



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

**Université de SAAD Dahleb de Blida 1**

**Faculté des Sciences de la Nature et de la vie Département  
de Biologie des Populations et des Organismes *MEMOIRE***

***DE PROJET DE FIN D'ETUDE***

*En vue de l'obtention du diplôme de*

**MASTER**

**En Sciences biologiques**

***Option : Biodiversité et Développement Durable***

**Thème :**

**SUIVI DE LA REGENERATION NATURELLE DU CEDRE  
DE L'ATLAS (*Cedrus atlantica* MANETTI) DANS LA  
STATION DE TALA RANA, MASSIF DE LALLA  
KHEDIDJA (DJURDJURA)**

Présenté par :

HABBAZ Boubakeur

RAHOU Farah El batoul.

Soutenu publiquement le 29/06/2016 devant le jury composé de :

M<sup>me</sup> TAKARLI

Maitre-Assistante A /Blida 1

Présidente

Mr. ADDAR A.

Maitre-Assistant A/USTHB

Promoteur

M<sup>me</sup> OUADAH N.

Maitre-Assistante A/Blida 1

Co-promotrice

M<sup>me</sup> RADI N.

Maitre- Assistant A/Blida 1

Examinatrice

Promotion 2015-2016

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## *Remerciements*

Nous remercions avant tout Dieu le tout puissant de nous avoir aidé et donné autant de courage et de volonté pour la réalisation de ce travail.

On tient à remercier vivement notre encadreur Mr **ADDAR A.** d'avoir accepté de nous encadrer, son expérience nous a été bénéfique, nous le remercions pour sa gentillesse, sa disponibilité et sa contribution générale à l'élaboration de ce travail.

Mme **OUADAH N.** notre Co-promotrice pour son précieux soutien et la confiance dont elle nous a fait part lors de la réalisation de ce travail.

Nous souhaitons adresser nos sincères remerciements aux membres de jury de notre soutenance :

Mme **TAKARLI** qui nous a fait l'honneur et le plaisir d'accepter de présider notre jury.

Mme **RADI** d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer, en qualité d'examinatrice, notre travail.

Un remerciement particulier au personnel du Parc National de Djurdjura (PND), en premier le directeur Mr Meribai Y. , le chef de secteur Mr **Saoudi H** et tout le personnel du parc, pour nous avoir accueillis les bras ouverts, et nous faire vivre pendant six mois une expérience humaine et professionnelle inoubliable.

Nous remercions toutes celles et tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à élaborer ce projet, aussi, tout ceux qui ont contribué dans notre cursus universitaire.

# DÉDICACE

Avec l'aide de Dieu tout puissant, j'ai pu achever ce travail que je dédie :

A mon père **ABDELLAH**, à qui je dois mon éducation et mon instruction, que Dieu lui accorde sa grâce infinie, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai pour toi, ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

A ma très chère et douce maman **FATIHA**, qui m'a transmis la vie, l'amour, le courage, qui s'est trop inquiétée pour cette recherche, et qui a tant veillé pour moi, tu mérites tout l'amour du monde pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte ; Que Dieu te protège et te garde pour nous.

A mes frères **MOHAMED, HOUSSAM, MUSTAPHA, BILAL et ZAKARIA** et ma sœur **ZOHRA** qui ont été présents.

A mes neveux qui me sont très chères : **MOHAMED, ABDELLAH, MARAME et OUSSAMA**

A la mémoire de mes grands-parents : **AISSA et AICHA, MOHAMED et ZINEB** paix à leurs âmes.

A mes oncles et tantes, cousins et cousines et surtout à mon cousin **KHALIL**

A ma binôme **FARAH** que je remercie, et à qui je souhaite tout le bonheur du monde.

A mes amis de la cité universitaire 3 : **SAID, ABDELKADER, ABDELRAHMAN, RIYAD, RAFIK, GNINICHO, HOUSSIN, FARES** que j'aime infiniment.

A mes chers amis et mes voisins : **NABIL et CHRIF**

A mon ami **AMINE** qui est plus qu'un ami pour moi mais le frère que ma mère ne m'a pas donné.

Un grand merci que j'adresse particulièrement à ma femme **LYLIA** que j'aime et qui m'a soutenu, conseillé, aidé et partagé avec moi tous les mauvais et bons moments.

Je dédie également ce travail à tous ceux qui m'ont apporté leur savoir et ont contribué à ma formation : Mon respect et ma gratitude pour vous.

A toute la promotion 2016 de Biodiversité et Développement Durable.

Sifou .....

## *Dédicaces*

*Je dédie ce travail,*

À la plus belle créature que Dieu a créé sur terre, à cette source de tendresse, de patience et de générosité, à ma très chère maman. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

A mon papa, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, et le respect que j'ai pour toi. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consenti pour mon éducation et ma formation.

A la mémoire de ma grand- mère qui a tant sacrifié pour nous, que Dieu t'accueille dans son vaste paradis.

A mes frères Zakaria et Mouhibeddine, à ma petite sœur Nesrine. Les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous. Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur et de réussite.

A mes très chères meilleures amies Mimi et Hadjer. En témoignage de l'amitié qui nous uni et des souvenirs de tous les moments que nous avons passé ensemble. A mes amies qui sont chères Lamia, Nesrine, Sarah, Sabrina, Rofaida et Amel, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

A mes deux cousins Youcef et Lyes, je vous dédie ce travail avec mes vœux de bonheur.

A mes très chères cousines ; Zineb, Elbatoul, Houda, Merieme, Hafida, Asma, Houria et khawla qui m'ont encouragé.

A mon binôme et mon meilleur ami Boubakeur qui était toujours à mes côtés, je te souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite.

Farah .....

# SOMMAIRE

Introduction : .....	1
<b>CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE .....</b>	<b>4</b>
GENERALITES .....	4
1-Systematique.....	4
2- Aire de repartition du Cedre de l'Atlas.....	4
2.1- Aire d'introduction.....	5
3- Caracteristiques botaniques .....	5
3.1-Organes de reproduction .....	8
4- Cycle de reproduction du Cedre de l'Atlas .....	9
5- Germination de la graine du Cedre.....	12
6- Installation et maintien des semis .....	13
7- Importance du Cedre.....	14
8- Caracteres écologiques du Cedre.....	15
8.1- Climat.....	15
8.1.1- Températures .....	16
8.1.2- Précipitations .....	16
8.2- Altitude .....	16
8.3 -Exposition .....	17
8.4- Lumière .....	17
8.5- Sol .....	17
9- Association végétales .....	17
PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	18
1- Situation géographique .....	18
2- Situation administrative .....	19
3. Caracteristiques du milieu d'etude.....	19
3.1-Topographie et relief .....	19
3.2-Géologie et lithologie.....	19
3.3- Caractères édaphiques.....	22
3.4- Réseau hydrographique.....	23
3.5- Caractéristiques climatiques .....	24
3.5.1-Pluviométrie .....	24
3.5.2- Neige .....	24
3.5.3-Vent .....	25
3.5.4- Autres facteurs.....	25

3.6- Caractérisation climatique : .....	26
3.6.1- source de données et choix des stations de référence : .....	26
3.6.2- extrapolation.....	27
3.6.3- caractéristiques climatiques de la station d'étude .....	28
3.6.4- Synthèse climatique.....	30
3.6.4.1- Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gausson .....	30
3.6.4.2- Quotient pluviométrique d'Emberger.....	30
<b>CHAPITRE II MATERIELS ET METHODES : .....</b>	<b>32</b>
1- Objet de l'étude .....	32
2- Matériels et méthodes.....	32
2.1-Matériels .....	32
2.2- Méthodologie.....	34
2.1.1- Choix du massif .....	34
2.1.2- Choix de la station .....	34
2.1.2- Choix des parcelles .....	35
2.1.3- Choix des quadrats .....	36
2.1.4- Suivi de la régénération .....	37
2.1.5- Méthode d'échantillonnage .....	37
3- Analyse des données.....	40
<b>CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION :.....</b>	<b>41</b>
1-PREMIER NIVEAU D'ANALYSE : ANALYSE DES QUADRATS .....	41
1.1- Analyse des quadrats de la parcelle 1 .....	41
1.1.1-Analyse des graines des quadrats de la parcelle 1 .....	41
1.1.2-Analyse des germinations des quadrats de la parcelle 1 .....	42
1.2- Analyse des quadrats de la parcelle 2.....	43
1.2.1-Analyse des graines des quadrats de la parcelle 2 .....	43
1.2.2-Analyse des germinations des quadrats de la parcelle 2.....	44
1.3- Analyse des quadrats de la parcelle 3.....	44
1.3.1-Analyse des graines des quadrats de la parcelle 3 .....	44
1.3.2-Analyse des germinations des quadrats de la parcelle 3.....	46
1.4- Analyse des quadrats de la parcelle 4.....	47
1.4.1-Analyse des graines des quadrats de la parcelle 4 .....	47
1.4.2- Analyse des germinations des quadrats de la parcelle 4.....	48
1.5- Analyse des quadrats des quatre parcelles .....	49

2- DEUXIEME NIVEAU D'ANALYSE : ANALYSE DES PARCELLES.....	50
1.1- Analyse de la parcelle 1 .....	50
1.1.1-Analyse des graines de la parcelle 1 .....	50
1.1.2-Analyse des germinations de la parcelle 1.....	51
1.2- Analyse de la parcelle 3 .....	52
1.2.1-Analyse des graines de la parcelle 3 .....	52
1.1.2-Analyse des germinations de la parcelle 3.....	52
1.3- Analyse de la parcelle 4 .....	53
1.3.1-Analyse des graines de la parcelle 4 .....	53
1.3.2-Analyse des germinations de la parcelle 4.....	54
3- DEUXIEME NIVEAU D'ANALYDE : ANALYSE INTER ANNUELLE .....	54
4- DISCUSSION .....	57

CONCLUSION.....	62
Références bibliographiques	

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Répartition naturelle du cèdre de l'Atlas (Oswald, 1992).....	Page 5
<b>Figure 2</b> : Cèdre âgé avec un diamètre dépassant les six mètres (Originale,2016).....	Page 6
<b>Figure 3</b> : Aiguilles du cèdre de l'Atlas (Originale, 2016).....	Page 6
<b>Figure 4</b> : (a) forme en parasol ; (b) forme pyramidale (originale, 2016).....	Page 7
<b>Figure 5</b> : Système racinaire du cèdre de l'Atlas (Google image).....	Page 7
<b>Figure 6</b> : Organes mâles et femelles sur un même arbre (Originale, 2016).....	Page 8
<b>Figures</b> : (7a) Chaton mâles remplis de pollen, (7b) Pollinisation du cèdre de l'Atlas (Google image) .....	Page 9
<b>Figure 8</b> : Inflorescence femelle du cèdre de l'Atlas a l'état jeune (vert) et mature (marron) (Originale, 2016) .....	Page 10
<b>Figure 9</b> : Inflorescence femelle du cèdre de l'Atlas avec désarticulation (Originale, 2016).....	Page 11
<b>Figure 10</b> : Le cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas selon Khanfouci (2005).....	Page 12
<b>Figure 11</b> : (A) graine percée (B) graine intacte (C) les étapes de germination de la graine (Originale, 2016).....	Page 13
<b>Figure 12</b> : Semis de cèdre de l'Atlas (Originale, 2016). .....	Page 13
<b>Figure 13</b> : Huile essentielle du cèdre de l'Atlas.....	Page 14
<b>Figure 14</b> : Situation géographique de la zone d'étude (Atlas des Parcs Nationaux, 2010).....	Page18
<b>Figure 15</b> : Situation administrative de la zone d'étude (Atlas des Parcs Nationaux, 2010).....	Page 19
<b>Figure 16</b> : Carte lithologique de la Kabylie du Djurdjura (Matet, 2008).....	Page 20
<b>Figure 17</b> : Carte géologique de la Kabylie du Djurdjura (Flandrin, 1952).....	Page 21

<b>Figure 18 :</b> Carte pédologique de la Kabylie du Djurdjura (Durand, 1954).....	Page 22
<b>Figure 19 :</b> Carte hydrographique du Parc National du Djurdjura (PND, 2011).....	Page 24
<b>Figure 20 :</b> Régime pluviométrique saisonier de la station de Tala Rana à partir des données extrapolées de l'ONM de Bouira.....	Page 29
<b>Figure 21 :</b> Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gausсен (1953) de la station de Tala Rana.....	Page 30
<b>Figure 22 :</b> Situation de la station de Tala Rana dans le climagramme d'Emberger (1955).....	page 31
<b>Figure 23 :</b> Illustration des types de graines. (A : graine fertiles. B : graine perforée. C : graine stériles. D : graine germées) (Originale, 2016).....	page 32
<b>Figure 24 :</b> Illustration des plantules et des semis (Originale, 2016). ....	page 33
<b>Figure 25 :</b> semis de trois ans ou plus (Originale, 2016).....	page 34
<b>Figure 26 :</b> Schéma de localisation des parcelles dans la station de Tala Rana.....	page35
<b>Figure 27 :</b> Histogramme de la répartition des types de graines dans la parcelle 1.....	page 42
<b>Figure 28 :</b> Histogramme de la répartition des semis et des plantules dans la parcelle 1.....	page 43
<b>Figure 29 :</b> Histogramme de la répartition de types de graines dans la parcelle 2.....	page 44
<b>Figure 30 :</b> Histogramme de la répartition des types de graines dans la parcelle 3.....	page45
<b>Figure 31 :</b> Histogramme des effectifs moyens des plantules et des semis dans la parcelle 3.....	page 46
<b>Figure 32 :</b> Histogramme de la répartition des types de graines dans la parcelle 4.....	page 47
<b>Figure 33 :</b> Histogramme des effectifs moyens des semis et des plantules dans la parcelle	

4.....	page 48
<b>Figure 34 :</b> Effectifs des graines et des semis dans les quadrats de la parcelle 1.....	page 49
<b>Figure 35 :</b> Effectifs des graines et des semis dans les quadrats de la parcelle 2.....	page 49
<b>Figure 36 :</b> Effectifs des graines et des semis dans les quadrats de la parcelle 3.....	page 49
<b>Figure 37 :</b> Effectifs des graines et des semis dans les quadrats de la parcelle 4.....	page 49
<b>Figure 38 :</b> Histogramme de la quantité des graines dans la parcelle 1.....	page 50
<b>Figure 39 :</b> Histogramme des plantules et des semis dans la parcelle 1.....	page 51
<b>Figure 40 :</b> Histogramme des effectifs des types de graines dans la parcelle 3.....	page 52
<b>Figure 41 :</b> Effectifs des plantules et des semis dans la parcelle 3.....	page 53
<b>Figure 42 :</b> Histogramme des effectifs des types de graines dans la parcelle 4.....	page 53
<b>Figure 43 :</b> Histogramme des effectifs des plantules et de semis dans la parcelle 4.....	page 54
<b>Figure 44 :</b> Spectres des types de graines dans la station de Tala Rana, (a) 2014, (b) 2015, (c)2016.....	page 55

## Liste des tableaux

<b>Tableau I</b> : Le cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas (Oswald, 1992).....	Page 11
<b>Tableau II</b> : Coordonnées géographiques et altitude de la station d'étude.....	Page 18
<b>Tableau III</b> : Sources des données climatiques utilisées.....	Page 26
<b>Tableau IV</b> : Données climatiques de la station de référence.....	Page 27
<b>Tableau V</b> : Gradients thermiques et pluviométriques, Seltzer (1946) et Meddour (2010).....	Page 27
<b>Tableau VI</b> : tableau récapitulatif de la procédure d'extrapolation .....	Page 28
<b>Tableau VII</b> : données thermiques de la station de Tala Rana .....	Page 28
<b>Tableau VIII</b> : les précipitations moyennes et annuelles en (mm) de Tala Rana.....	Page 28
<b>Tableau IX</b> : Régime pluviométrique saisonnier de la station de Tala Rana a partir des données extrapolées de l'ONM de Bouira .....	Page 29
<b>Tableau X</b> : synthèse des quadrats sélectionnés dans la station de Tala Rana .....	Page 38-39
<b>Tableau XI</b> : comparaison des différents types de graines entre les cycles (2014, 2015, 2016).....	Page 56

## INTRODUCTION

---

Le bois du cèdre fut longtemps utilisé pour la construction de navires, car imputrescible, comme bois d'œuvre, car noble, mais aussi pour la construction de sarcophages, de monuments, etc... C'est également un arbre utilisé en phytothérapie (antiseptique, huiles essentielles) ainsi que dans la fabrication de produits cosmétiques.

Selon M'hirit (1994), dans le monde, le cèdre occupe principalement et spontanément trois territoires géographiques distincts :

L'Afrique du Nord, parsemée de *Cedrus atlantica* Manetti ;

L'Asie mineure, colonisé par *Cedrus brevifolia* Henry et *Cedrus libani* Barrel ;

L'Himalaya, avec *Cedrus deodora* Loudon occupant les « massifs de l'Inde et de l'Afghanistan sur le Nord-Ouest de l'Himalaya ».

Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) est une espèce endémique de l'Afrique du Nord. C'est une essence qui a toujours suscité un intérêt important en raison de ses nombreuses qualités forestières ; le maintien d'un équilibre biologique, sa faible inflammabilité, sa production de bois de qualité, un port remarquable et esthétique... (Belloula, 2010). Il constitue l'essence noble des forêts du Maghreb où il se répartit inégalement entre l'Algérie et le Maroc, avec des surfaces de 140000 ha dans l'Atlas marocain (avec 116000 ha dans le Haut Atlas et Moyen Atlas, et 16000 ha dans le Rif) et 40000 ha dans l'Atlas algérien (M'hirit, 1994).

Selon Boudy (1952), le cèdre de l'Atlas occupait en Algérie une aire disjointe de 33.000 ha, confinée aux sommets de l'Atlas Tellien et l'Atlas Saharien et répartie inégalement : Ouarsenis (100ha), Teniet El Had (1000 ha), Atlas blidéen (1.000 ha), Djurdjura (2000 ha), Babors, (800 ha) Hodna (8000 ha), Belezma (8100 ha) et l'Aurès (6000ha).

Malheureusement, la cédraie qui est un milieu multifonctionnel (économique, écologique et social), son aire connaît actuellement une régression continue à cause des activités humaines et de la sécheresse. L'absence de semis et l'apparition de clairières et de vides dans certains endroits sont les indicateurs de cette régression (Ezzahirri & Belghazi, 2000). De plus, le changement climatique global conduira dans les prochaines années à la disparition des cédraies continentales du Maroc et de l'Algérie Quézel (2000).

L'aire actuelle de la cédraie algérienne est en nette régression, sa surface s'amenuise de plus en plus. D'après Mediouni (2000), l'aire potentielle du cèdre est de 300.000 ha alors que

l'aire actuelle ne représente que 16.000 ha (DGF, 2010) soit 0,4% de la surface forestière algérienne et 5.33% de la série du cèdre. Cette régression de l'aire sériale est encore plus perceptible en expositions chaudes (versants sud et est) où la pluviométrie est moindre, la luminosité plus intense et les siroccos (vents secs et asséchants) très fréquents. Cette situation pourrait aussi résulter d'une régénération de plus en plus compromise (Lamhammedi & Chbouki, 1994) ; d'autres facteurs peuvent être mis en cause tels que les attaques des ravageurs des feuilles et des graines, la période sèche prolongée, le stress hydrique, une pluviométrie insuffisante, le changement climatique, le manque de traitements sylvicoles adéquats, les incendies, les coupes illicites, le pâturage...

Par ailleurs, de nombreux travaux sur le cèdre, ont été réalisés, dans des domaines variés :

**Phytoécologie, phytosociologie et biogéographie :** Lapie & Maire (1914), Maire (1952), Negre (1952), Gaussen (1955), Quezel (1957), Shoenenberger(1970), Quezel & Rivas Martinez (1979), Abdessemed (1981), Garadi (1992), Hamici *et al* (1992), Abbaci *et al.* (1993), Benabid (1994), M'hirit (1994), Quezel (1995), Yahy (1995, 1998, 2007), Yahy & Mediouni (1997), Mediouni *et al.* (1993, 1994, 1999, 2003), Boumazouza & Gourgache (2000), Mairif (2008), Addar *et al* (2004), Yahy & *al* (2008), Berkennou & Madjour (2009), Meddour (2010), Meghdoud (2012), Belkhous (2013)

**Sylviculture et aménagement forestier :** Toth (1973), Quiquandon (1976), M'hirit (1982), Fekarcha *et al.* (1990), Ounadi *et al.* (1990), Abtroune *et al* (1992), Addar & Oudineche (1994), Bernard & Philippe (1994), Messat (1994), Mediouni & *al* (1998), Bensaha (2010), Addar & Dahmani (2014).

**Ecophysiologie :** Lepoutre & Pujos (1963), Toth (1978), Aussenac & Valette (1982), Mazliak (1982), Aussenac & Fenkelstein (1983), Abourah (1983), Aussenac & El-Nour (1986), Aussenac & Guehl (1990), Graine (1993), Ducrey (1994), Dahman & Khouja (1994), Krouchi (1995), Kheddache (2005), Ait-Abderrahman (2007), Ferhat (2009), Abdessemed (2009).

**Dendroécologie :** Quezel (1958), Munaut (1978), Chalabi (1980), Till (1985), Lamhammedi & Chbouki (1994), Sarmoum (2008), Allileche (2012).

**Phytodynamique :** Kadid (1985), Zaidi (1987), Boutemine (1987), Teguiq (1987), Azira (1988), Yahy (1988), Mediouni & Yahy (1989), Akkouche & Korchi (1994), Mediouni *et al.* (1998), Rachedi & Rabri (2002), Zaidi (2003), Addar (2003), Yahy & Djellouli (2010), Meghdoud (2012).

**Faune :** Khidas (1987, 1998, 1990), Menard (1985), Amroune (1989), Hamdine (1991), Khous (1993), Hamdine *et al* (1994), Khelloufi & Khidas (1994), Mouhoub-Sayah (2009).

**Avifaune :** Moali (1990,1999), Djardini (1991), Belgandi & Bouchnafa (2011).

**Entomofaune :** M'henni (1993), Hamaidi (1992), Sayah (1996), Hannachi (1998), Abdelhamid (1998), Ghachi (2004), Belabbas (2010), Saidini (2010).

