le Cèdre ». *Ann. Rech. For. Maroc 27, 3-21.*
- M'HIRIT, O., 1999 :** Le cèdre de l'Atlas à travers le réseau *Silva Mediterranea* « Cèdre ». Bilan Et Perspective. *For. Medit. T. Xx N° 3: 91 - 100.*
- M'HIRIT, O., 2006 :** Le Cèdre de L'atlas : Mémoire Du Temps. *Ed. Mardaga: 288 P.*
- MAIRE, R., 1952 :** Flore de l'Afrique du nord. Encyclopedie biologique. Volume 1. Paul Lechevalier Editeur, Paris. 134 p
- MEDDOUR, R., 1994 :** La cédraie de l'Atlas blidéen (Algérie). Valeur bioclimatique, syntaxonomique et dynamique. *Ann. Rech. For. 27. Pp 105-127.*
- MEDIOUNI, K., & YAHI, N., 1989 :** Etude structurale de la série du cèdre à Ait-Ouabane, Djurdjura, forêt Médit, XI, 2. 103 P
- MESSAOUDENE, M., & al., 2016 :** Modélisation de la structure en diamètre des reboisements et des peuplements naturels de Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) du Djurdjura (Algérie). *Rev. For. Fr. LXVIII. 43-52p.*
- MESTAR N., 1995 :** Cartographie physionomique et approche phytoécologique de la cédraie de Thala –Guilef (Djurdjura occidental). *These. Mag. INA, El- Harrach. 114P.*
- MESSAOUDENE, M., K. RABHI, A. MEGDOUD, M. SARMOUM, & M. DAHMANI-MEGREROUCHE, 2013.** Etat des lieux et perspectives des cédraies algériennes. *For. Médit, 34(4), 341-346.*
- NAIT ABDELAZIZ, B. & CHALLAL, A., 2011 :** Contribution à l'étude de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) au niveau du Parc National du Djurdjura. Pp 6 – 18.
- NEDJAH, A., 1988 :** La cédraie de Chréa. (Atlas Blideen) : Phénologie, productivité, régénération. *Thè. Doc. Univ. De Nancy. 184p.*
- QUEZEL & MEDAIL., 2003 :** Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. *Elsevier, Paris, 592 p.*
- QUEZEL P., 1957 :** Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord. *Encycl. Biol. Ecol, Paul Le chevalier. Paris. 463p*

**QUEZEL, P., 1980** : Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen. In « Actualités d'Ecologie forestière », collection éditée par Pesson. Masson, Paris. Pp 205-256.

**QUEZEL, P., 1998** : Cèdres et cédraies du pourtour méditerranéen : Signification bioclimatique et phytogéographique. Forêt Méditerranéenne 19 (3). Pp 243-260

**RABHI, K., M. TAFER, & M. MESSAOUDENE., 2014** : Evolution des proportions d'aubier et de duramen du cèdre de l'Atlas, *Cedrus atlantica* Manetti, en Algérie. *Bois & forêts des tropiques*: 322 (4), 77-87.

**SLIMANI, S., 2014** : Reconstitutions dendrochronologiques du climat et de l'historique des incendies dans les régions des Aurès et de Kabylie, nord de l'Algerie. *Thèse Doct. Ummto, 190p.*

**TAFER M. & ZERGANE R., 1994** : Contribution à l'analyse phytosociologique et structurale de la série de *Cedrus atlantica* de Tikjda (versant méridional de Tikjda). *Mém. Ing. Agro. U.M.M.T.O.* 140 P.

**TOTH, J., 1970** : Plus que centenaire et plein d'avenir : Le cèdre en France. R.F.F. n°3, pp. 355-363.

**TOTH, J., 1980** : Le cèdre dans quelques pays du pourtour méditerranéen et dans deux autres pays à grandes importance forestières Forêt Méditerranéenne. T. II. n° 1. Pp 23-30

**TOTH, J., 1990** : Le cèdre: utilisation et qualité technologique. *La Forêt privée.* Pp 57-60.

**TOTH., 2005** : Le cèdre de France. Étude approfondie de l'espèce. Le Harmattan, Paris. 207 pp.

**ZEMHI N., 2010** : Apport du SIG et de la télédétection à la protection des forêts contre les incendies : cas de Tikjda (Parc National du Djurdjura) Mem. Ing. Agro. ENSA. EL Harrach, Alger.62P.

*Annexes*

## Annexe

**Annexe 1** : les noms des espèces recensées dans les stations étudiées.

<b>Les noms des espèces</b>	<b>abréviations</b>
<i>Cedrus atlantica</i>	Ca
<i>Berberis hispanica</i>	Bh
<i>Quercus ilex</i>	QI
<i>Crataegus laciniata</i>	Cl
<i>Calycotome spinosa</i>	ClS
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Jo
<i>Rubus ulmifolius</i>	Ru
<i>Cytisus triflorus</i>	Cy
<i>Rosa sp</i>	Rsp
<i>Quercus canariensis</i>	Qc
<i>Crataegus monogyna</i>	Cm
<i>Genista tricuspidata</i>	Gt
<i>Prunus prostrata</i>	Pp
<i>Rhamnus alaternus</i>	Rh
<i>Ilex aquifolium</i>	Ia
<i>Ruscus aculeatus</i>	Ra
<i>Acer campestre</i>	Ac
<i>Acer monspessulanum</i>	Am
<i>Alnus glutinosa</i>	Ag



**Résumé :**

Le travail réalisé dans la forêt Tala-Guilef au située dans partie Nord-Ouest du massif de Djurdjura consiste à décrire les peuplements de cèdre essentiellement des points de vue structure, abondance et dynamique.

Au totale 19 stations ont été matérialisées selon la méthode d'échantillonnage aléatoire stratifié en tenant compte de l'altitude (basse, moyenne et haute), de l'exposition (nord et sud) et du type de peuplement (pure ou mixte).

Les paramètres dendrométriques pris en considération sont : la hauteur, le diamètre à 1.30m, le diamètre du houppier, la hauteur du houppier, la densité et la surface terrière ramenées a l'hectare.

Les résultats obtenus révèlent l'existence des différences à l'échelle locale selon les paramètres stationnels prise en combinaison avec le facteur anthropique.

**Mots-clés :** *Cedrus atlantica*, structure, facteur écologiques, facteur anthropique, Tala-Guilef, Djurdjura Nord-Ouest.