**Génétique, fructification et régénération :** Marion (1955), Lepoutre (1961-1963-1964), Zaki (1970), Arbez *et al.* (1978), Mouffadal (1978-1983) in Hadj (1998), Derridj (1990), Melezi (1990) in Larbi (2009), Meddour (1992), Draou & Yahia (1994), Hadj (1998), M'hirrit (1999), Khanfouci (2005), Nezar (1980-2009) in Krouchi (2010), Berkennou & Madjour (2009), Brahimi (2009), Krouchi (2010), Abdellali & Righi (2013), Boukhelf *et al* (2014), Dabou & Khacheni (2014) Ifrene & Talbi (2015).

En effet, l'identification des paramètres qui conditionnent la pérennité de l'espèce dans son premier stade de développement est jusqu'à présent apparu comme secondaire par rapport aux travaux synécologiques effectués sur le cèdre.

Les conditions écologiques défavorables et les facteurs anthropozoogènes accentuent la régression des cédraies, les rendent vulnérables et plus sensibles aux attaques d'insectes ravageurs et de champignons pathogènes. Les cédraies algériennes les plus vulnérables sur le plan écologique ont subi des dégâts irrémédiables, suite à la succession d'années sèches. Ce phénomène a entraîné la perturbation de plusieurs mécanismes d'ordre physiologiques et plus particulièrement ceux qui assurent la régénération naturelle (Ezzahiri *et al.*, 1994). Par ailleurs, ces forêts ont payé et payent encore un lourd tribut face aux facteurs anthropiques (Quézel & Médail, 2003). Des états similaires ont été aussi observés au niveau de la station de Tala Rana.

Les facteurs intervenant sur la régénération du cèdre sont nombreux et leurs interactions restent encore mal connues. Chacun de ces facteurs verra son influence renforcée ou diminuée suivant que l'une ou l'autre de ces limites sera plus ou moins modifiée (Lepoutre, 1966).

Dans cette optique, il est primordial de recueillir un maximum de données sur les facteurs régissant la régénération spontanée du cèdre de l'Atlas dans les premiers stades de son développement, afin de mieux cerner les exigences de cette essence dans son milieu naturel et de trouver ensuite les moyens efficaces, assurant sa sauvegarde et sa conservation.

Ce suivi durant un cycle de végétation, consiste d'une part, à quantifier la production grainière par les types de graines (fertiles, stériles, percées et germées) et l'effectif des semis par classes d'âge (un an, deux ans et trois ans et plus), et d'autre part à inventorier les

## *INTRODUCTION*

---

paramètres biotiques et/ou abiotiques favorables ou non à la réceptivité des graines, à l'installation des semis de cèdre, et à leur aboutissement.

Ce suivi des germinations est rendu possible grâce à un protocole expérimental initié par Addar A. depuis 2013 et mis en place dans les stations de Tala Rana et de Tizi N'kouilal en 2013 par Boukhelf *et al* (2014), Ifrène & Talbi (2015) et réajustés par nous même (2016).

Notre travail comporte trois chapitres :

- ❖ Le premier chapitre traite la synthèse bibliographique
- ❖ Le deuxième chapitre est consacré à l'étude de la méthodologie globale,
- ❖ Le troisième chapitre analyse les résultats obtenus et leur discussion,

Enfin, on termine par une conclusion.

*CHAPITRE I*

*SYNTHESE*  
*BIBLIOGRAPHIQUE*

## 1-SYSTEMATIQUE

Classification APG III selon Tropicos

Règne : Plantae

Classe : Equisetopsida

Sous-classe : Pinidae

Ordre : Pinales

Famille : Pinaceae

Genre : Cedrus

Nom binominal : *Cedrus atlantica* (Manetti ex Endl.) Carrière, 1855.

La classification APG III (2009), ou classification phylogénétique, est la troisième version de classification botanique des angiospermes établie par l'*Angiosperms Phylogeny Group*. C'est la classification botanique la plus importante aujourd'hui. Elle est une modification de la classification phylogénétique APG II (2003) et complétée par la classification phylogénétique APG IV (2016).

## 2- AIRE DE REPARTITION DU CEDRE DE L'ATLAS

L'aire du genre *Cedrus* dans le monde est très étendue et va de l'Himalaya avec le *Cedrus deodara* jusqu'au Maroc avec le *Cedrus atlantica*. Le cèdre de Chypre (*Cedrus brevifolia*) est endémique du sud-ouest de l'île de Chypre. Le cèdre du Liban (*Cedrus libani*) se trouve au Liban dans les monts du Taurus et en Syrie.

En Afrique du nord, le cèdre de l'Atlas recouvre 116.000 ha au Maroc et 29.000 ha en Algérie, surtout dans les Aurès (Boudy, 1952). Selon Benabid, 1994 in Sbabdji, 1997, les cédraies marocaines occupent 140.000 ha et se répartissent comme suit :

- Le Rif : 15000 ha
- Le Moyen Atlas oriental : 20000 ha
- Le Moyen Atlas central : 80000 ha
- Le haut Atlas oriental : 25000 ha

En Algérie, l'aire du cèdre est très morcelée (Fig.1) et ne s'étend qu'à l'est et au centre du pays (Atlas Saharien et Tellien). A l'est, il occupe les hauteurs du Djurdjura (Tikjda, Talaguilef) et les monts des Babors et Tababors voisins de la côte entre Bejaia et Jijel où il est associé avec le Chêne zeen (*Quercus faginea* Lank) et le sapin de Numidie (*Abies numidica*) (Derridj, 1990). Dans l'Atlas saharien, essentiellement aux Aurès, le cèdre occupe à l'ouest les massifs de Belezma et à l'est les monts Chelia, Aïdel et les monts du Hodna (Djebel Maadid, Boutaleb et Guethian) (Boudy, 1950). Au centre de l'Algérie, on cite la cédraie de l'Ouarsenis la plus occidentale du pays avec celle de Theniet El Had ; au niveau de la première, le cèdre est en mélange avec le chêne vert et le pin d'Alep, au niveau de la cédraie de Theniet el had, il est associé avec le chêne vert (*Quercus ilex*), le chêne zeen (*Quercus faginea* Lank), le chêne liège (*Quercus suber*) et le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) suivant un étagement altitudinal bien

distinct. Au centre, la cédraie de l'Atlas blidéen essentiellement cantonnée dans les forts de Sidi El Kebir et de Chréa (Derridj, 1990).



**Figure 1** : Répartition naturelle du cèdre de l'Atlas (Oswald, 1992)

### 2.1- Aire d'introduction

Les caractéristiques écologiques (forte adaptation, résistance à la sécheresse...) et la grande valeur technologique du bois du cèdre (impérissable) ont poussé plusieurs chercheurs à tenter son introduction dans leurs pays respectifs. D'après Ducrey (1994), son succès en France laisse à penser qu'il peut s'acclimater et prospérer dans des conditions autres que celles de son aire d'origine. En Italie, Il a été introduit d'abord comme arbre d'ornement avant d'être utilisé en reboisement. La première plantation a été exécutée à Badia Prataglia (Arizo) en 1864 (Nedjahi, 1988). Dès la fin du XIX siècle, le cèdre de l'Atlas fut introduit dans divers pays européens (ex URSS, Bulgarie, Hongrie, Espagne, etc.). Il a été signalé dans quelques états américains (Pennsylvanie, New York ; côte ouest du Pacifique) où sa remarquable adaptation justifie son extension (M'hirit, 1982).

### 3- CARACTERISTIQUES BOTANIQUES

Le cèdre de l'Atlas est un arbre de grande taille pouvant dépasser les 40 m de hauteur. La moyenne se situe vers 25-30 m. Dans de bonnes conditions, il est capable de vivre plusieurs siècles (De Vilmorin, 2003).

Selon Seigue (1985), le fût du cèdre est droit, l'écorce est grisâtre et lisse aux stades juvéniles, brunit et se crevasse avec l'âge. A ce stade du développement le port est conique et la flèche est élancée et parfois penchée. En vieillissant, sous l'action de la foudre qui détruit la cime ou plus simplement même par arrêt du développement de la flèche, le port devient tabulaire. Parfois, une seconde flèche se développe au-dessus de la table, elle est sensiblement décalée par rapport à l'axe du fût.

Le diamètre du tronc prend souvent des formes considérables pouvant atteindre 1 m (Maire, 1952). Dans la région d'Azrou au Maroc, les arbres de plus de 8 m de tour ne sont pas rares (Boudy, 1952). Au Djurdjura, on a également repéré plusieurs dizaines d'individus de grande circonférence. Dans la station de Tala Rana plusieurs sujets présentent des diamètres dépassant les six mètres (Fig.2).



**Figure 2 :** Cèdre âgé avec un diamètre dépassant les six mètres (Originale, 2016)

Les rameaux courts sont nombreux, insérés sur des rameaux longs, portant des feuilles nombreuses, courtes, 8 à 20 mm réunies en rosettes. Les aiguilles aigües sont assez rigides et persistent trois à quatre ans (Fig.3). Généralement, les jeunes arbres et les individus abrités offrent des feuilles vertes et droites. Tandis qu'elles sont au contraire glauques et conniventes chez les arbres adultes et exposés à l'influence des vents et de la chaleur. Il faut ajouter que quelquefois les deux sortes de feuilles ont été trouvées réunies sur un même pied. (Anonyme, 1856).



**Figure 3 :** Aiguilles du cèdre de l'Atlas (Originale, 2016)

Sous l'influence des conditions locales que nous venons de signaler, le cèdre se présente sous deux aspects très différents : pendant sa jeunesse ou dans les ravins, il affecte souvent la forme pyramidale, tandis que sur les versants il se couronne plus communément, et s'étale en parasol. (Anonyme, 1856). (Fig.4)



**Figure 4 :** (a) forme en parasol ; (b) forme pyramidale (originale, 2016)

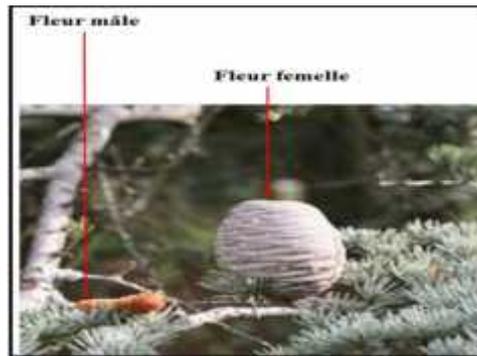
Le système racinaire est très développé, rarement pivotant (Fig. 5) assurant une stabilité de l'arbre (Peyerimhoff, 1941 ; Boudy, 1952). Selon Toth (1970,1981) les racines sont étendues, ramifiées avec un pivot si la roche est fissurée ou bien si le sol est profond et humide. Le bon niveau de résistance à la sécheresse est dû essentiellement à un enracinement vigoureux et profond, ce qui explique le bon comportement des cèdres sur sols calcaires superficiels, mais fissurés (Ducrey, 1993).



**Figure 5 :** Système racinaire du cèdre de l'Atlas (Google image)

### 3.1-Organes de reproduction

Le cèdre est une espèce monoïque. Les organes mâles et femelles sont situés sur un même arbre (Fig.6). Les organes mâles sont des chatons de forme cylindro-conique et les organes femelles sont des inflorescences qui se développent progressivement en cônelets puis en cônes. Nos observations sur terrain indiquent qu'en dépit de la monoïcie de l'espèce, on peut observer une dioïcie fonctionnelle chez les arbres dont certains tendent à être plutôt femelles et d'autres plutôt mâles.



**Figure 6** : Organes mâles et femelles sur un même arbre (Originale, 2016)

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). Selon Derridj (1990) le poids du cône, à l'échelle des provenances algériennes, est en moyenne de 55.83g, sa longueur de 6.28cm et son diamètre de 5.17 cm. En moyenne, le poids frais d'un cône mature récolté en automne représente environ celui du poids frais de 393 inflorescences réunies ou le poids frais de 50 chatons mâles réunis (Krouchi, 1995).

La graine est résineuse et tendre (Toth, 1978). Elle comporte au moins une poche résinifère sur chaque côté. La rupture de cette poche entrave définitivement la germination de la graine. La partie libre de l'aile est plus longue que la graine elle-même avec un rapport « longueur de l'aile/longueur de la graine » de l'ordre de 1.49 en moyenne à Tala-Rana

Les moyennes de la longueur et de largeur des graines du cèdre de l'Atlas obtenues par Derridj (1990) sur des provenances algériennes et par Aidrous-Larbi (2007) sur les provenances marocaines sont de l'ordre de 12 mm pour la longueur et de 5mm pour la largeur.

Selon Derridj (1990) le grain de pollen du cèdre de l'Atlas, vu de profil, a un corps long de 57.24µm et large de 47µm ; et des ballonnets larges de 42,24µm et hauts de 27µm.

#### 4- CYCLE DE REPRODUCTION DU CEDRE DE L'ATLAS

Le cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas a été décrit en détail par Toth (1978) au niveau de la cédraie artificielle du sud de la France et confirmé par Derridj (1990) au niveau de l'aire naturelle de l'espèce.

Le cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas dure deux ans (Fig.10) : il commence par une initiation florale courant été de l'année (N) suivie d'une pollinisation d'automne de la même année (N) :

**Evolution des chatons mâles :** Les premiers bourgeons mâles commencent à se différencier morphologiquement vers la fin juin. Chaque bourgeon, apparaît au milieu d'une rosette d'aiguilles insérées sur un rameau court. Il mesure quelques millimètres de longueur. La rupture de l'enveloppe qui le protège, laisse apparaître un petit chaton de couleur vert tendre, qui va évoluer courant juillet pour acquérir progressivement une plus grande taille. A la fin de son développement, il atteint dans le meilleur des cas 4 à 5 cm de long et 1cm de diamètre.

Au point de vue morphologique, le chaton mâle du cèdre est semblable aux chatons mâles des autres conifères, et consiste en un simple axe portant une série d'écailles comprimées dont chacune porte attachés à sa partie supérieure (Fig.7a), deux sacs polliniques contenant le pollen (Anonyme, 1983). Quand le chaton est encore vert, il contient du pollen humide. A maturité, il prend une couleur marron et des fendillements latéraux le traversent par suite de l'allongement de son axe, et le pollen à présent sec et poudreux commence à être libéré, marquant le début d'anthèse (Pollinisation) (Fig.7b) qui intervient vers la mi-septembre chez les arbres les plus précoces.

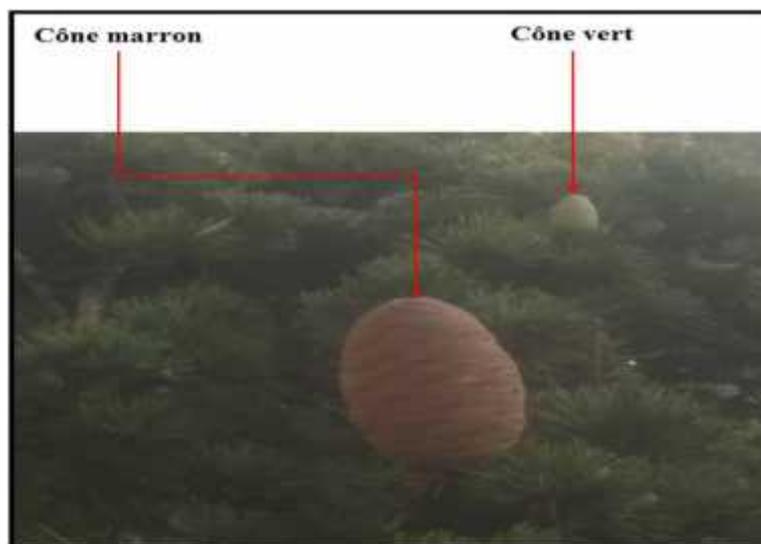


**Figures :** (7a) Chaton mâles remplis de pollen, (7b) Pollinisation du cèdre de l'Atlas (Google image)

**Evolution des inflorescences femelles :** L'apparition des inflorescences femelles a lieu vers la fin août chez les arbres les plus précoces. L'inflorescence femelle apparaît solitaire au milieu d'une rosette d'aiguilles, sous forme d'un bourgeon gonflé dont l'extrémité ovale est plus claire que la base. La rupture de l'enveloppe protectrice laisse voir partiellement une inflorescence aux écailles tendres au toucher et de couleur verte (Fig.8). L'inflorescence s'allonge et se dégage progressivement pour atteindre des dimensions maximales la rendant totalement visible avec des écailles écartées d'un angle de 90° par rapport à son axe. Cette inflorescence peut être décrite comme étant formée d'un axe sur lequel sont insérées des bractées en spirale. Chaque bractée, comporte à sa base une écaille ovulifère qui lui est reliée d'une part et à l'axe d'autre part. Cette écaille porte deux ovules sur sa face supérieure (Anonyme, 1983). Chaque écaille est une « fleur » composée de deux carpelles soudés, et l'ensemble des écailles forme le cônelet femelle (Toth, 1978).

Après la dormance hivernale, survient la fécondation durant l'année (N+1) qui s'accompagne d'une augmentation du poids du cônelet fécondé, qui acquiert sa maturité morphologique à la fin septembre de l'année (N+1). Quant à sa maturité physiologique, il ne va l'acquérir que tard dans la deuxième année (N+2) :

**Fécondation :** Le stade de réceptivité maximale au pollen est indiqué par l'ouverture des écailles à des angles perpendiculaires à l'axe du cônelet (Toth, 1978 ; Cumins et Richter, 1948 in Fowler, 1964 ; Anonyme, 1983). Une fois ce stade dépassé, le cônelet femelle referme progressivement ses écailles. Cette fermeture intervient dès la troisième semaine de septembre chez les arbres les plus précoces mais peut se poursuivre courant octobre.



**Figure 8 :** Inflorescence femelle du cèdre de l'Atlas à l'état jeune (vert) et mature (marron)  
(Originale, 2016)

**Désarticulation** : La désarticulation des cônes a lieu en automne de l'année (N+2), elle est favorisée par les pluies (Fig.9). Les graines dispersées en automne séjournent au sol durant l'hiver et peuvent être recouvertes d'une couche de neige qui leur assure une sorte de stratification au froid humide les préparant à la germination au cours du printemps suivant.



**Figure 9** : Inflorescence femelle du cèdre de l'Atlas avec désarticulation (Originale, 2016)

Le cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas est illustré dans le tableau qui suit :

**Tableau I** : Le cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas

<b>1-L'année N : Année de la floraison et de la pollinisation</b>	<b>2-L'année N+1 : Année des principales phénophases</b>	<b>3-L'année N+2 : Maturité physiologique du cône</b>	<b>4-L'année N+3</b>
1.1- Bourgeons floraux Fermés	2.1- Croissance lente des inflorescences femelles.	3.1- Déshydratation des cônes.	4.1- Fin de la Désarticulation
1.2- Gonflement des bourgeons floraux.	2.2- Fécondation et formation de cônelets.	3.2- Ouverture des écailles.	
1.3- Apparition des fleurs mâles.	2.3- Croissance rapide, formation des cônes et des graines.	3.3- Désarticulation des cônes.	
1.4- Apparition des Inflorescences femelles.	2.4- Changement de couleur.	3.4- Dissémination des graines	
1.5- Production des grains de pollen.	2.5- Maturation de cônes.		
1.6- Ouverture des bractées des inflorescences femelles.			
1.7- Pollinisation.			
1.8- Chute des fleurs mâles.			

Source : (Khanfouci, 2005)

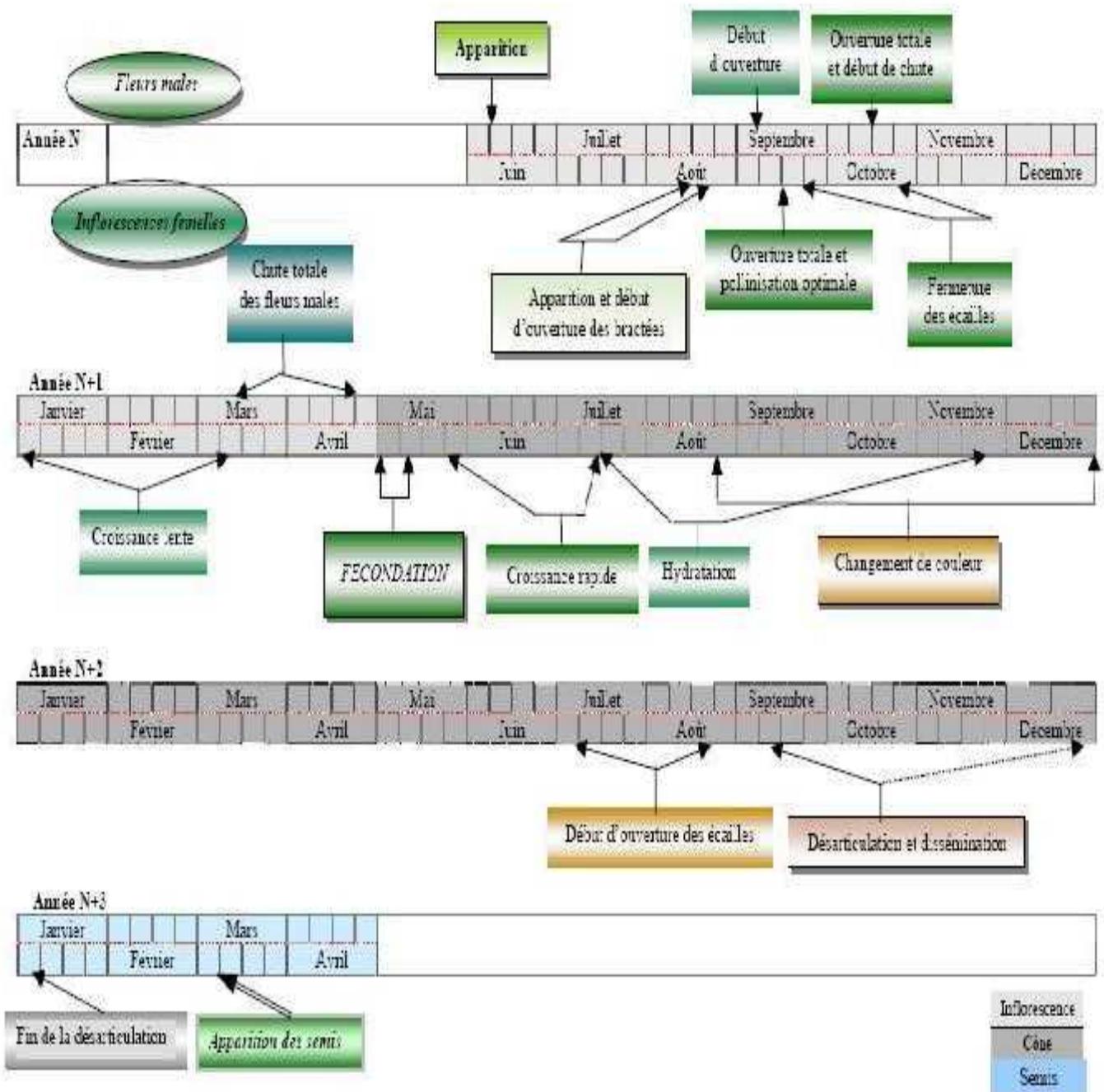
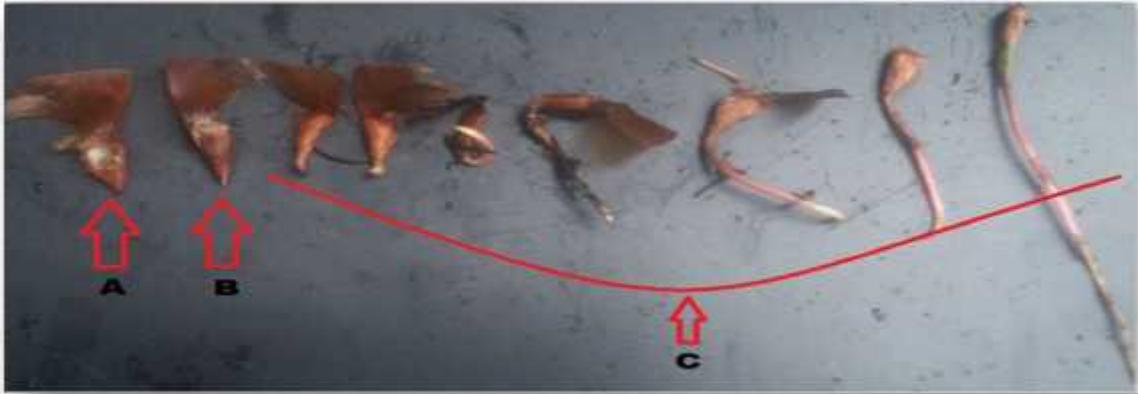


Figure 10 : Le cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas selon Khanfouci (2005)

### 5- GERMINATION DE LA GRAINE DU CEDRE

D'après Nedjahi (1988), la germination est caractérisée par le passage d'une vie ralentie à une vie active par le développement de l'embryon (Fig.11). En général la germination est conditionnée par la maturité des graines, une humidité modérée, l'oxygène et les températures basses (les graines doivent subir l'action du froid pendant quelques semaines). La graine du cèdre ne peut pas germer que si la température maximale journalière avoisine les 10°C pendant 7 à 10 jours (Lepoutre & Pujos, 1963).



**Figure 11 :** (A) graine percée (B) graine intacte (C) les étapes de germination de la graine  
(Originale, 2016)

## 6- INSTALLATION ET MAINTIEN DES SEMIS

Selon Mediouni & Yahi (1989), les jeunes cèdres ont une distribution contagieuse à la périphérie des grands semenciers, cela veut dire qu'ils ne résistent ni physiologiquement à l'ombre des vieux sujets ni mécaniquement à leurs branches étalées. Le manque de lumière pour les jeunes pousses est compensé par les potentialités du sol. Si les semis poussent sur un sol profond et suffisamment humide, ils seront bénéficiaires de l'eau nécessaire à leur développement. Ils peuvent ainsi supporter l'ensoleillement néfaste de la période estivale dès les premiers temps de leur apparition (Fig.12).



**Figure 12 :** Semis de cèdre de l'Atlas (Originale, 2016)

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).

Les facteurs influençant l'installation et le maintien des semis de cèdre sont nombreux et complexes. D'après Khanfouci (2005), Cette complexité se traduit par une régénération capricieuse : des semis apparaissent à certains endroits et pas en d'autres et de belles nappes de

semis de 4 à 5 ans disparaissent sans raison apparente. L'explication de cette variabilité de régénération, se heurte souvent à la complexité des phénomènes mis en jeu.

## 7- IMPORTANCE DU CEDRE

Le cèdre de l'Atlas, est une essence prestigieuse et précieuse. Comme les autres espèces de son genre, il est synonyme de longévité (plusieurs siècles), de rusticité, de résistance et de solidité. Le cèdre est apprécié pour ses nombreux avantages sociaux, économiques et écologiques. Parmi ses avantages, nous citons :

**La production de bois** d'œuvre solide et de bonne qualité, apprécié pour son imputrescibilité. Utilisé dans divers domaines (menuiserie, charpenterie, ébénisterie. Les rameaux de petit diamètre servent comme bois de chauffage pour les riverains.

**La production d'huile** aromatique obtenue par distillation, à usage multiple (savon et shampoing, médecine moderne et traditionnelle, parfumerie). Elle traite de nombreux problèmes de peau et de cuir chevelu (Fig.13).



**Figure 13** : Huile essentielle du cèdre de l'Atlas

**La résistance au feu** : Toth (1970) rapporte qu'en France, en cas d'incendies, les peuplements de cèdre se comportent bien. La propagation du feu est limitée en comparaison avec les pins. Lorsque les peuplements de cèdre sont denses, ils peuvent éliminer toute végétation herbacée. Quand ils sont âgés, ils brûlent mal ou pas du tout. Vu sa rusticité et sa tolérance aux stress climatiques et au calcaire ainsi que son aptitude à occuper des sols variés, le cèdre de l'Atlas est considéré comme une essence de base pour la reconstitution et la revalorisation des forêts dégradées productives de France.

**La protection des sols** contre l'érosion et la désertification (ceinture verte de l'Atlas). En effet, le cèdre possède un système racinaire étendu et ramifié lui permettant de bien protéger le sol contre l'érosion (Toth, 1970).

**L'abri pour une riche biodiversité** de la flore et de la faune. M'hirit et all (1999) in Demarteau (2006) a estimé la flore des cédraies compte 1 millier d'espèces (10 % arbres, 15 %

arbustes et arbrisseau, 75 % herbacées annuelles). Le même auteur rapporte une faune composée de 37 mammifères, 142 espèces d'oiseaux, 33 espèces d'amphibiens et reptiles.

**Les loisirs et tourisme (Ecotourisme) :** Les cédraies, notamment méditerranéennes, en plus de leur fonction de production de bois de qualité et de maintien d'un équilibre biologique par l'amélioration des conditions écologiques favorables à la pérennité de l'espèce, recueillement d'une population désireuse de se relaxer, se reposer et s'oxygéner dans un cadre de vie agréable (Toth, 1990a).

Du point de vue **esthétique**, le cèdre est l'un des arbres les plus remarquables. Clemenceau l'avait fait déclarer « arbre sacré » et De Lamartine en avril 1833, après avoir visité le site d'El-Herze au Liban, avait écrit « Ces arbres sont les monuments naturels les plus célèbres de l'univers ». Son fût rectiligne, sa silhouette élancée et la teinte de ses feuilles contribuent à la beauté du paysage et à l'attraction des touristes. Les arbres isolés, avec leur ramure étalée, des couleurs allant du vert clair, foncé ou glauque, jusqu'au bleu, assurent un ombrage frais et agréable (Toth, 1970).

**Site d'étude**, les cédraies représentent aussi un véritable laboratoire pour les scientifiques.

## 8- CARACTERES ECOLOGIQUES DU CEDRE

C'est un arbre essentiellement montagnard, bien adapté au climat froid. Les conditions écologiques du cèdre sont très variables et varient selon plusieurs facteurs dont les plus importants sont l'altitude, le climat et le sol (Boudy, 1950).

La longévité du cèdre de l'Atlas est remarquable, et sa limite supérieure n'a pas encore été arrêtée. Elle dépasse certainement 600 à 700 ans. On lui attribue même 1000 ans et plus, ce qui est très possible (il y a des arbres de 12 à 15 m de tour). Le cèdre de l'Atlas donne des graines fertiles jusqu'à un âge avancé (Boudy, 1952 in Derridj, 1990). Au niveau de la cédraie de Tala-Rana (Djurdjura), on trouve des cèdres de quelques mètres de tour, dits " cèdres millénaires ", qui continuent de fleurir et de fructifier.

### 8.1- Climat

Le cèdre de l'Atlas est moins plastique que son compagnon le chêne vert et son optimum se situe en climat méditerranéen humide à variante froide et continentalité un peu accentuée (Boudy, 1950). Le cèdre de l'Atlas s'accommode des climats très différents, très humide dans le Rif, humide dans le Moyen Atlas et ou relativement sec dans les Aurès (Boudy, 1950). Selon Aussenac (1984), le cèdre se trouve dans divers étages bioclimatiques :

Semi-aride à hiver froid et humide : Djebel Azreg.

Subhumide à hiver froid : Belezma, Chelia et S'gag.

Humide à hiver froid : Djurdjura, Theniet El Had. Babors et Chréa.

### 8.1.1- Températures

La température constitue un facteur écologique limitant et important. Elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition des végétaux. En Afrique du Nord, le cèdre de l'Atlas vit entre une température moyenne annuelle de 8.5 °C et 11 °C, alors qu'au Maroc (Ifrane) il se trouve entre 10°C et 12°C (Gaussen, 1955 in Saadi ; 1992). Riou-Nivert (2005) a signalé que le cèdre peut résister à très basses températures (-20°C).

### 8.1.2- Précipitations

En Algérie, les cédraies sèches des Aurès et du Hodna ne reçoivent qu'une tranche pluviométrique comprise entre 500 et 700 mm / an (Khanfouci, 2005). Cependant, celles du Djurdjura, des Babors, l'Ouarsenis, Chréa et Meurdja qui sont plus humides, reçoivent selon Derridj (1990), entre 1100 et 2100 mm de pluie par année. La variabilité orographique de l'Algérie est l'une des origines de la distribution hétérogène des pluies à l'échelle nationale. La répartition irrégulière des précipitations annuelles et mensuelles est un facteur défavorable pour la régénération naturelle des essences sylvicoles, notamment celle du cèdre de l'Atlas. Une sécheresse estivale prononcée accentue encore plus la difficulté du maintien des semis (Khanfouci, 2005).

### 8.2- Altitude

Les limites inférieures ou supérieures diffèrent d'une cédraie à l'autre. D'après Pujos (1966), trois types de cédraies se distinguent en fonction de l'altitude :

Les cédraies basses : inférieures à 1800 m.

Les cédraies moyennes : comprises entre 1800 – 2100 m

Les cédraies hautes : supérieures à 2100 m.

Selon Quezel (1980), la cédraie peut descendre jusqu'à 900 m en Algérie. Au Maroc, elle peut aller, selon M'hirit (1982) et Abourouh (1994) jusqu'à 2500 m sur le haut-Atlas oriental.

Au Djurdjura, elle est située à 1400 mètres sur le versant nord et à 1600 mètres sur le versant sud (Lapie et Derridj, 1985). Dans notre station la cédraie apparaît à 1200m mais des individus isolés sont observés à 700 m d'altitude dans des conditions d'humidité (ravins humides).

L'optimum écologique du cèdre se situe vers 1800 m d'altitude (Boudy, 1950) et entre 1600 m et 2000 m d'après Achhal *et al* (1980). Au-delà de 2600 m, il est remplacé généralement par le Génévrier thurifère (Demarteau, 2006). A basse altitude, les hivers sont plus doux et la régénération du cèdre est plus abondante, tandis qu'à haute altitude les hivers sont rudes et retardent donc les dates de germination ce qui est plus souvent incompatible avec la survie des

plantules (Lepoutre, 1963). Au Djurdjura (versant sud), des individus épars sont signalés à des altitudes dépassant les 2000m.

### 8.3 -Exposition

Selon Seltzer (1946) et Lehouerou (1975), il existe des relations entre la pluviométrie et l'exposition d'une part et l'altitude et la pluviométrie d'autre part et préconisent entre 20 et 40 mm d'accroissement de la pluviométrie annuelle par 100 m de dénivelée selon l'exposition des versants. En Algérie les plus belles cédraies évoluent sur les versants nord et nord-ouest, plus exposées à une pluviométrie importante par suite de vents humides, comparativement aux versants sud exposés aux vents chauds et secs « Sirocco » et un ensoleillement plus fréquent (Emberger, 1935).

### 8.4- Lumière

Divers facteurs influencent l'atténuation de la lumière dans les peuplements forestiers particulièrement la composition, la densité, la structure, l'architecture du peuplement, l'état du ciel et l'angle solaire. La biomasse foliaire réduit non seulement la qualité de la lumière qui atteint le sous-bois, mais produit de larges modifications de la qualité spectrale de la lumière. (Lamhamedi & Chbouki, 1994). La présence des tâches de lumière et de conditions microstationnelles favorables peut conditionner la régénération du cèdre dans les peuplements denses.

### 8.5- Sol

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 ; Schorenberger, 1970 ; Toth, 1971 et 1981 ; Malki, 1992).

## 9- ASSOCIATION VEGETALES

Boudy (1950), signale que la cédraie se présente sous deux faciès : Un faciès humide : à Chréa, Theniet El Had, les Bahors et moyen Atlas marocain, il est caractérisé par l'abondance du chêne vert (*Quercus ilex*), l'absence de genévrier thurifère (*Juniperus thurifera*), referme du chêne zeen (*Quercus canariensis*) de l'If (*Taxus baccata*) et de nombreuses autres espèces.

Un faciès relativement sec : aux Aurès, Monts du Hodna et grand Atlas Oriental marocain caractérisé par les espèces suivantes : le pin d'Alep (*Pinus halepensis*), le chêne vert (*Quercus ilex*), le genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), le frêne dimorphe (*Fraxines dirmorpha*), l'aubépine monogine (*Crataegus monogyna*) et l'érable de Montpellier (*Acer monospessulanum*).

### 1- SITUATION GEOGRAPHIQUE

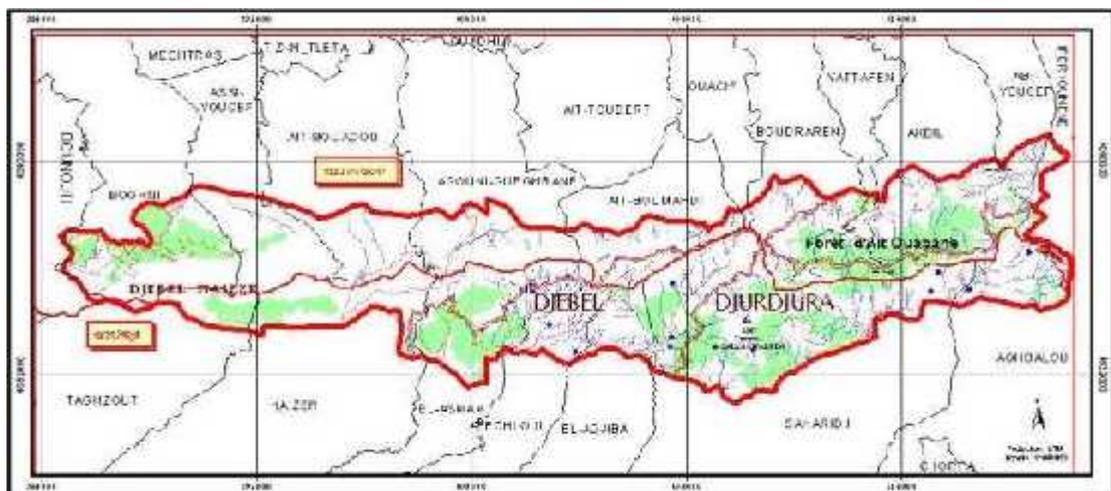
Le Parc National du Djurdjura (PND) se trouve dans la partie nord de l’Algérie à environ 40 km, à vol d’oiseau de la mer et 150 Km à l’Est d’Alger, s’étendant sur une superficie de 18.850ha. Ce territoire est circonscrit entre la latitude 36° 31' 02" et 36° 25' 42" nord et longitudes 3° 57' 23" et 4° 19' 43" est du méridien international (Fig.14).

Le territoire du parc national du Djurdjura est constitué par la chaîne de montagne calcaire s’étalant sur 500 Km d’est en ouest et ayant en moyenne 5 km de largeur. Elle forme un arc de cercle ouvert vers le nord. Cette chaîne se divise en trois parties : le massif oriental Tamgout de Lalla-Khedidja (2308m) ; le massif central de l’Akouker entre Tizi-N’kouilal et l’Alma (Ras-Timédouine : 2305m) et le massif occidental de Haïzer (2164 m). La zone d’étude s’inscrit dans la partie orientale du Djurdjura, en l’occurrence le massif de Lalla-Khedidja. Il est en forme de pyramide avec quatre exposition majeures, limité au nord par le village d’Ait ouabane, au sud par le village Saharidj, à l’est par l’oued Ouakour et à l’ouest par l’oued Tizi N’Kouilal.

**Tableau II** : Coordonnées géographiques et altitude de la station d’étude

Coordonnées Station	Latitude	Longitude	Altitude
Tala Rana	36° 26' N	4° 14' E	1525m

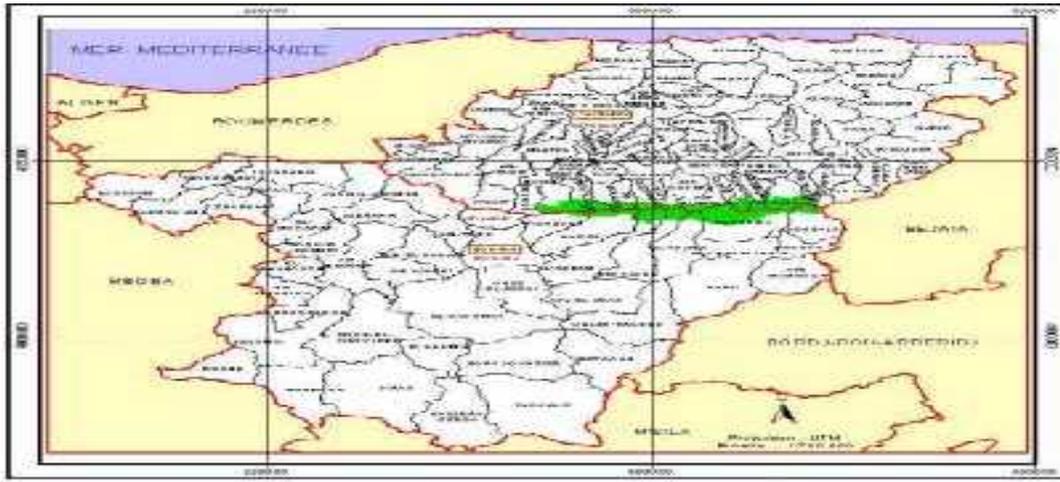
Dans cette partie orientale, la station de Tala Rana située en exposition sud est retenue. Elle est comprise entre la latitude 36° 26' nord, longitude 4° 14' est, avec une altitude de 1525m (Tab.II).



**Figure 14** : Situation géographique de la zone d’étude (Atlas des Parcs Nationaux, 2010)

## 2- SITUATION ADMINISTRATIVE

Au plan administratif, le parc national du Djurdjura intègre des portions de territoire des wilayas de Bouira et de Tizi Ouzou. Il s'étend sur les territoires de 18 communes. On y accède par 5 entrées principales. Les réseaux de route et de piste permettent l'accès à de diverses zones du par cet principalement par les routes nationales 30 et 33. La station de Tala Rana fait partie de la commune de Saharidj, à la limite nord est de la wilaya de Bouira. Elle, est située à environ 900 m au dessus du village de M'Chedallah (ex. Maillot) (Fig.15).



**Figure 15 :** Situation administrative de la zone d'étude (Atlas des Parcs Nationaux, 2010)

## 3. CARACTERISTIQUES DU MILIEU D'ETUDE

### 3.1-Topographie et relief

Au Djurdjura, le relief est très contrasté, la surface du terrain est faite d'escarpements et de précipices (Lefèvre, 1900 in Abed, 1984). Tala Rana, qui est une région montagneuse formée de plissements alpins, Cherkelaine (1980) in Abed (1984), on distingue 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. Ces sommets dominant des vallées caractérisées par des formes en U ou en V et qui présentent des versants concaves, convexes, convexo-concaves et rectilignes.

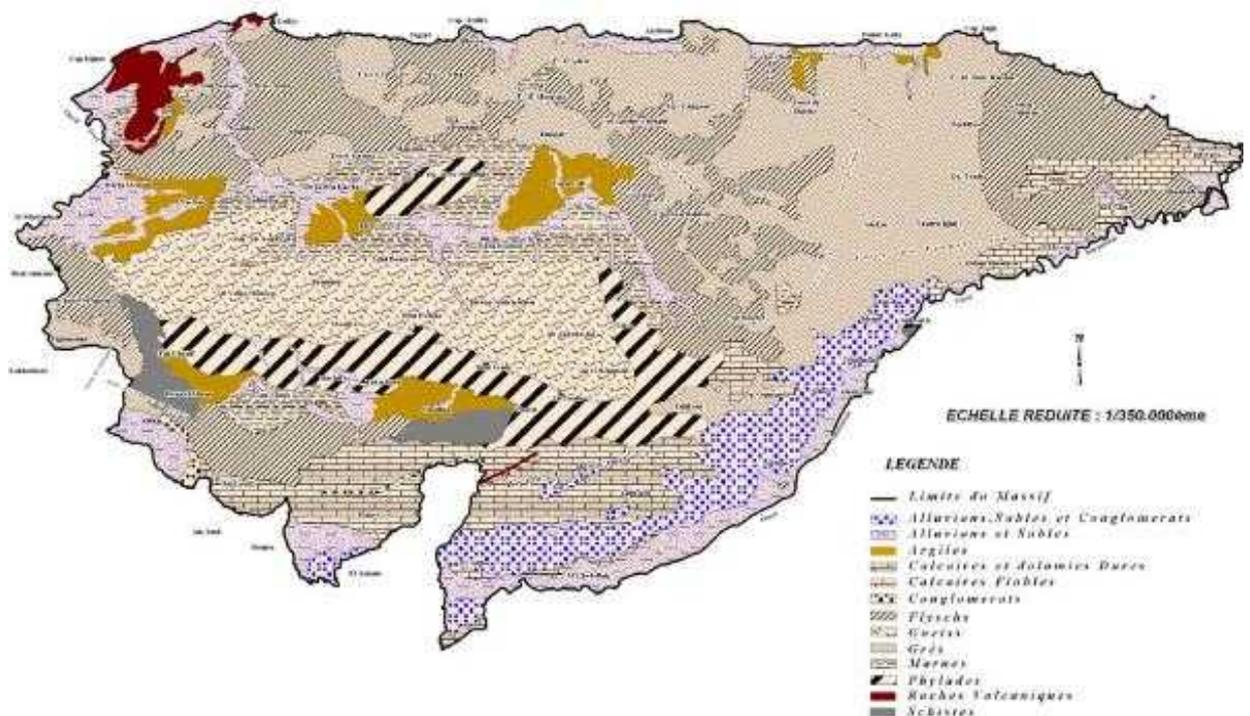
### 3.2-Géologie et lithologie

Le massif du Djurdjura avec ses hauts reliefs (2308m) essentiellement calcaire, est un élément majeur d'un ensemble géologique de la chaîne des Maghrébides Appelé « Chaîne Calcaire » ou « la dorsale Kabyle ». La région d'étude appartient à la chaîne calcaire du Djurdjura caractérisée par des flysch et calcaires. La chaîne de Djurdjura est constituée entièrement par des sédiments calcaires et

par des crêtes généralement dolomitiques du lias inférieur (Flandrin, 1949). Dubuis & Faurel (1949), affirment qu'on y trouve des sédiments calcaires plus ou moins dolomités violemment et inégalement corrodés par la combinaison des agents atmosphériques, ce qui a pour corollaire un énorme développement des modelés karstiques (lapiaz, dolines, agounis, tesserefs, etc....). De surcroît, selon les mêmes auteurs, et d'après la carte lithologique de la Kabylie du Djurdjura (Matet, 2008) la lithologie est constituée de roches sédimentaires à :

- calcaires compacts
- marno-calcaires friables
- grès siliceux en bancs ou poudingues
- argiles pures.

Flandrin (1952), rapporte qu'après les calcaires dolomités viennent ensuite, à degrés moindre, les schistes et quartzites qui sont également du Crétacé, ainsi que les grès, marnes sableuses et microbrèches datant de l'Oligocène. Nous retrouvons également des schistes et grès du Carbonifère. Très complexe sur le plan géologique (Quezel, 1957), le territoire du Parc National du Djurdjura (P.N.D) est constitué par une chaîne de montagne calcaire s'étalant sur 50 km d'est à ouest et ayant en moyenne 5 Km de largeur. Elle forme un arc de cercle ouvert vers le nord (Fig.16).



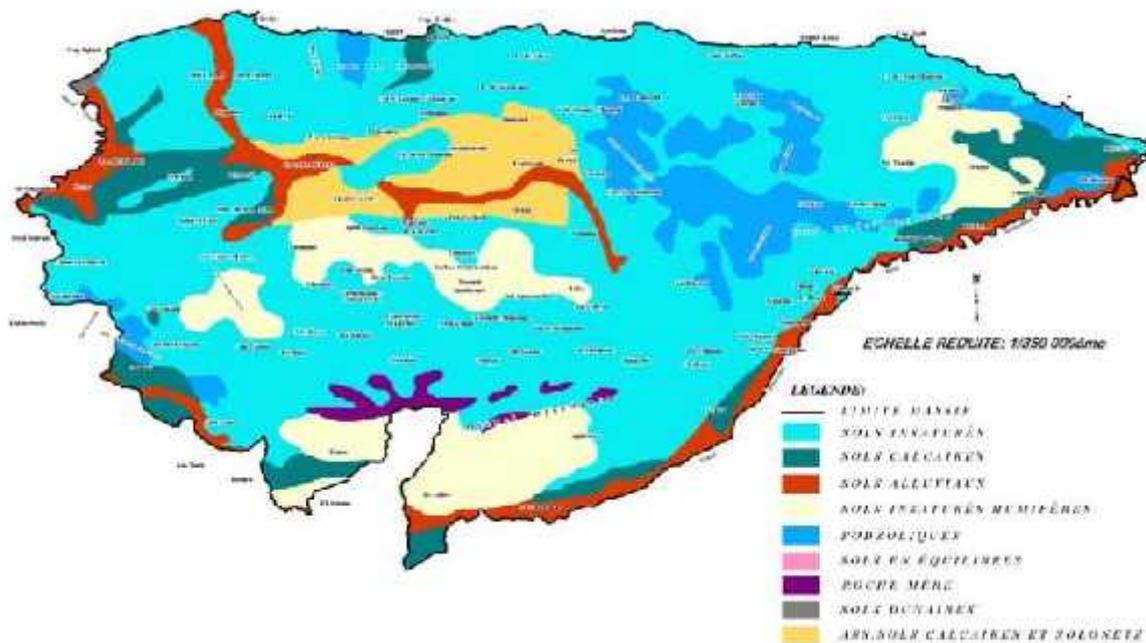
**Figure 16 :** Carte lithologique de la Kabylie du Djurdjura (Matet, 2008)



discontinuités altitudinales de végétations. Ces reliefs parsemés de falaises surplombées de dômes, témoignent de la brutalité de l'érosion (Addar & Oudineche, 1994).

### 3.3- Caractères édaphiques

Il est assez difficile de présenter de façon claire les divers domaines pédologiques du massif du Djurdjura. Ceci tient d'abord à leur extrême diversité, car les sols constituent ici des mosaïques compliquées où se mêlent paléosols et sols récents et où les conditions locales (roche mère, topographie) introduisent des variantes nombreuses. En outre, les données pédologiques que l'on possède sur Djurdjura sont assez maigres et résultent pour leur grande partie d'une « *carte des sols de l'Algérie* » au 1/500 000, élaborée il y a plus d'un demi siècle par Durand (1954). Cette carte comprend 24 classes de sols différents selon le système de classification français. Selon cette dernière carte pédologique, et plus précisément la coupure d'Alger (Feuille N.J. 31-SE), 9 classes de sols sont représentées dans la Kabylie du Djurdjura (Fig. 18).



**Figure 18 :** Carte pédologique de la Kabylie du Djurdjura (Durand, 1954)

Quezel (1976), rapporte que « les cédraies circumméditerranéennes sont d'une façon générale localisées sur un substrat calcaire ». Aussi, le cèdre « accepte tous les types de roches mères ayant des pH variant entre 4 et 8 d'une part, et d'autre part il craint les excès d'argile magnésienne sur le calcaire dolomitique » (Anonyme, 1979).

D'après Chalabi (1980), les résultats granulométriques, montrent que le sol est en général limoneux. Les fractions granulométriques sont représentées en grande proportion par les limons grossiers et les sables fins. On notera aussi une diminution des limons grossiers en fonction de la profondeur et une augmentation des sables grossiers en fonction de cette dernière. Cela s'explique que par une altération plus importante en surface des sables et limons.

Les sols du Djurdjura sont caractérisés par un pH proche de la neutralité ainsi qu'un rapport C/N variable et traduisant un bon état d'évolution de la matière organique Chalabi (1980), Kadid (1985) et Cherkelaine (1997). Ces sols sont aussi qualifiés de limoneux, avec les horizons organiques A0 de couleur assez foncé. A1 et C sont constitués par altération de la roche mère composée de calcaires dolomitiques.

Par ailleurs, Mestar (1995), Cherkelaine (1997) et DGF (2006), révèlent que les sols du Djurdjura sont surtout des :

Sols bruns forestiers acides à profils A(B) C et ABC, sous forêts de feuillus et de résineux sur roche mère, grès numidiens et schistes,

Sols peu évolués calcimagnésiques, sous forêts de résineux à pin d'Alep et à cèdre dégradé sur roche mère calcaire.

Les sols calcaires apparaissent sur le massif du Djurdjura et son prolongement vers l'ouest, la chaîne de Beni Khalfoun, et en versant sud du Djurdjura jusqu'à Akbou au piémont du massif de Chellata. Les sols podzoliques sont relativement circonscrits, dans certains secteurs bien arrosés, de la région orientale gréseuse des forêts de chênes. Sous ces forêts, les sols bruns forestiers évolués se rencontrent souvent. En effet, la plupart des sols forestiers sont évolués, de profondeur supérieure en général à 50 cm, de type brun lessivé, présentant un profil de type ABC. L'humus est un mull forestier, à pH acide, caractérisé par un rapport C/N satisfaisant donnant une bonne minéralisation (Durand, 1951 ; Quézel, 1956).

Enfin, la roche mère calcaire affleure sur une grande partie des sommets escarpés du Djurdjura, spécialement dans sa portion occidentale (Massif de Haïzer).

### **3.4- Réseau hydrographique**

Le Djurdjura est caractérisé par un réseau hydrographique dense et varié allant de simple cours d'eau (ruisseaux) jusqu'aux oueds qui coulent dans toutes les directions (Fig.19). Ces derniers créent une hétérogénéité du relief. Nous avons une ramification importante, débutant par des oueds, allant jusqu'aux sources, dont le nombre est considérable avec des débits importants qui peuvent atteindre 500l/s. Dans notre zone d'étude, les principales sources, sont les suivantes : Tala Rana, Source noire,

M'zarir (ensemble des sources), Source des singes, Bouhrab, Oufenssou, Ighzer et Tadert El Djedid (ensemble de sources).

Aussi, le Djurdjura s'individualise par l'existence des lacs temporaires, localisé au niveau de Tala Guilef tel le lac Ouguelmine.



**Figure 19** : Carte hydrographique du Parc National du Djurdjura (PND, 2011)

### 3.5- Caractéristiques climatiques

#### 3.5.1-Pluviométrie

Le Djurdjura est l'une des régions les plus arrosées de l'Algérie, avec une pluviométrie annuelle allant de 1200 à 1500mm. Les précipitations ont lieu principalement sous forme de pluie et de neige. Les mois les plus froids sont successivement janvier, février et décembre (DGF, 2006). Dans le cas de notre zone d'étude, la station de Tala Rana reçoit en moyenne 830 mm selon les données de Seltzer (1946) pour la période 1913-1938 et 836.50 mm selon l'ONM de Bouira (1981-2000).

#### 3.5.2- Neige

Selon Belin (1947) le Djurdjura reçoit des précipitations neigeuses de Novembre à Mars, et cet enneigement bien qu'assez irrégulier, est considérable. Quezel (1957) note aussi que l'intensité des précipitations sur cette chaîne détermine souvent des épaisseurs de neige considérables atteignant parfois 4 mètres, avec persistance de trous à neige durant toute l'année. Selon Abdesselam (1995), la

neige tombe sur ce massif d'Octobre à Mai, avec une moyenne de 32 jours de chute par an, et elle persiste sur les sommets durant quatre mois. Selon Seltzer (1946), le nombre de jours de neige est supérieur à 15 jours dans les stations dont l'altitude dépasse les 100m. La lente fonte des neiges laisse le sol s'imbiber et s'humecter profondément pour constituer une excellente réserve d'eau utile. La neige remplace les précipitations lorsque les températures sont en dessous de zéro et dure 6 mois sur les sommets du Djurdjura (Quezel, 1957). La durée prolongée d'enneigement suivie d'une fonte rapide et d'une élévation de température, écourte le temps favorable et nécessaire à la germination des graines et au développement des semis (Pujos, 1946). Les graines de cèdre présentent une dormance profonde, un froid humide est nécessaire à sa levée. La neige constitue une protection thermique grâce à son pouvoir isolant, si la température est maintenue aux environs de 0°C, les végétaux se trouvent épargnés des gelées tardives (Ozenda, 1982)

### 3.5.3-Vent

L'orientation Est-Ouest du Djurdjura, l'expose aux vents dominants d'hiver "N-NW " (Belin, 1947). La vitesse du vent peut atteindre 20m/s sur les crêtes. Les sujets de cèdre en drapeau, observés à 2000m d'altitude, témoignent de l'intensité de la direction à domination Nord de ces vents (DGF, 2010). Au cours de l'été et de l'automne, la direction du vent est celle du sud. (Anonyme, 1970). Le sirocco est plus fréquent en versant sud, où est située la station de Tala Rana. En effet, on a enregistré entre 59 et 75 jours de sirocco, jusqu'à 19 jours consécutifs, en moyenne à M'Chedallah (Seltzer, 1946). La direction générale des vents chauds (siroccos) est sud et sud-est. Ils sont fréquents sur le versant sud du Djurdjura avec 77.4j/an à M'Chedallah.

### 3.5.4- Autres facteurs

**Humidité relative de l'air :** Sur le versant Nord, l'atmosphère demeure en tout temps humide même en été, avec la remontée de l'air chaud dans les dépressions chargées de vapeur d'eau. L'humidité relative enregistrée sous abri en altitude est supérieure à 65 % et moins de 50 % en été, elle est rarement en dessous de 25 % (Abdesslam, 1995). Le Sud du Djurdjura reçoit des masses d'air froides ou chaudes mais souvent sèches, l'humidité relative de l'air est tout le temps inférieure à 50 %.

**Gelées :** Elles apparaissent de mi-décembre jusqu'à mi-février. Elles sont estimées à 17,2 jrs/an (Anonyme, 2011).

**Grêles :** Le nombre de jours de grêle au Djurdjura dépasse 06 jours/An (Abdesslam, 1995). Ses effets sont néfastes pour la végétation, elle détruit les bourgeons et les fleurs.

**Brouillard :** Le brouillard est lié à la nébulosité et à la remontée de l'air humide des dépressions. A Tala Rana, Abdesslam (1995) a rapporté 100 jours de brouillard en moyenne par an avec un

maximum en décembre et un minimum en été. Il se manifeste de l'automne au printemps. Il persiste des journées entières sur les crêtes et en forêt. Il est relativement fréquent dans les parties hautes du Djurdjura. Dans la région de Tala Rana, la fréquence du brouillard est élevée en particulier au mois de Mars (Remichi, 1984).

### 3.6- Caractérisation climatique :

#### 3.6.1- Source de données et choix des stations de référence :

Pour mieux caractériser notre zone d'étude au plan climatique ; nous avons eu recours aux données climatiques provenant de diverses sources.

Les données climatiques ont été sélectionnées en prenant en compte pour critères, la proximité de la station de référence par rapport à notre station d'étude, ainsi que la période (durée) des mesures effectuées. Dans notre cas, nous avons choisi pour l'extrapolation, deux stations de référence : la station de M'Chedallah (465 m) et la station de Bouira (531 m), (Tab III) car elles sont situées sur le même versant (versant Sud). Le choix de ces deux stations, situées en plaine, est dû à l'absence de stations de collecte d'informations météorologiques en altitude.

En effet, en raison de l'éloignement de la station et l'utilisation de données anciennes et fragmentaires, celles-ci n'ont servi que pour obtenir des valeurs proches de la réalité. Les extrapolations des températures et des précipitations sont faites principalement selon des gradients de Seltzer (1946) et Meddour (2010) (tableau V).

**Tableau III** : Sources des données climatiques utilisées

Paramètres	Températures	Précipitations		
Source	Seltzer (1946)	Seltzer (1946)	ONM Bouira	Meddour (2010)
Période	1913-1938	1913-1938	1981-2000	1981-2000

Le tableau ci-dessous (Tab. IV), représente les données climatiques (températures et précipitations), qui seront utilisées pour caractériser, sur le plan climatique, la station d'étude.

**Tableau IV** : Données climatiques de la station de référence

Station de référ.	Source	Paramètres	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moy.
M'Chedallah (465 m)	Seltzer 1946	M (°C)	7.04	8.44	10.64	13.24	18.04	23.64	28.3	28.8	23.94	17.6	12.3	7.74	16.64
		m (°C)	0.02	0.72	1.22	3.22	6.72	10.32	14.4	12.8	10.92	8.3	3.72	0.42	6.07
		(M+m) /2	3.53	4.58	5.93	8.23	12.38	16.98	21.3	20.8	17.43	12.9	8.03	4.08	11.36
	ONM- Bouira 1981- 2000	P (mm)	96	64	66	40	46	24	6	8	28	37	71	85	571
Bouira (531 m)	ONM- Bouira 1981- 2000	P (mm)	39.8	33.2	37.8	36.2	24.5	8.1	2.5	5.7	16.9	30.2	35.6	36	306.5

### 3.6.2- Extrapolation

Le tableau V montre une comparaison des gradients pluviométriques et thermiques selon deux sources Seltzer (1946) et Meddour (2010).

**Tableau V** : Gradients thermiques et pluviométriques, Seltzer (1946) et Meddour (2010)

Gradients		Gradients de Seltzer (1946)	Gradients de Meddour (2010)
Paramètres			
Pluviométrie		50 mm /100 m	Versant Nord 39 mm /100 m
			Versant Sud 64 mm /100 m
Températures	"m"	-0,4°C /100 m"	"-0,41°C /100m"
	"M"	"-0,7°C /100m"	"-0,78°C /100m"

Pour déterminer les données climatiques de la station de Tala Rana (1525 m), nous avons utilisé les critères d'extrapolation résumée dans le tableau VI.

**Tableau VI** : Tableau récapitulatif de la procédure d'extrapolation

Paramètre climatique	Station de référence	Source des données utilisées	Gradient utilisé
Précipitations	Bouira (531 m)	ONM Bouira	Seltzer (1946)
Températures	M'Chedallah (465 m)	Seltzer (1946)	Meddour (2010)

### 3.6.3. Caractéristiques climatiques de la station d'étude

#### Les températures

Le tableau suivant montre les données thermiques de la station étudiée

**Tableau VII** : Données thermiques de la station de Tala Rana

Mois Tempé °c	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne
<b>m</b>	-0,94	4,40	6,30	8,30	11,90	15,80	19,00	19,30	16,70	12,30	8,10	4,20	10,45
<b>M</b>	6,28	15,60	18,30	21,60	27,10	32,10	37,00	37,00	32,30	25,20	18,70	14,20	24,40
<b>(M+m2) /2</b>	2,67	10,00	12,30	14,95	19,50	23,95	28,00	28,15	24,50	18,75	13,40	9,20	17,11

A partir des données thermiques obtenues par extrapolation (Tab. VII), la température maximale du mois le plus chaud « M » correspond aux mois de Juillet et Aout. Elle atteint 37.00. La température minimale du mois le plus froid « m » est enregistrée au mois de Janvier avec une valeur de -0.94°C.

**Groupes, types et étages thermiques :** Compte tenu des températures moyennes annuelles de la station située entre 10 et 16°C, nous pouvons dire que Tala Rana fait partie du groupe thermique « tempéré » et du type thermique « tempéré frais » selon le système de Rivas Martinez (1996). Cette classification se rapproche du système de Defaut (1996), qui situe Tala Rana dans l'étage thermique « tempéré », ce dernier intègre les températures moyennes annuelles comprises entre 10 et 16,5°C.

#### Les précipitations

**Tableau VIII** : les précipitations moyennes et annuelles en (mm) de Tala Rana

Station (Altitude m)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuelle
<b>Tala Rana (1525 m)</b>	104,3	87	99,1	94,9	64,2	21,2	6,6	14,9	44,3	79,2	93,3	94,4	803,5

De manière générale, les précipitations progressent du mois d'Aout (14.9mm) pour atteindre un maximum au mois de Janvier (104.3mm). Elles diminuent progressivement jusqu'au mois de juillet ou elles enregistrent la plus faible valeur qui est de 6.6mm (Tab.VIII).

**Régime pluviométrique annuel** : A partir des données citées ci-dessus, nous déterminons le régime pluviométrique annuel au sens de Musset (1935) in Chaabane (1993) de notre station d'étude.

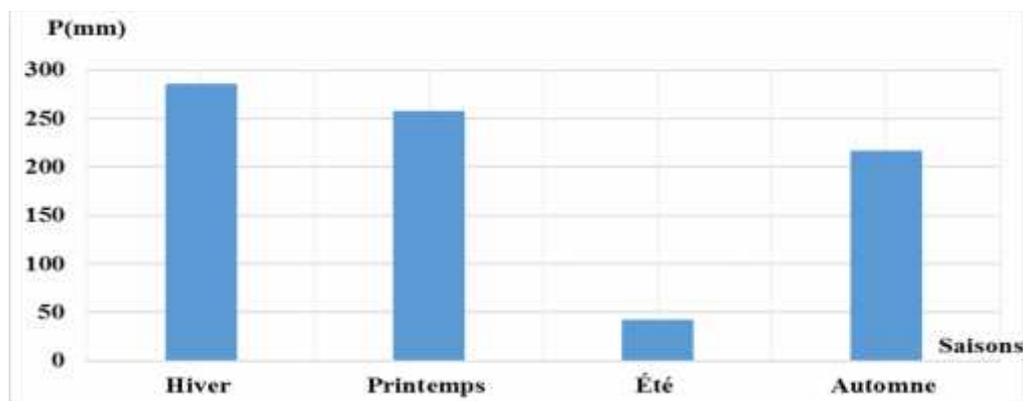
Nous rappelons que l'hiver (H), est défini comme étant la période allant de décembre de l'année n-1 à janvier et février de l'année n ; le printemps (P) intègre les mois de mars, avril et mai ; l'été (E), les mois de juin, juillet et aout ; et enfin l'automne (A) qui intègre les mois de septembre, octobre et novembre.

L'application de ce principe nous permet d'obtenir les résultats transcrits dans le tableau suivant :

**Tableau IX** : Régime pluviométrique saisonnier de la station de Tala Rana à partir des données extrapolées de l'ONM de Bouira

Saisons	Hiver	Printemps	Été	Automne
<b>Précipitations (mm)</b>	285.70	258.2	42.7	216.8

La représentation graphique de ces résultats en histogrammes nous donne la figure suivante :



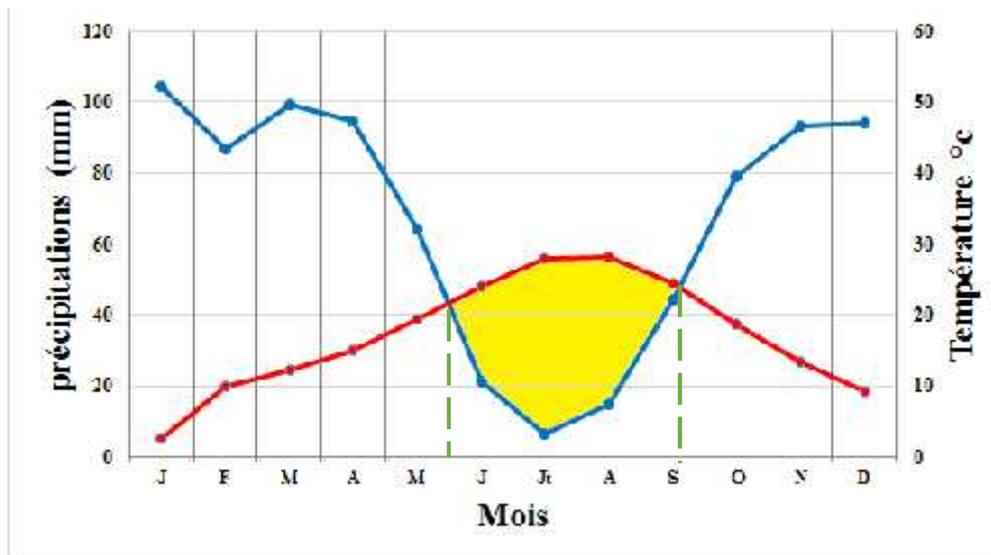
**Figure 20** : Régime pluviométrique saisonnier de la station de Tala Rana à partir des données extrapolées de l'ONM de Bouira

D'après la figure ci-dessus (Fig.20), le régime saisonnier de la station de Tala Rana est de type HP AE. La différence des précipitations entre l'hiver (285.70mm), le printemps (258.2mm) et l'automne (216.8mm) est très faible comme nous pouvons le constater. L'apport estival est de l'ordre de 42.7mm, il semble très insuffisant pour les régénérations du cèdre.

### 3.6.4- Synthèse climatique

#### 3.6.4.1- Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gaussen

Afin de faire ressortir la période sèche de notre zone d'étude, nous utilisons le diagramme de Bagnouls & Gaussen (1953) qui combine les températures moyennes mensuelles  $(M+m)/2$  en °C et la pluviosité moyenne mensuelle en mm, portées en ordonnées et les mois de l'année en abscisses. La période sèche est obtenue sur ce diagramme, par l'intersection des courbes thermique et pluviométrique. La projection des points d'intersection de ces courbes sur l'axe des abscisses (mois), détermine la durée de la période sèche (Fig.21).



**Figure 21** : Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gaussen (1953) de la station de Tala Rana

En effet, nous pouvons observer une période de sécheresse au sens de Bagnouls & Gaussen (1953) démarrante du 1<sup>er</sup> jour de Juin et se prolongent jusqu'au 20<sup>ème</sup> jour du mois de Septembre, ce qui correspond à trois mois et 10 jours(Fig.21).

#### 3.6.4.2- Quotient Pluviothermique d'Emberger

Pour caractériser le climat de notre station d'étude, nous calculons le quotient d'Emberger (1955) selon la formule qu'il propose :

$$Q_2 = 2000P/M^2 - m^2$$

« P » : Précipitation moyenne annuelle.

« m »: Température moyenne du mois le plus froid en degré Kelvin.

« M » : Température moyenne du mois le plus chaud en degré Kelvin.

Précipitation annuelle (P) : 803.5mm,

Températures moyenne du mois le plus chaud « M » :  $28,84^{\circ}+273$

Température moyenne du mois le plus froid « m » :  $0,02^{\circ}\text{C}+273$

Quotient pluviothermique d'Emberger :  $Q2 = 97$

Pour la station de Tala Rana, l'application du quotient pluviothermique d'Emberger avec les données ci-dessus, permet de situer la station de Tala Rana dans l'étage bioclimatique subhumide, variante à hiver froid (Fig. 22).

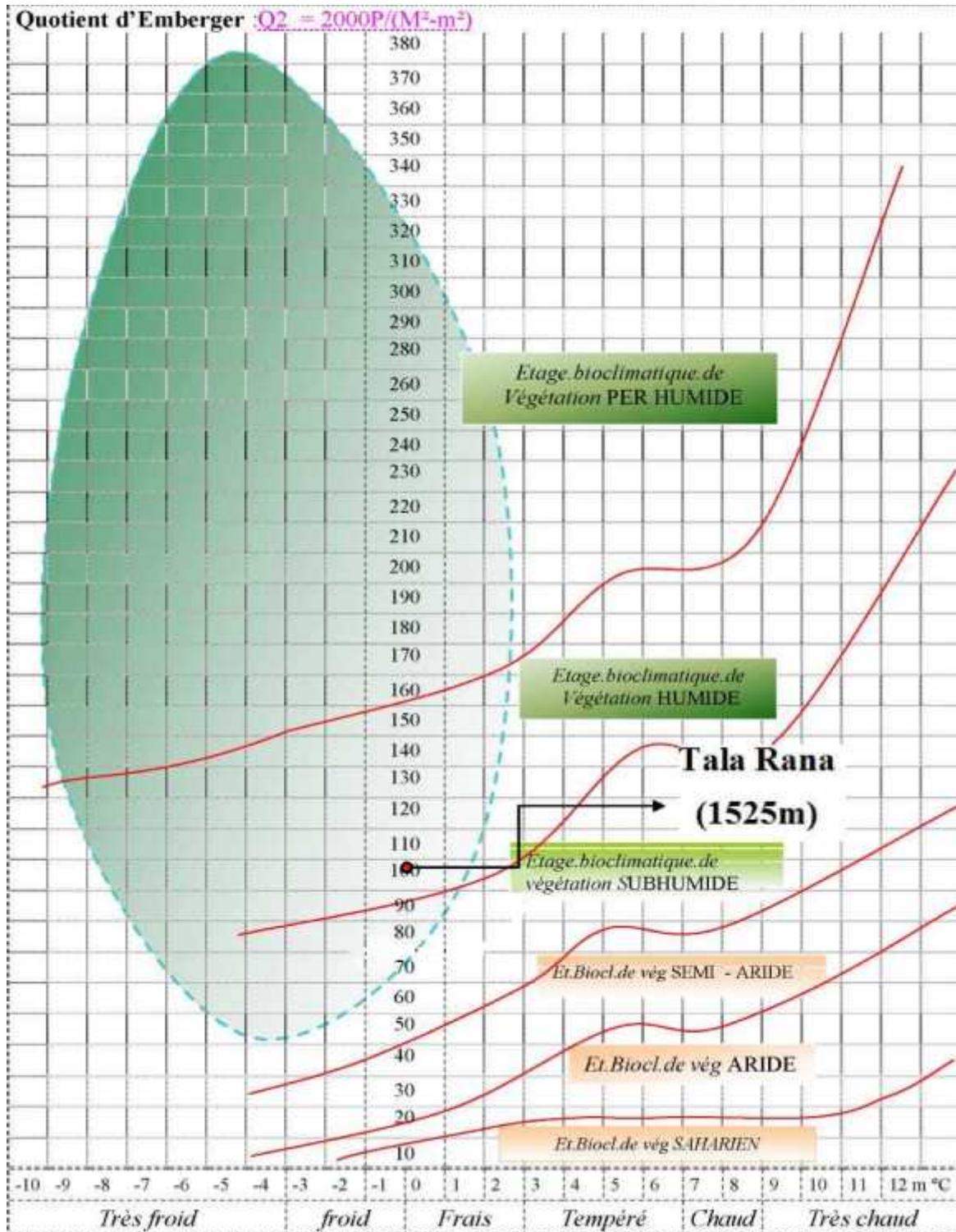


Figure 22 : Situation de la station de Tala Rana dans le climagramme d'Emberger (1955)

*CHAPITRE II*

*MATERIELS*

*ET*

*METHODES*

## 1- OBJET DE L'ETUDE

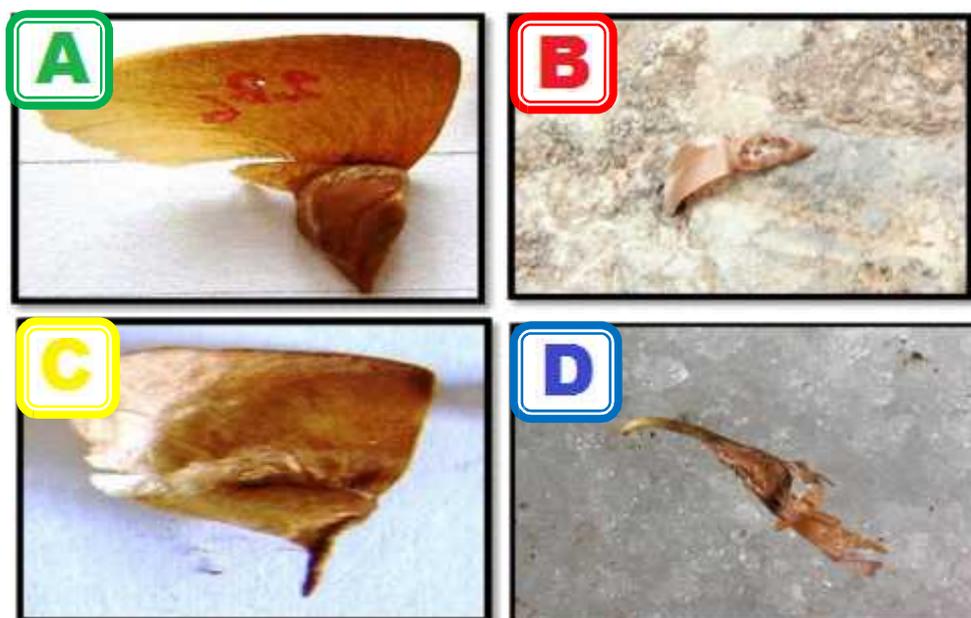
Pour mieux cerner la zone d'étude, une synthèse bibliographique est réalisée en utilisant les différents documents disponibles (cartes, rapports, mémoires, thèses, articles...) et relatifs à la zone d'étude, en l'occurrence la station de Tala Rana située en versant sud du massif de Lalla Khedidja (Djurdjura).

L'objectif de notre travail est l'étude de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas dans la cédraie de Tala Rana. Il consiste d'une part à suivre les semences et les germinations dans des placettes permanentes réparties à travers quatre parcelles et d'autre part, à inventorier les paramètres biotiques et/ou abiotiques régissant les régénérations du cèdre. Cela revient à faire ressortir les situations ou les microsites favorables à une meilleure réceptivité des graines et offrant les meilleures conditions de développement des semis et de leur aboutissement.

## 2- MATERIELS ET METHODES

### 2.1-Matériels

Le matériel biologique utilisé est représenté par les graines avec les différentes catégories (fertiles, perforées, stériles, et germées) (fig.22), les plantules et les semis avec les différentes classes d'âge (un an, deux ans et trois ans et plus).



**Figure 23** : Illustration des types de graines. (A : graine fertiles. B : graine perforée. C : graine stériles. D : graine germées) (Originale, 2016)

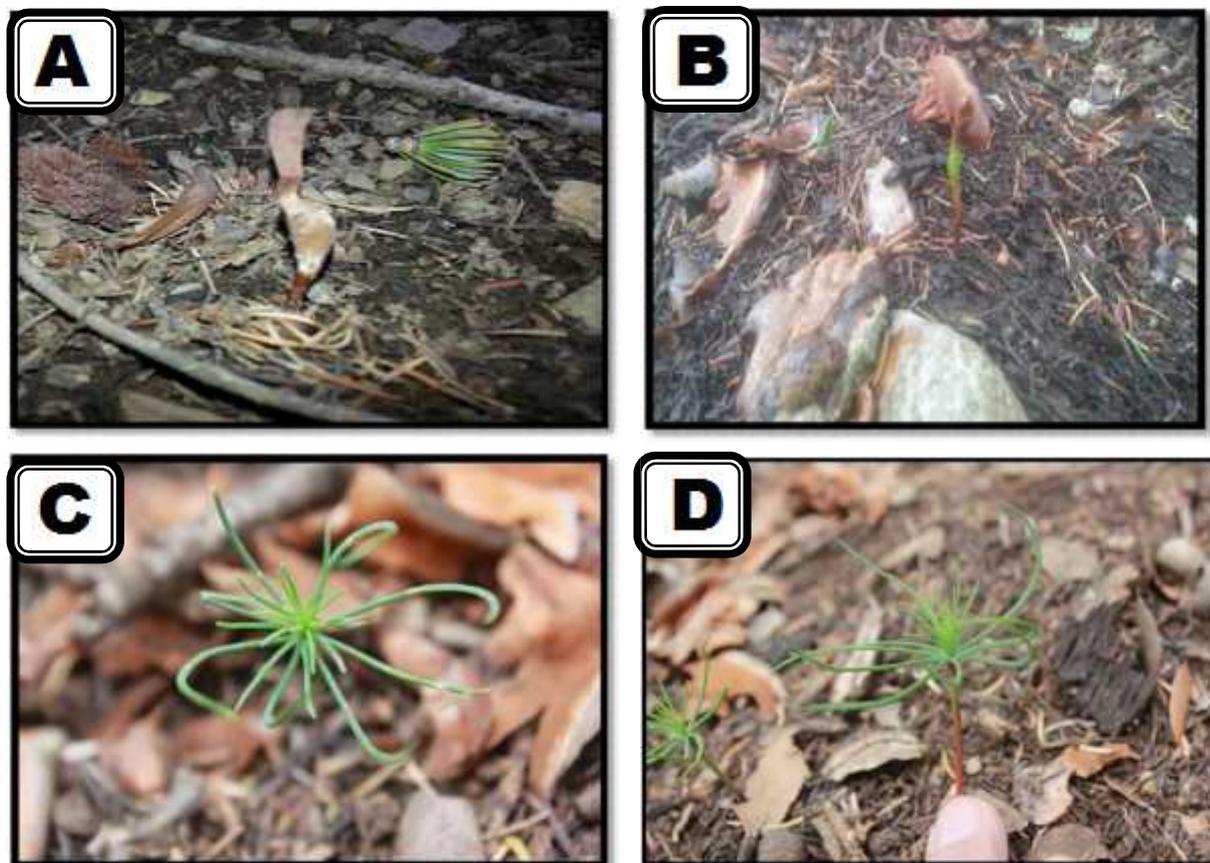
Les catégories ou types de graines sont identifiées à l'œil nu et au toucher :

-Les graines fertiles sont des graines pleines de réserves, volumineuses, intactes et ne présentant aucune altération de l'enveloppe. (Fig.23C).

-Les graines stériles sont des graines vides ne contenant pas de réserves, probablement non fécondées. (Fig.23B)

-Les graines perforées ou percées sont des graines fertiles, généralement altérées, abimées ou percées par des insectes ou des oiseaux. (Fig.23A)

Les graines germées sont des graines fertiles ayant entamé la germination et caractérisées par l'émission d'une radicelle. (Fig.23D)



**Figure 24 :** Illustration des plantules et des semis (Originale, 2016)

La plantule est une jeune plante qui apparaît après la germination de la graine et qui se développe et se nourrit encore au dépens des réserves de l'albumen. (Fig.24A) Le semis est un plant provenant de la germination de la graine dont le développement n'est plus dépendant des réserves contenues dans l'albumen de la graine. Le semis autonome, puise l'eau et les sels minéraux via son système racinaire juvénile. (Fig.24C)

Le semis de l'année (première année) est un plant frêle herbacé (non lignifié) avec une tige rousse présentant une rosette centrale d'aiguilles insérées au sommet de l'individu.

Le semis de deux ans (deuxième année) est plant lignifié dont la tige lignifiée à couleur marron, présente deux verticilles d'aiguilles insérées à deux niveaux différents. Les anciennes aiguilles de couleur vert clair (première année) ou leurs restes sont insérées à un niveau inférieur (première rosette), les aiguilles récentes de couleur vert foncé (deuxième année) sont insérées au niveau supérieur (sommet) constituant la deuxième rosette d'aiguilles.

Le semis de trois ans et plus, présente plus de deux niveaux d'insertion d'aiguilles (rosettes) avec des ramifications axiales des branches. (Fig.25)



**Figure 25** : semis de trois ans ou plus (Originale, 2016)

## **2.1- Méthodologie**

### **2.1.1- Choix du massif**

Pour notre étude, nous avons choisi « Lalla Khedidja » le massif le plus oriental de la chaîne du Djurdjura et qui se présente sous forme d'une pyramide avec les quatre expositions majeures (Nord, Sud, Est et Ouest). Ce choix est motivé par son originalité floristique, topographique et bioclimatique. De plus peu d'études lui ont été consacrées à cause de son relief accidenté.

### **2.1.2- Choix de la station**

Le choix de la station de Tala Rana située en versant sud est motivé par le problème de la régénération qui est très accentuée sur les expositions chaudes. Cette forêt correspondant à une cédraie âgée en mélange avec le chêne vert, est caractérisée par des précipitations faibles (comparativement au versant Nord), des températures élevées, ainsi que des Sirocco (vent sec et

chaud) fréquents, compromettant davantage les régénérations.

La cédraie de Tala Rana correspond à une vieille futaie très anthropisée, où les actions de coupes, incendies et pâturages sont très fréquentes. Notre objectif est de déterminer les facteurs régissant la régénération naturelle, donc inventorier les situations d'ordre biotique et abiotique favorables ou non à l'aboutissement des régénérations à cèdre.

Deux hypothèses sont émises :

- L'absence de régénérations dans le massif, est-il dû à la faible production grainière des semenciers dans le territoire immédiat ? ou à l'action anthropique ?
- Les conditions écologiques (édaphiques) stationnelles sont-elles défavorables aux régénérations ?

### 2.1.2- Choix des parcelles

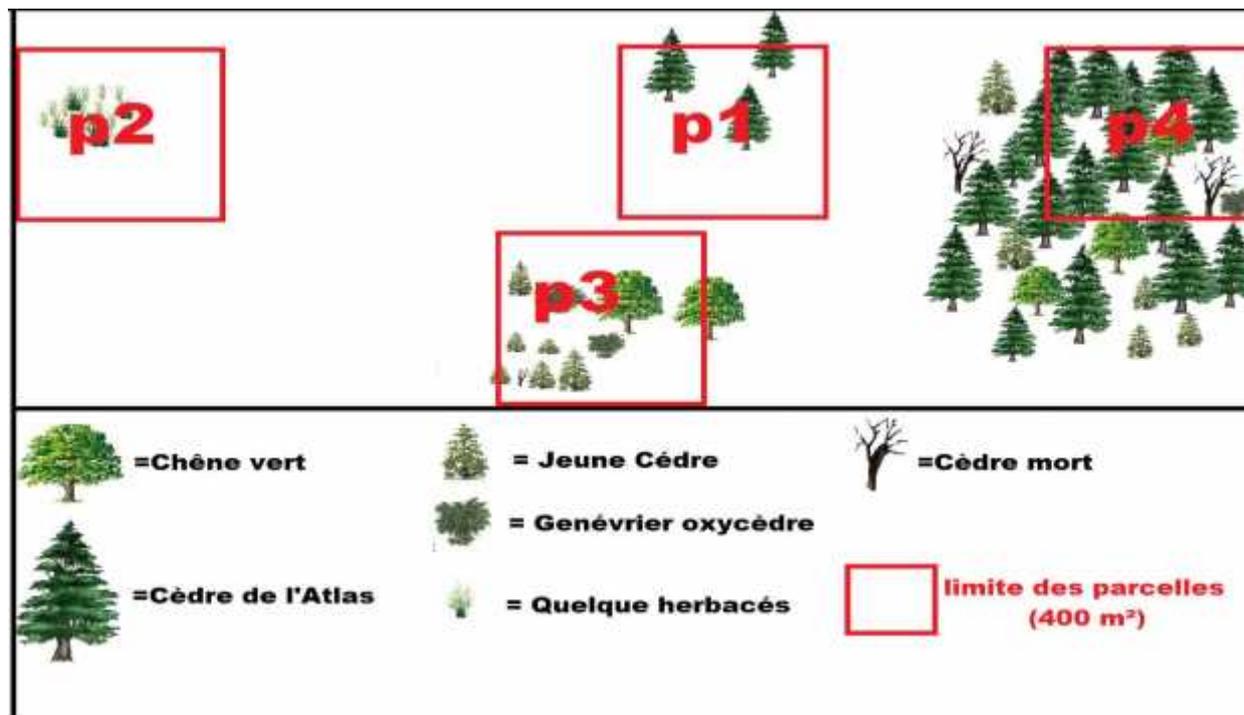
Quatre parcelles sont retenues en fonction du recouvrement de la cédraie et de l'éloignement des semenciers :

La première parcelle (P1) est en lisière de forêt (continuité avec la forêt),

La deuxième parcelle (P2) est en pleine clairière (éloignée de la forêt de 100 m),

La troisième parcelle (P3) est en lisière de forêt (discontinue de la forêt et distante de 30 m),

La quatrième parcelle (P4) est en pleine forêt dans la cédraie âgée.



**Figure 26** : Schéma de localisation des parcelles dans la station de Tala Rana

En effet, chaque parcelle est de forme carrée (20mx20m) avec une surface globale de 400 m<sup>2</sup> (Fig.26). Pour la matérialisation de ses parcelles, nous avons utilisé un décamètre, des cordes et des piquets permettant une meilleure et durable délimitation. Les piquets sont suffisamment enfoncés dans le sol pour être discrets et peints à leur extrémité avec une pompe à peinture pour faciliter leur repérage au niveau du sol enherbé et caillouteux. La localisation des parcelles est faite au moyen de clisimètre, boussole, altimètre et GPS. Les parcelles de cette station sont très perturbées, des indices d'actions anthropozoogènes (coupes fréquentes, élagages, labourage du sol par les sangliers, pâturages...) sont observés.

### 2.1.3- Choix des quadrats

Afin d'identifier la nature du ou des facteur(s) limitant(s) la régénération du cèdre dans notre station, nous avons subdivisé chaque parcelle en quatre cent quadrats élémentaires de 1 m<sup>2</sup> chacun. Le nombre retenu est variable, il est en fonction de l'hétérogénéité stationnelle de la parcelle, plus cette dernière est hétérogène et plus le nombre de quadrats échantillonné est conséquent.

Selon Lepoutre (1964), « le quadrat est une surface bien délimitée de quelques dizaines de mètres carrés dont l'emplacement fixé par un bornage a été choisi pour représenter un milieu écologique déterminé ». Ces surfaces élémentaires ont servi d'aires d'échantillonnage et de placettes d'observations permanentes. Le quadrat est une surface élémentaire de 1m<sup>2</sup> correspondant à la combinaison de facteurs biotiques représentés par les espèces végétales, et abiotiques correspondant aux éléments grossiers, affleurements, litière, pente, éclaircissement, microtopographie etc. Ces facteurs sont à l'origine de la qualité des microsites d'accueil potentiels des graines et des semis de cèdre.

D'après ce même auteur « les observations sont faites au moins annuellement parfois plus fréquemment, pour étudier le processus d'installation ou de disparition des semis », Dans notre cas, les observations sont faites plusieurs fois durant l'année. Pour de graines, le suivi a commencé au mois de décembre correspondant à la période de désarticulation des cônes et ce à raison de deux observations par mois quand c'est possible. En ce qui concerne des germinations, le suivi est entamé au mois de mars coïncidant avec la levée de dormance des graines.

#### 2.1.4- Suivi de la régénération

Le suivi de la régénération a consisté en un comptage systématique des graines et des semis dans l'ensemble des quadrats sélectionnés et répartis à travers toutes les parcelles de la station échantillonnée. Le suivi des graines est effectué à partir du mois de décembre correspondant à la période de désarticulation des cônes et ce à raison de deux à trois sorties par mois. Il a consisté en un dénombrement des graines par types ou catégories pour estimer la production grainière et la perte par les prédateurs de graines. Ce suivi est interrompu durant les périodes d'enneigement et de fortes tempêtes vu l'impossibilité de réaliser les observations et le comptage. Il est repris par la suite avec la même fréquence durant toute la période d'observation de l'année. Concernant le suivi des semis, il est entamé au mois de mars coïncidant avec la levée de dormance des graines, après une période d'enneigement dépassant le mois, ce sont des germinations précoces.

D'après Lepoutre (1964), « les observations sont faites au moins annuellement parfois plus fréquemment, pour étudier le processus d'installation ou de disparition des semis », dans notre cas, le suivi des germinations de l'année est accompli régulièrement à partir de ce mois de mars et ce à raison de trois observations par mois (chaque décennie du mois). Selon Lepoutre & Pujos (1963), la germination ne peut apparaître que lorsque la température maximale atteint une valeur d'environ 9°C à 10°C pendant une durée d'au moins 9 à 10 jours, pour des températures minimales non inférieures à 5°C. Les semis de deux ans et de trois ans et plus sont aussi comptabilisés, ceux tronqués (consommés partiellement) ou desséchés (morts sur pied) sont également comptabilisés pour rendre compte de l'activité de la faune et de l'effet du climat.

#### 2.1.5- Méthode d'échantillonnage

L'analyse de la végétation par l'échantillonnage synchronique, selon Lepart & al, (1983) ; consiste à « analyser les variations spatiales de la structure, de la composition floristique, des conditions écologiques, biotiques et anthropiques des communautés végétales présentes à un instant donné dans un espace plus ou moins homogène ». Ces conditions d'homogénéité permettent d'établir des relations entre les états sans faille. L'échantillonnage consiste en l'identification et le comptage systématique (les graines échantillonnées sont laissées sur place) des types de graines (intactes, stériles, trouées par des insectes et germées) ainsi que les semis avec leurs différentes classes d'âge (première et deuxième année). Enfin, les séries de données collectées au niveau de chaque parcelle sont transcrites sur des formulaires préalablement établis. L'extrême hétérogénéité du tapis végétal, conduit à une méthodologie d'approche qui intègre les

niveaux sectoriels et stationnels.

**Niveau sectoriel :** Pour la détermination des aires équipotentielles du développement de la série de végétation de cèdre ; nous avons effectué un échantillonnage stratifié vis-à-vis des paramètres physiques (Pluviosité ; Températures ; Altitude). Ce niveau situe les aires synchroniques dans l'espace et dans des conditions d'homogénéité vis à vis du milieu exogène. L'aire déterminée est celle de la série du cèdre.

**Niveau stationnel :** Toutes les situations répétitives (quadrats sélectionnés au niveau de chaque parcelle et représentant des combinaisons variées de facteurs biotiques (végétation) et abiotiques (éléments à la surface du sol, microtopographie, éclairage...)) observées au niveau des parcelles retenues, sont systématiquement échantillonnées durant toutes les phases d'observation, pour mieux appréhender l'influence des différents facteurs sur la régénération du cèdre. Il s'agit donc, d'un échantillonnage systématique

L'échantillonnage appliqué, est donc une combinaison entre l'échantillonnage stratifié du niveau sectoriel et l'échantillonnage systématique du niveau stationnel. Donc c'est un échantillonnage mixte. Les principales situations échantillonnées au niveau des parcelles de la station de Tala Rana et représentées à travers les divers quadrats sont consignées dans le tableau suivant :

**Tableau X :** Synthèse des quadrats sélectionnés dans la station de Tala Rana

Parcelles	Ensembles	Nombre de quadrats	Caractéristiques
Parcelle 1	A	2	Présence <i>Bupleurum spinosum</i>
	B	1	Sous-bois + semis
	C	3	Sous le bois mort (tronc d'arbre disposé à proximité de la souche +coulée)
	D	1	Cépée de chêne vert
	E	6	Présence de chêne vert
	F	4	Affleurement +Thymus
	G	4	Présence de racine apparente de Cèdre +Affleurements
	H	4	Replat en aval du Cèdre
	I	4	Jeune <i>Junepirus oxycedrus</i>
	J	9	Coulée sous Cèdre en pente (bois mort ; affleurements)
	K	20	Présence de <i>Juniperus Oxycedrus</i>
	L	2	<i>Astragalus armatus ssp numidicus</i>

Parcelles	Ensembles	Nombre de quadrats	Caractéristiques
Parcelle 2	A	2	Présence de <i>Astragalus armatus</i> + Thymus
	B	3	Présence de <i>Thapsia garganica</i>
	C	3	Présence d' <i>Ampelodesma mauritanica</i>

Parcelles	Ensembles	Nombre de quadrats	Caractéristiques
Parcelle 3	A	8	semis de cèdre de 2eme année
	B	2	petit cèdre
	C	4	jeune cèdre
	D	6	genévrier oxycedre
	E	1	petit cèdre isolé
	F	1	bois mort
	G	1	grand chene vert
	H	8	genévrier oxycedre sous le toit de chêne vert
	I	2	Diss
	J	4	jeune cedre en clairière
	K	7	cèdre sous le couvert du chêne vert
	L	6	<i>Astragalus armatus</i> ssp <i>numidicus</i>
	M	15	cèdre en clairière
	N	4	Jeune cèdre en clairière

Parcelles	Ensembles	Nombre de quadrats	Caractéristiques
Parcelle 4	A	6	Tronc d'arbre en pente
	B	15	Partie supérieure du Cèdre
	C	4	Pente sous le cèdre
	D	1	Affleurements+ clairière
	E	16	Sol moins profond, Cèdre moins ombragé ; affleurements
	F	4	Coulée protection du semis
	G	6	Présence de <i>Juniperus oxycedrus</i>
	H	3	Clairière sous Chêne verte avec replat
	I	2	Pente +affleurements sous Chêne vert
	J	6	Affleurements, mousse, clairière, Surface rocailleuse, terrain en pente, bois mort ; Chêne vert

### **3- ANALYSE DES DONNEES**

Le traitement des données s'est limité dans une première étape aux calculs des moyennes et des taux relatifs aux paramètres quantifiés (graines, plantules, semis). Un premier niveau d'analyse est effectué au niveau des quadrats ou groupe de quadrats de chaque parcelle. Le deuxième niveau d'analyse concerne la comparaison des parcelles entre elles. Le troisième niveau d'analyse est consacré à la comparaison des résultats de l'année en cours avec ceux des cycles 2014 et 2015.

L'analyse et la comparaison des données récoltées s'est faite sur la base des représentations graphiques (courbes, histogrammes, spectres) et le calcul de moyennes, rapports et taux. Par manque de temps les tests statistiques prévus (Test de Tuckey, Anova...) n'ont pu être appliqués. De même l'établissement de la relation climat-régénération n'a pu être effectué pour manque de données climatiques récentes (données journalières).

*CHAPITRE III*

*RESULTATS*

*ET*

*DISCUSSION*

## 1-PREMIER NIVEAU D'ANALYSE : ANALYSE DES QUADRATS

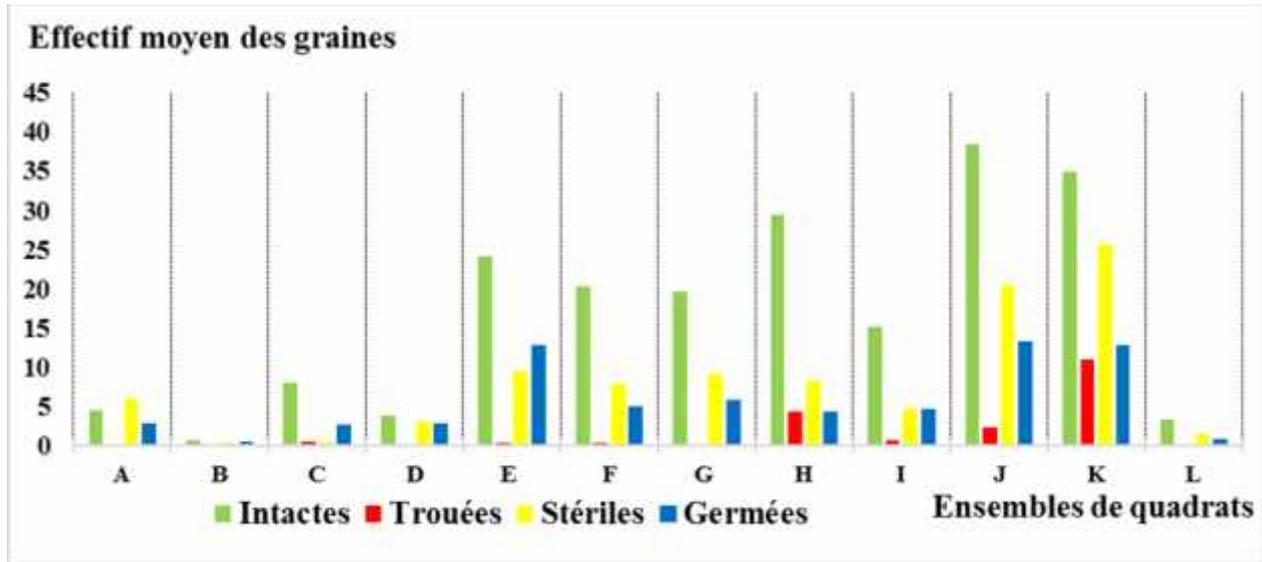
Pour bien analyser les résultats que nous avons obtenus dans chaque parcelle, on a procédé à une comparaison à différents niveaux d'observation, le premier niveau d'analyse ou la comparaison intra parcelle ou par quadrats vise à faire ressortir les quadrats représentant les meilleurs sites potentiels d'accueils des graines et des semis. Ils représentent une combinaison de facteurs biotiques représentés par les structures végétales (espèces) et de facteurs abiotiques représentés par les éléments à la surface du sol (éléments grossiers, affleurements, bois morts, litière, strate herbacée), les microtopographies (concave, convexe, replats...) et la distance par rapport aux semenciers.

### 1.1- Analyse des quadrats de la parcelle 1

#### 1.1.1-Analyse des graines des quadrats de la parcelle 1

La parcelle une (P1) située en lisière de Forêt, représente un échantillon de forêt claire et âgée composée de trois vieux cèdres incendiés partiellement et dont les branches sont coupées à différents niveaux. Elle représente un milieu très perturbé par l'activité pastorale et les taux importants des éléments grossiers et des affleurements. Elle compte 60 quadrats (Q) sélectionnés et échantillonnés, répartis sur 12 ensembles de quadrats (A, B, C, D...L) :

- A : Présence *Bupleurum spinosum* : (14,34) : 2Q
- B : Sous-bois + semis : (32) : 1Q
- C : Sous le bois mort (tronc d'arbre disposé à proximité de la souche + coulée) : (52, 53, 54) : 3Q
- D : Cépée de Chêne vert :(56) : 1Q
- E : Présence de Chêne vert : (68-109) : 6Q
- F : Affleurements +Thymus :(79-100) : 4Q
- G : Racine apparente de cèdre +Affleurements : (77-98) : 4Q
- H : Replat en aval du cèdre :(113-134) : 4Q
- I : Présence de jeune *Juniperus oxycedrus* : (136-157) : 4Q
- J : Coulée sous cèdre en pente (bois mort et affleurements) : (153-195) : 9Q
- K : Présence de buisson de *Juniperus oxycedrus* : (237-320) : 20Q
- L : *Astragalus armatus ssp numidicus* : (328-329) : 2Q



**Figure 27** : Histogramme de la répartition des types de graines dans la parcelle 1

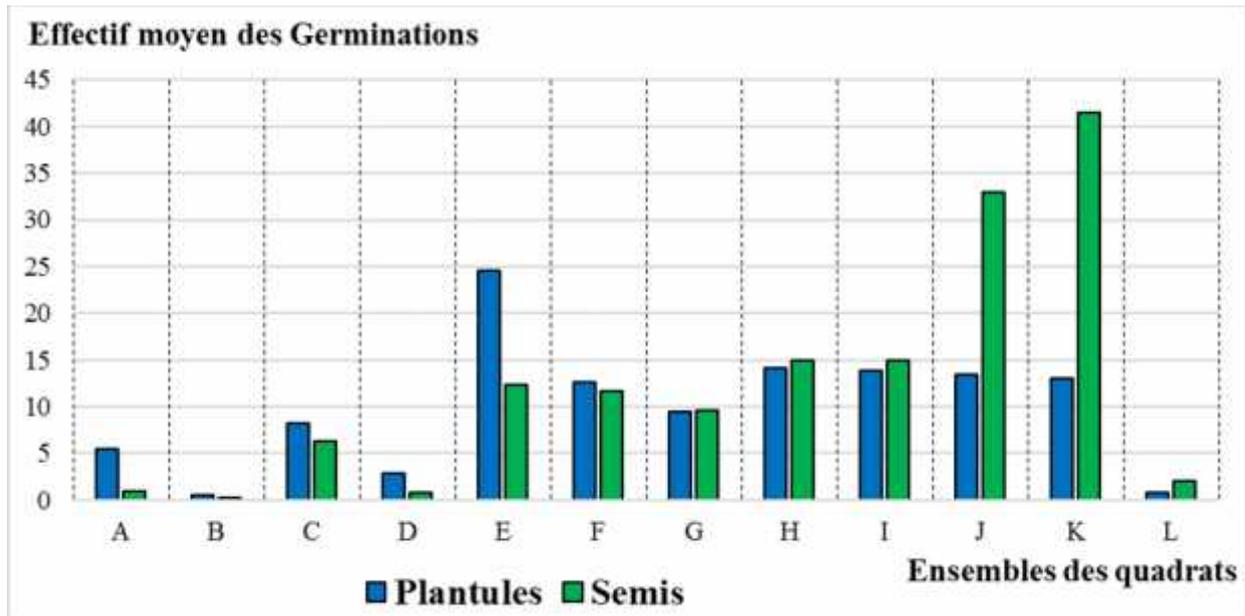
L'analyse de l'histogramme (Fig.27) concernant les taux des types de graines, fait ressortir 3 sous-ensembles :

- Un sous/ensemble à forte production grainière (E, H, J, K), caractérisé par des taux élevés des graines fertiles et des graines germées avec respectivement (24,2 – 29,4 – 38,4 – 34,9) et (12,9 – 4,3 – 13,4 – 12,8). Le taux maximal est obtenu dans l'ensemble (J) correspondant à une coulée en pente située sous le cèdre avec bois mort et affleurements de la roche mère. Cet sous ensemble correspond à des quadrats situés sous le cèdre (potentiel de graines), sur replats et coulée (drainage des graines) et protégés par le sous-bois du chêne vert et genévrier oxycèdre.
- Un sous/ ensemble à moyenne production grainière (F, G, I) caractérisé par un taux moyen des graines fertiles et graines germées avec respectivement (20,3 – 19,6 – 15,1) et (5,1 – 5,9 – 4,7).
- Un sous/ensemble à faible production grainière (A, B, C, D, L) caractérisé par un taux faible de graines fertiles et graines germées avec respectivement (4,6 – 0,7 – 8 – 3,9-3,3) et (2,8 – 0,5 – 2,7 – 2,8 – 4,7). Cet sous ensemble correspond à des milieux ouverts situés à la périphérie du cèdre avec des espèces de dégradation, telle *Astragalus armatus ssp numidicus*.

### 1.1.2-Analyse des germinations des quadrats de la parcelle 1

La figure ci-dessous représente les effectifs moyens des semis et des plantules au cours des différentes phases d'échantillonnage.

L'analyse de cet histogramme (Fig.28) relatif à la répartition des plantules et des semis par quadrats, fait ressortir 3 sous-ensembles :



**Figure 28** : Histogramme de la répartition des semis et des plantules dans la parcelle 1

Un sous ensemble à fort taux de germinations (E) caractérisé par un effectif moyen élevé de plantules avec une moyenne de 24,6 plantules.

Un sous ensemble à fort taux de régénération (J, K) caractérisé par un taux élevé de semis de première année avec respectivement 33 et 41,5 semis.

Un sous ensemble à moyen taux de germination (F, G, H, I) caractérisé par des effectifs moyens de plantules et de semis avec respectivement, (12,6 - 9,4 - 14,1 - 13,8) et (11,6 - 9,6 - 14,9 - 14,9).

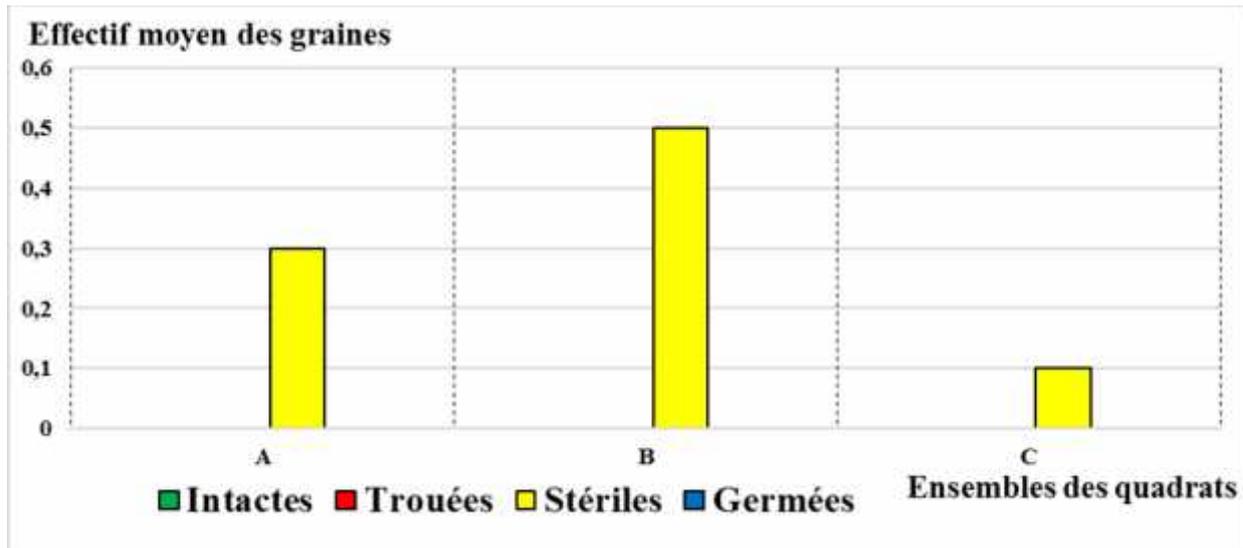
Un sous ensemble à faible taux de germination (A, B, C, D, L) caractérisé par de faibles effectifs avec respectivement (5,5 - 0,5 - 8,2 - 2,8 - 0,8) plantules et (0,9 - 0,3 - 6,3 - 0,8 - 2,8) semis.

## 1.2- Analyse des quadrats de la parcelle 2

### 1.2.1-Analyse des graines des quadrats de la parcelle 2

La parcelle 2(P2) est représentée par une clairière asylvatique où dominent les herbacées, les ligneux sont rares. Cette parcelle présente une forte pente ( 40%) et un taux d'affleurement élevé (40%). Elle compte 8 quadrats répartis en trois ensembles :

- A : Présence de *Astragalus armatus ssp numidicus* + *Thymus* : (38,39) : 2Q
- B : *Thapsia garganica* : (115, 135, 155) : 3Q
- D : *Ampelodesma mauretanica* : (398, 399, 400) : 3Q



**Figure 29** : Histogramme de la répartition de types de graines dans la parcelle 2

Lors des différentes phases d'échantillonnage (T1...T10), la parcelle 2 (P2) n'a présenté qu'un faible taux de graines stériles (0,3 - 0,5- 0,1) (Fig.29), sa pauvreté en semences pourrait être due à son éloignement des arbres semenciers (100m). Les graines du cèdre étant lourdes, seules les graines stériles qui sont plus légères peuvent être déssiminées aussi loin par le vent.

### 1.2.2-Analyse des germinations des quadrats de la parcelle 2

Dans la parcelle 2 (P2), les différentes phases d'échantillonnage (T1...T10) sont caractérisées par l'absence totale des germinations, vu l'apport négligeable en graines.

### 1.3- Analyse des quadrats de la parcelle 3

#### 1.3.1-Analyse des graines des quadrats de la parcelle 3

La parcelle 3(P3) représentée un matorral moyen clair à cèdre, est distante de 30 mètres de la forêt. Cette parcelle intègre à sa périphérie un chêne vert arboré et regroupe une trentaine de sujets de cèdres avec les différentes classes d'âges, depuis le semis jusqu'à l'individu adulte en âge de reproduction. Le maillage dans cette parcelle est important, elle compte ainsi un 69 quadrats sélectionnés et échantillonnés, répartis sur 14 ensembles ou groupes de quadrats (A, B, C.....N) :

A : (13-57) : Semis de cèdre de 2<sup>ème</sup> année : 8Q

B : (25 26) : Jeune cèdre : 2Q

C : (24 84) : Jeune cèdre : 4Q

D : (65 87) : Genevrier oxycèdre en clairière : 6Q

E : (91) : Jeune cèdre isolé : 1Q

F : (98) : Bois mort : 1Q

G : (117) : cheêne vert arbre : 1Q

H : (133 194) : Genevrier oxycèdre sous le chêne vert arboré : 8Q

I : (199 200) : *Ampelodesma mauretanicum* : 2Q

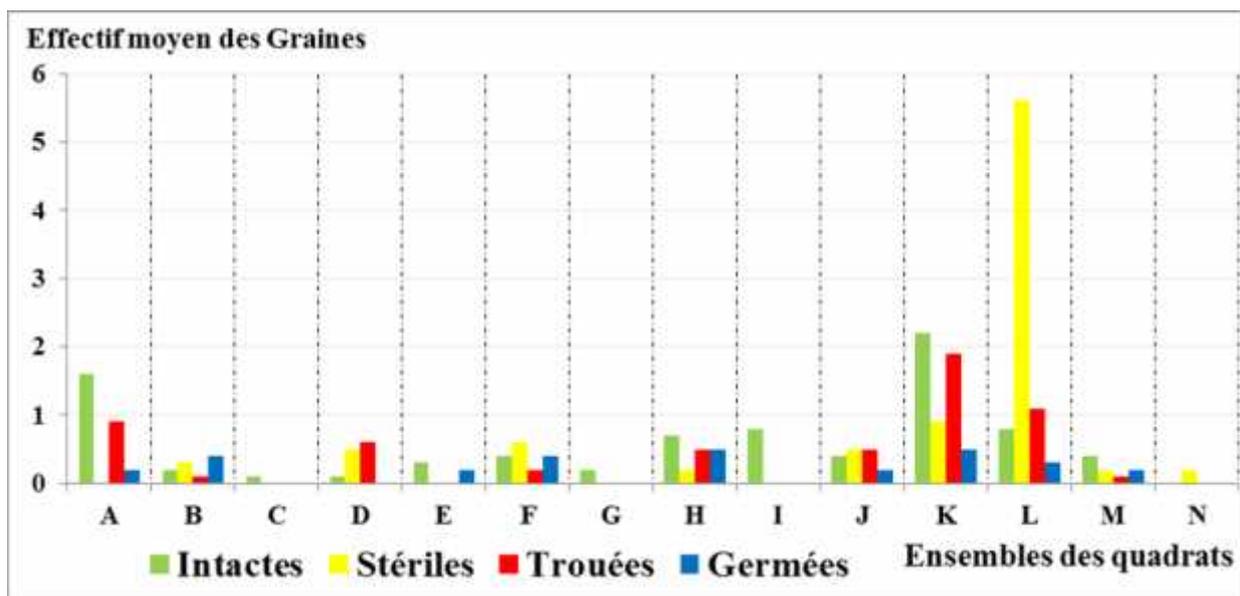
J : (169 190) : Jeune cèdre en clairière : 4Q

K : (252 294) : Cèdre sous le le chêne vert arboré : 7Q

L : (312 334) : *Astragalus armatus ssp numidicus* : 6Q

M : (293 247) : Cèdre en clairière : 15Q

N : (329 350) : Jeune cèdre en clairière : 4Q



**Figure 30** : Histogramme de la répartition des types de graines dans la parcelle 3

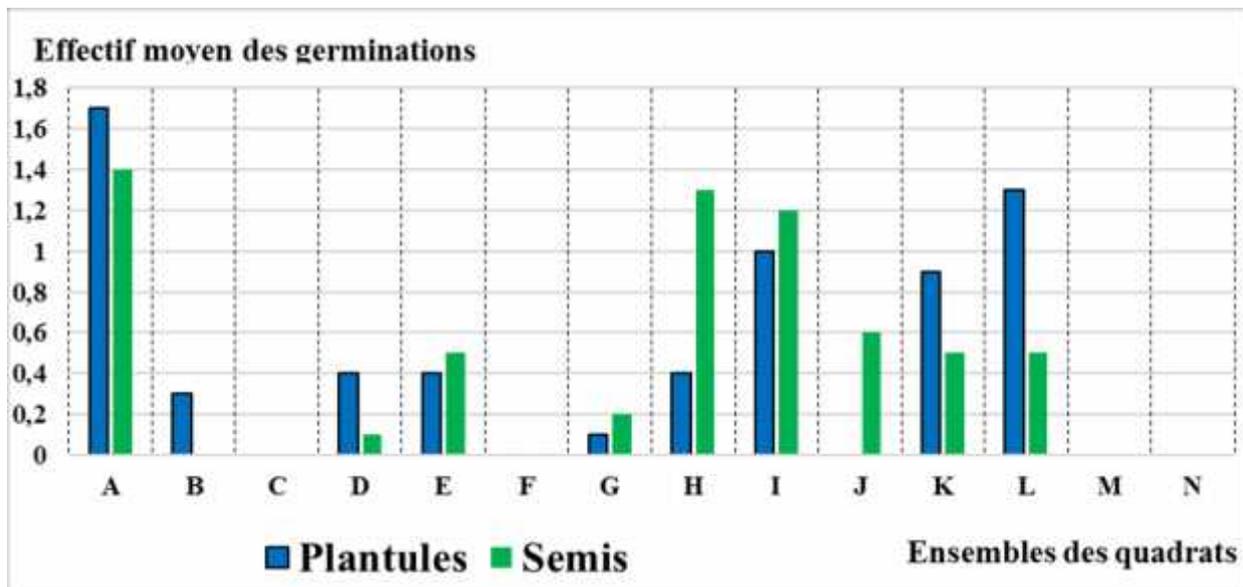
Les quadrats qui présentent la meilleure réceptivité pour les graines sont les ensembles de quadrats (K) et (L) avec respectivement (2,2 – 0,9 – 1,9 – 0,5) et (0,8 – 5,6 – 1,1 – 0,3). L'ensemble (K) à cèdre sous chêne vert arboré compte le taux le plus élevé de graines intactes et percées avec des effectifs respectifs moyens de 2,2 et 1,9 graines. L'ensemble (L) à *Astragalus armatus ssp numidicus* présente le taux le plus élevé de graines stériles avec un effectif de 5,6 graines. A part l'ensemble (A) à semis de cèdre de deuxième année avec un taux relativement moyen de

graines intactes avec (x) graines, le reste des ensembles sont caractérisés par de faibles taux de graines quelque soient leurs types (Fig.30).

### 1.3.2-Analyse des germinations des quadrats de la parcelle 3

L'analyse de l'histogramme (Fig.31), fait ressortir les sous-ensembles suivants :

-Un sous ensemble (A, H, I, K, L) caractérisé par un taux moyen de graines dépassant globalement la valeur de 1 et dont l'effectif maximal est atteint dans l'ensemble (A) avec une moyenne de 1,7 de plantules et 1,4 de semis. Le reste du sous ensemble (H, I, K, L) sont caractérisés respectivement avec (0,4 - 1 - 0,9 - 1,3) plantules et (1,3 - 1,2 - 0,5 - 0,5) semis. Cet sous ensemble est caractérisé par la présence d'espèces végétales telles que le chêne vert, le diss, le genévrier et l'astragale qui offrent des microclimats pour les germinations.



**Figure 31** : Histogramme des effectifs moyens des plantules et des semis dans la parcelle 3

-Un sous ensemble (B, D, E, G, J) qui se distingue par des effectifs moyens faibles, inférieurs à la valeur de 1. Les valeurs respectives sont de (0,3 - 0,4- 0,4 -0,1 - 0) plantules et (0 - 0,1 -0,5- 0,2 - 0,6) semis.

-Un sous-ensemble (C, F, M, N) ne présentant aucune trace de présence de plantules ou de semis.

## 1.4- Analyse des quadrats de la parcelle 4

### 1.4.1-Analyse des graines des quadrats de la parcelle 4

La parcelle 4(P4) est située au milieu du massif forestier de Tala Rana, correspondant à une cédraie âgée et très perturbée, par le piétinement et le broutage des bovins, par le labourage du sol par les sangliers et par les coupes répétées à différentes hauteurs des cèdres. Dans cette parcelle forestière, 63 quadrats sont échantillonnés et répartis sur 10 ensembles (A, B...J) :

A : (401- 6) : Tronc d'arbre en pente : 6Q

B : (8 - 90) : Partie amont du cèdre : 15Q

C : (31-91) : En pente sous le cèdre : 4Q

D : (16) : Affleurements + clairière : 1Q

E : (37-100) : Sol moins profond, couvert de cèdre moins ombragé ; affleurements : 16Q

F : (109-130) : Coulée au milieu de la cédraie protection du semis : 4Q

G : (119-160) : Présence de *Juniperus oxycedrus* : 6Q

H : (252-254) : clairière sous le chêne vert arboré en replat : 3Q

I : (294-295) : Pente + affleurements sous chêne vert arboré : 2Q

J : (305-346) : Affleurements ; mousse, clairière ; surface rocailleuse, terrain en pente, bois mort, chêne vert : 6Q

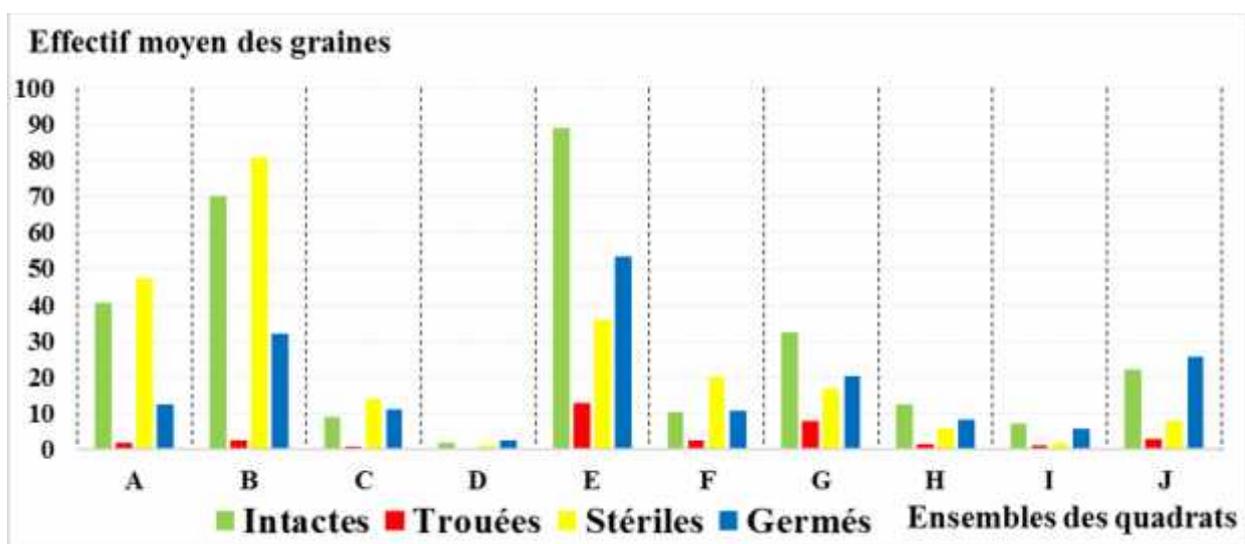


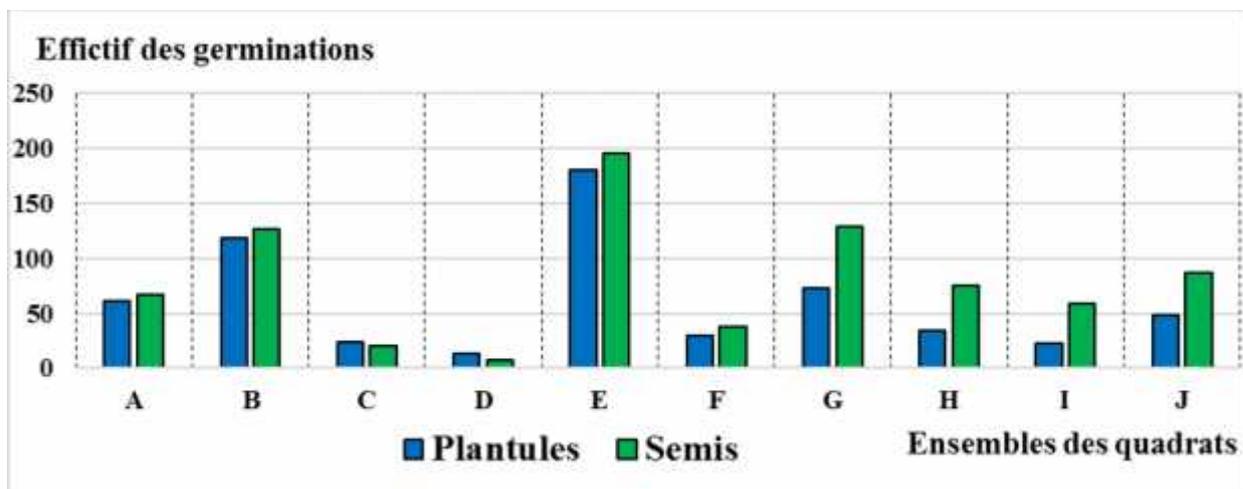
Figure 32 : Histogramme de la répartition des types de graines dans la parcelle 4

L'analyse de la figure ci-dessus montre que les ensembles de quadrats qui présentent la meilleure réceptivité pour les graines sont (E, B, A) avec respectivement (89,1 – 70,1 - 40,4) graines intactes et (53,2 – 31,9 - 12,5) graines germées (Fig.32).

Pour les quadrats qui présentent une moyenne réceptivité sont les sous-ensembles (G, J) avec respectivement (32,3-22,1) graines intactes et (20,2 - 25,6) graines germées.

L'ensemble des quadrats restants (C, D, F, H, I) présentent une faible réceptivité pour les graines intactes (12,6 - 1,7) et (10,9 - 2,4) pour les graines germées.

#### 1.4.2- Analyse des germinations des quadrats de la parcelle 4



**Figure 33** : Histogramme des effectifs moyens des semis et des plantules dans la parcelle 4

L'analyse de l'histogramme ci-dessus (Fig.33) fait ressortir :

Un sous ensemble (E, B, G) à forte potentiel germinatif avec des effectifs moyens respectifs de (179,7 – 118,7 – 73,1) plantules et (194,9 – 126,5 – 129,1) semis. Cet ensemble de quadrats est situé sous les cèdres et associé avec le genévrier oxycèdre (strate arbustive) pour l'ensemble (G).

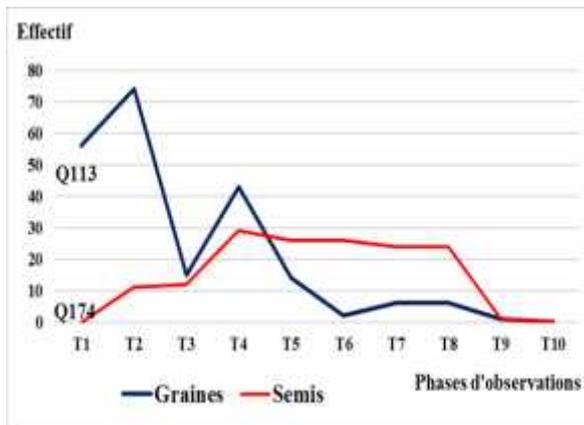
Un sous-ensemble à pouvoir germinatif moyen (A, H, I, J) caractérisé par un taux moyen de plantules et de semis avec respectivement, (61,4 – 34 – 22,9 – 48,4) plantules et (67,5 – 74,9 – 59,1 – 87) semis. Cet sous ensemble correspond à des quadrats représentés par des milieux à potentialités éco-biologiques moyennes telles les clairières à chêne vert, les milieux en pente caractérisés par des affleurements importants.

Un sous-ensemble à faible potentiel germinatif (C, D) caractérisé par un taux faible taux de plantules et de semis avec respectivement (23,9 -13,7) plantules et (20,5-7) semis. Cet sous

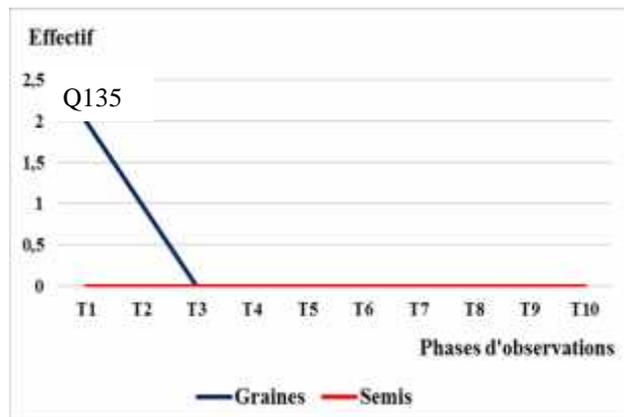
ensemble correspond à des milieux pentus pauvres caractérisés par des affleurements importants.

**1.5- Analyse des quadrats des quatre parcelles**

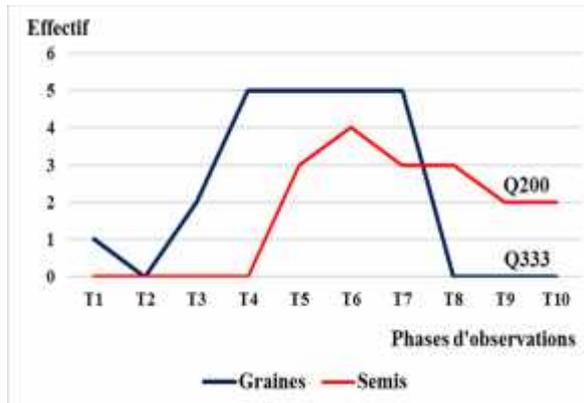
Les quadrats représentant les meilleurs résultats en termes de graines et de semis au niveau des quatres parcelles (P1, P2, P3 et P4), sont représentés par les figures (34, 35, 36 et 37).



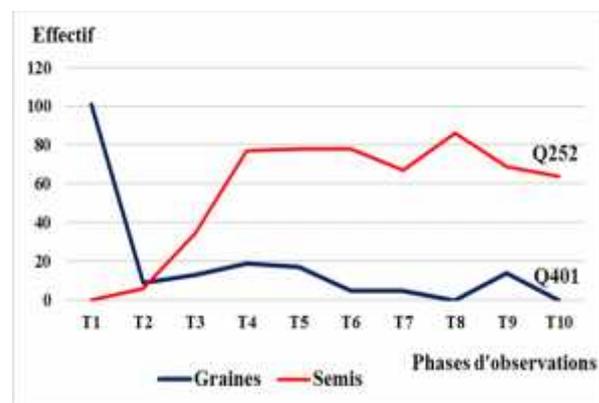
**Figure 34 :** Effectifs des graines et des semis dans les quadrats de la parcelle 1



**Figure 35 :** Effectifs des graines et des semis dans les quadrats de la parcelle 2



**Figure 36 :** Effectifs des graines et des semis dans les quadrats de la parcelle 3



**Figure 37 :** Effectifs des graines et des semis dans les quadrats de la parcelle 4

L’analyse des quatre figures montre que les meilleurs effectifs relatifs aux graines et aux semis sont enregistrés au niveau des quadrats Q401P4 (101 graines en T1), Q252P4 (86 semis en T8) de la parcelle 4(P4) ; Q113P1 (74 graines en T2) et Q174P1 (29 semis en T4) de la parcelle1 (P1). Ces quadrats sont situés sous des cèdres semenciers âgés (ce qui leur confère un maximum de graines) avec des sols humifères et profonds favorisant l’installation des semis et leurs développements. Leurs situations micro-topographiques, correspondent à des replats,

associé, à un bois mort (protection) pour le quadrat Q401P4, et à une coulée avec bois mort et éléments grossiers pour le Q174P1.

Les taux maximums enregistrés sont de 5 graines (T4-T7) dans le quadrat Q333P3 à *Thymus* et *Astragalus armatus ssp numidicus*, et de 4 semis (T6) dans le Q200P3, situé le diss et le chêne vert arboré. Ces quadrats de la parcelle 3 (P3) sont caractérisés par des sols pierreux superficiels. La faiblesse des effectifs des semences et des germinations est due à l'éloignement des semenciers.

Le quadrat Q135P2 de la parcelle 2, correspond à des sols squelettiques en pente forte (40%) avec des affleurements importants ( 45%). L'effectif maximal enregistré dans ce quadrat est de 2 graines (T6) sans aucune germination. En effet, ces 2 graines sont stériles (pas de pouvoir germinatif) et donc, elles sont plus légères que les graines fertiles les quelles ne peuvent être disséminées jusqu'à cette parcelle 2(P2) qui est distante de plus de 80m des semenciers.

## 2- DEUXIEME NIVEAU D'ANALYSE : ANALYSE DES PARCELLES

La comparaison inter parcelles (par parcelles), a pour objectif de faire ressortir les potentialités écologiques et biologiques des quatre parcelles. Les parcelles diffèrent par la structure végétale de la cédraie et leurs recouvrements. En effet, la densité des cèdres semenciers dans la parcelle et l'éloignement ou la distance des parcelles des semenciers, sont autant de paramètres qui peuvent influencer sur les potentialités de la parcelle et par la même sur la régénération.

### 1.1- Analyse de la parcelle 1

#### 1.1.1-Analyse des graines de la parcelle 1

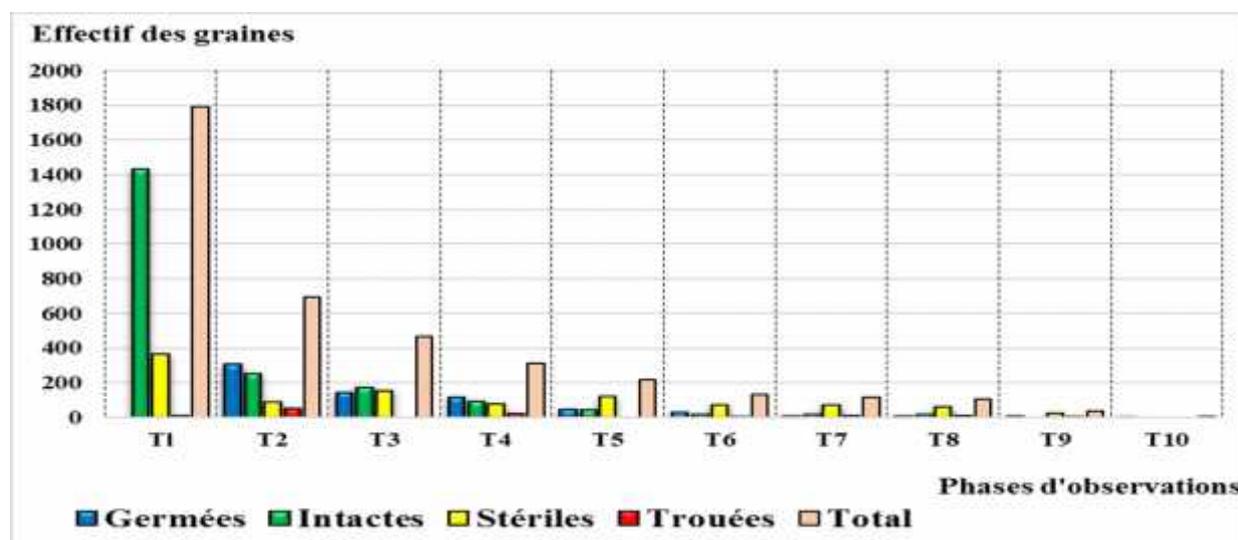


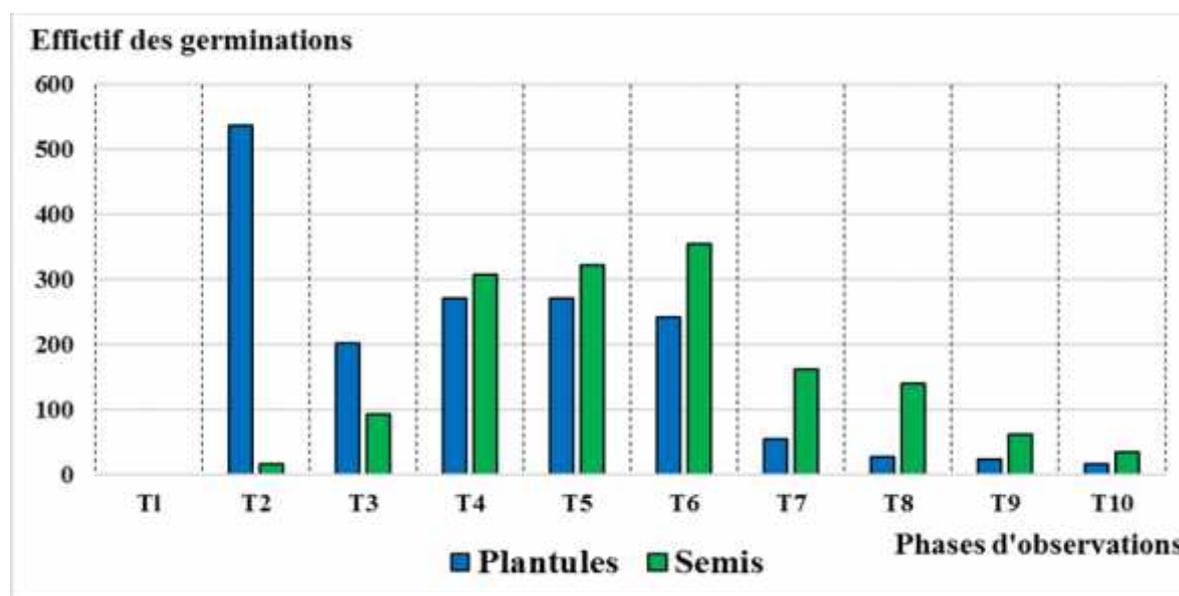
Figure 38 : Histogramme de la quantité des graines dans la parcelle 1

Nous constatons que le nombre total ou la quantité totale des graines au cours des différentes phases d'échantillonnage, présente des fluctuations importantes oscillant entre ; un maximum de (1424) graines intactes et (359) graines stériles, atteint à la première phase d'observation (T1) et correspondant à la dernière décade du mois de décembre ; et un minimum de (2) graines germées enregistré à la dernière phase d'observation (T10 ). Cette phase est caractérisée aussi par l'absence des graines intactes, stériles et trouées.

Pour les graines germées, elles sont apparues au mois de mars (T2), ce sont des germinations précoces. D'après la figure 38, le maximum de graines germées a été observé durant cette phase avec un effectif total de (300) graines, après ce temps, nous constatons une diminution régulière des effectifs des graines jusqu'à la disparition à la dernière phase (T10).

En ce qui concerne les graines trouées ou percées, le taux le plus élevé (48 graines) a été observé à la deuxième phase d'échantillonnage (T2) au mois de mars.

### 1.1.2-Analyse des germinations de la parcelle 1



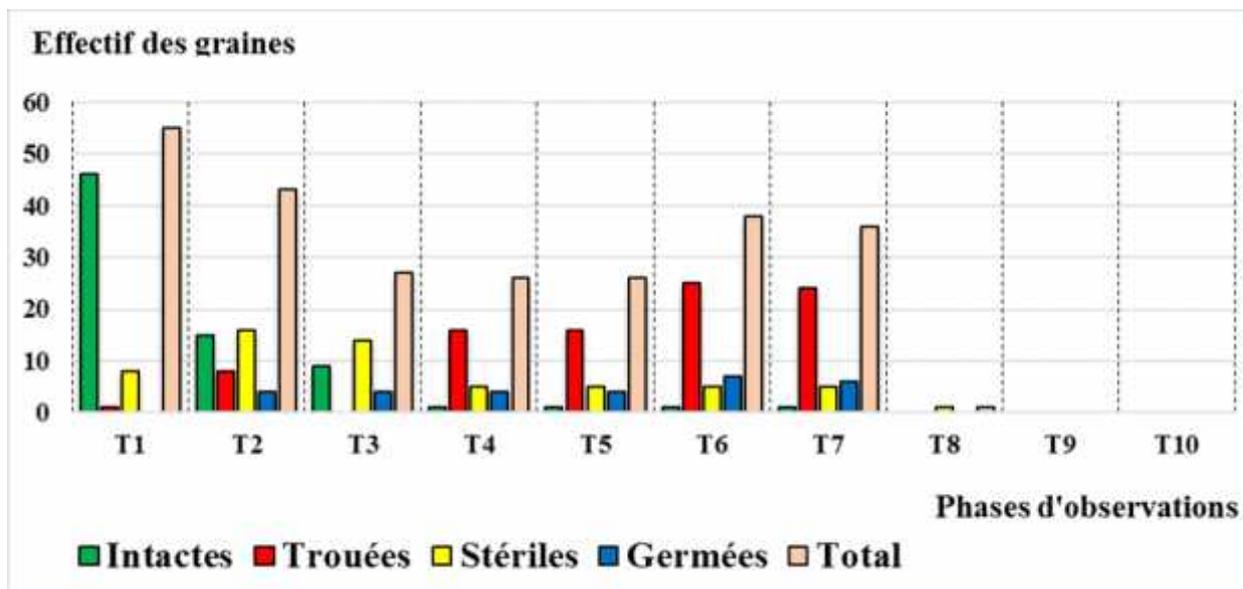
**Figure 39 :** Histogramme des plantules et des semis dans la parcelle 1

Nous remarquons que le nombre de plantules a atteint un maximum (537) en T2 puis diminue globalement au cours des phases (Fig.39). Parallèlement, le nombre de semis croît progressivement à partir de T2 (16) pour atteindre un taux maximal (354) T6. La différence entre les taux maximums de graines (1424) et des semis (354) s'explique par les pertes de graines occasionnées par la prédation (entomofaune, rongeurs,) et les semis et plantules desséchés.

## 1.2- Analyse de la parcelle 3

### 1.2.1-Analyse des graines de la parcelle 3

Dans la parcelle 3, la quantité la plus élevée du total de graines est observée à la première phase (T1) avec 55 graines. Pour les graines intactes, le taux le plus élevé est aussi observé en T1 avec 46 graines, les graines stériles sont à taux moyens avec 16 graines en (T2). Les graines percées atteignent un maximum de 25 graines en T6, ce qui coïncide avec une forte activité de l'entomofaune (Fig.40).



**Figure 40** : Histogramme des effectifs des types de graines dans la parcelle 3

### 1.1.2-Analyse des germinations de la parcelle 3

D'après l'historgramme (Fig. 41), nous remarquons que la levée de dormance démarre en T2 pour atteindre un maximum de plantules en T3 (18), alors que l'apparition des semis a lieu à la phase T4 avec un taux maximum de (21) en T7. Ces semis deviennent rares (10 en T9 et T10) aux dernières phases.

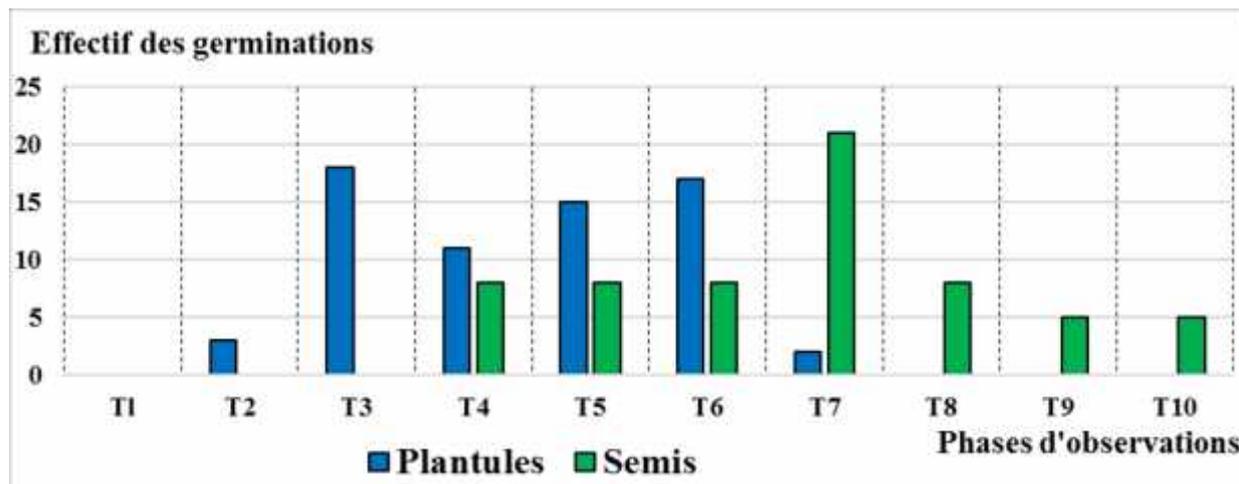


Figure 41 : Effectifs des plantules et des semis dans la parcelle 3

### 1.3- Analyse de la parcelle 4

#### 1.3.1-Analyse des graines de la parcelle 4

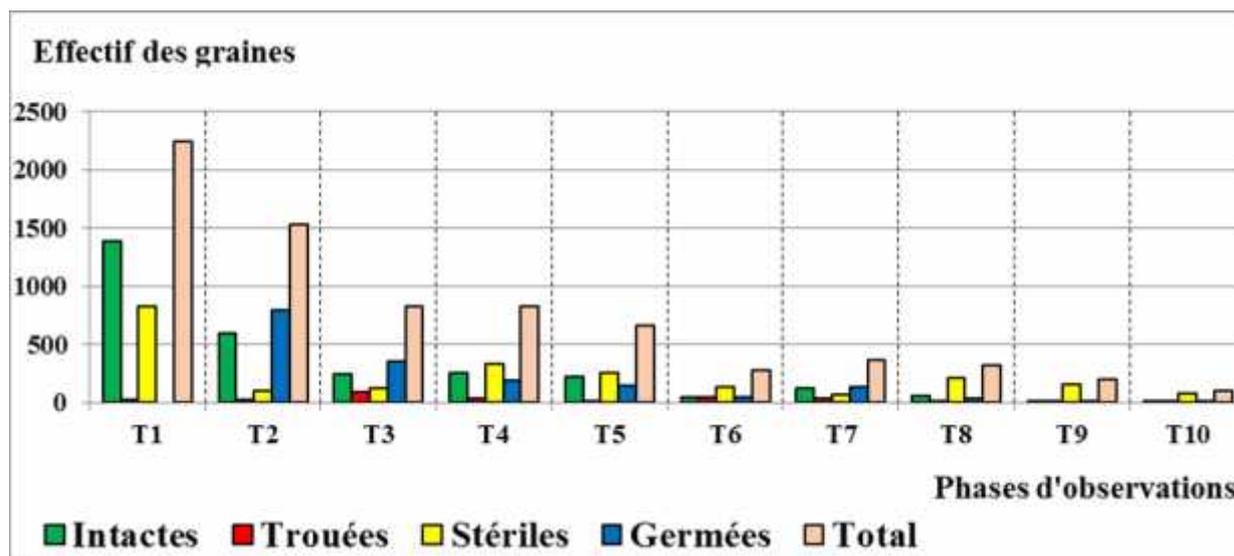
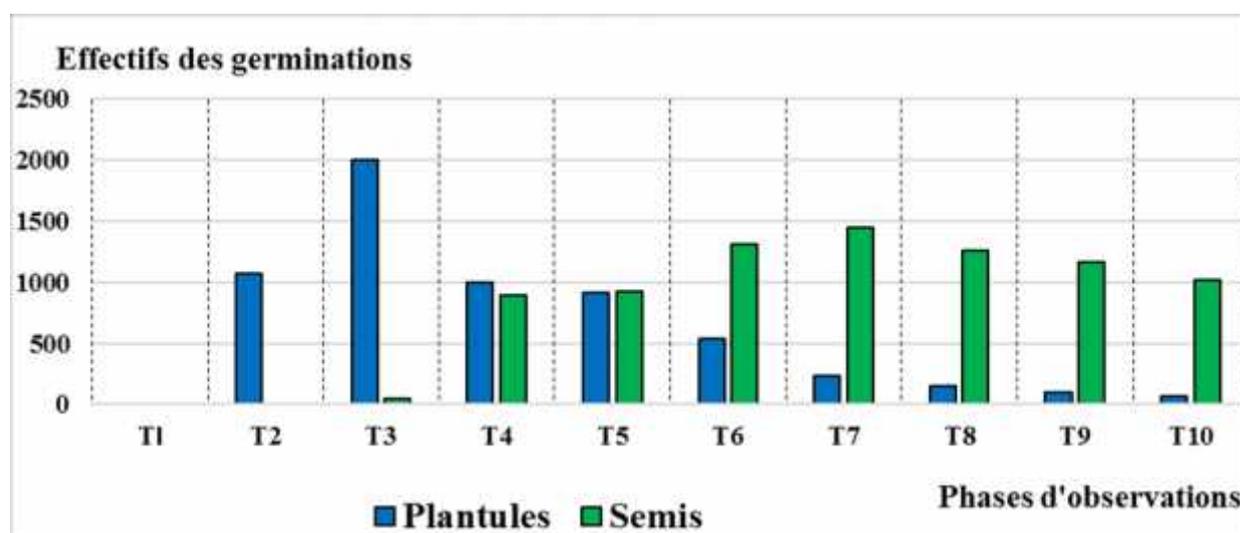


Figure 42 : Histogramme des effectifs des types de graines dans la parcelle 4

Nous constatons que le nombre total de graines présentes dans cette parcelle (P4) présente des fluctuations durant les dix phases d'observation (Fig.42) avec un maximum de 2243 graines, atteint à la première phase (T1) qui correspond à la dernière décade du mois de décembre (désarticulation de cônes). Pour les graines intactes, le maximum est de 1390 graines, observé à la même phase d'observation. En ce qui concerne les pertes, les graines trouées présentent un maximum de 87 graines, atteint en T3 et correspondant à la première décade du mois d'Avril. Les graines stériles enregistrent un maximum en T1 avec 823 graines.

### 1.3.2-Analyse des germinations de la parcelle 4

L'analyse de l'histogramme (Fig.43), montre que la parcelle 4 (P4) montre des effectifs les plus élevés après la parcelle 1(P1). Les plantules apparaissent à la phase T2 avec un effectif de (1066) avec absence totale des semis. Leurs effectifs maximums sont atteints à la phase T3, avec 2000 plantules. Contrairement aux effectifs des semis qui diminuent lentement et restent considérables (>1000) même à la dernière phase (T10), ceux des plantules diminuent sensiblement et se réduisent aux dernières phases d'observations T9 et T10 avec respectivement 102 et 63 plantules. Ceci est certainement dû à leurs transformations en semis de l'année.



**Figure 43** : Histogramme des effectifs des plantules et de semis dans la parcelle 4

### 3- DEUXIEME NIVEAU D'ANALYSE : ANALYSE INTER ANNUELLE

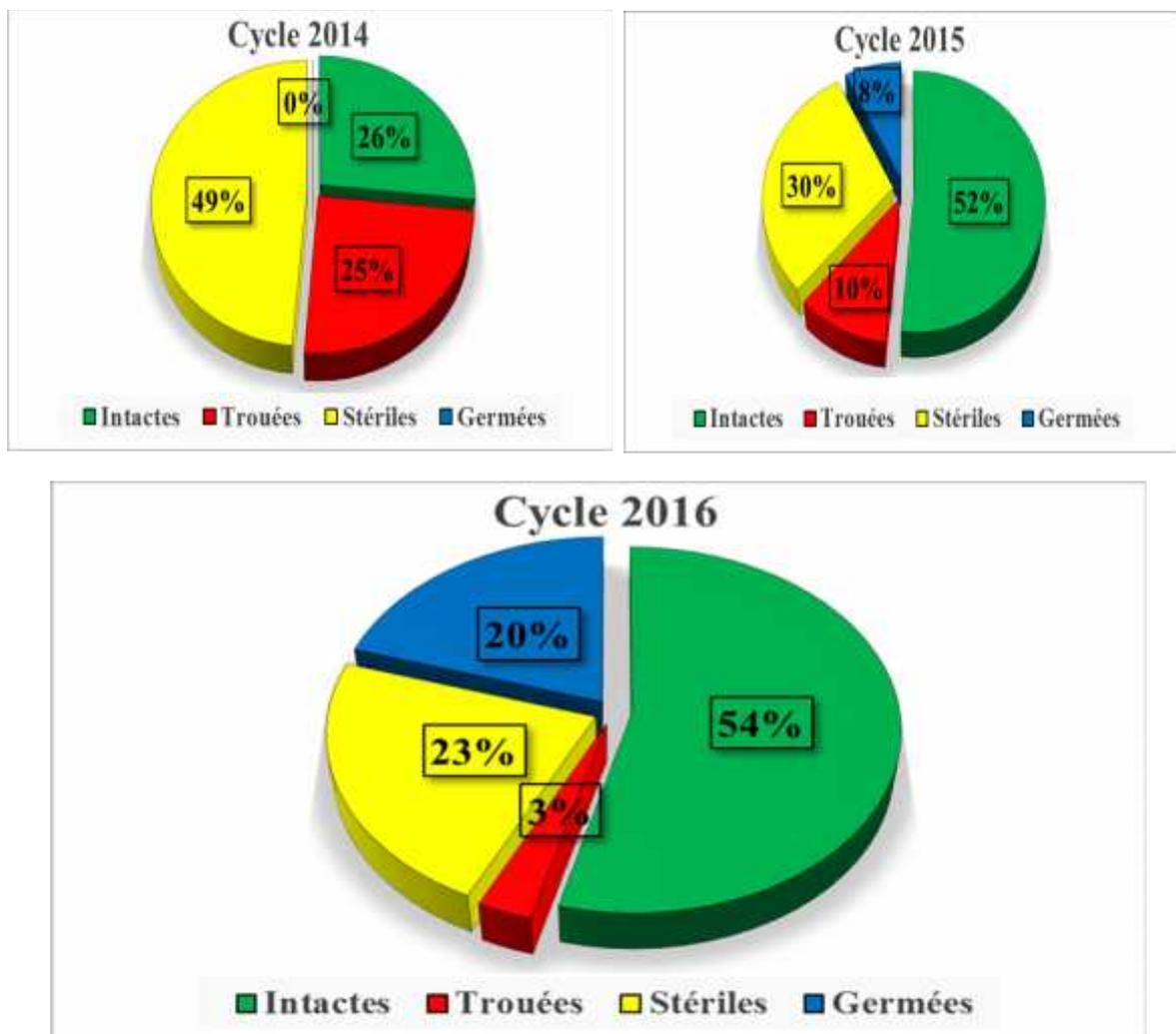
L'analyse comparative des cycles de régénération ou l'étude inter annuelle entre les différents cycles d'observation 2014, 2015 et 2016 est réalisée pour rendre compte de l'effet du climat sur la régénération en termes de production grainière et de survie des semis. Ces derniers étant très rares, durant les deux premiers cycles (2014 et 2015), notre analyse de la régénération s'est limitée à comparer les productions grainières au cours de ces trois derniers cycles. Le travail consiste à comparer nos résultats avec ceux des études antérieures obtenus dans la même station durant les années (2014) et (2015). Notons aussi que l'échantillonnage (2014) effectué n'a concerné que 4 phases d'observations et celui de 2015, 6 phases.

Les résultats obtenus lors des observations des trois cycles successifs (2014-2015-2016) pour la station de Tala Rana (1525 m) sont représentés dans les figures suivantes (Fig. 44a, b, c).

L'analyse des spectres des types de graines, dans la station de Tala Rana (Fig. 44a, b, c) durant les cycles 2014, 2014 et 2016 montre que :

Le cycle de suivi de la régénération en 2014 est caractérisé par la dominance des graines stériles (49%) et l'absence totale de graines germées (0%). Les graines trouées (percées) et les graines intactes (fertiles) présentent des taux proches, voisins de 25%.

Le cycle de suivi 2015, montre la prédominance de graines intactes (52%), suivies par les graines stériles avec 30%. Les graines trouées et germées présentent des taux équivalents 8 et 10%.



**Figure 44** : Spectres des types de graines dans la station de Tala Rana, (a) 2014, (b) 2015, (c) 2016

-Le suivi de l'année en cours (cycle 2016), est dominé par les graines intactes avec un taux appréciable de 54%, les taux des graines stériles et des graines germées sont proches (23 et 20%). Les pertes exprimées par les graines trouées sont faibles (3%).

Globalement les trois spectres (2014, 2015 et 2016) montrent, une augmentation régulière des graines intactes de 26 à 52 et 54%, suivie d'une diminution des pertes exprimées par les graines stériles et les graines percées (trouées) avec respectivement 49 et 25% (cycle 2014), 30 et 10% (cycle 2015) et 23 et 3% pour le suivi actuel (2016).

Nous constatons que le nombre de graines intactes, présente une augmentation remarquable, passant de 26.6% (2014) à 51.57% (2015) et à 54.2% en 2016 (Tab.X) ; les graines stériles présentent une régression au cours des 3 cycles avec respectivement 48.7%, 30.46% et 22.6%. Pour les graines trouées, le maximum (24.7) est atteint durant le cycle 2014, ceci pourrait être dû à l'intense activité de l'entomofaune, induite par les fortes chaleurs. Les graines

**Tableau XI** : Comparaison des différents types de graines entre les cycles (2014, 2015, 2016)

Types de Graines	CYCLES		
	2014	2015	2016
	Effectif (%)	Effectif (%)	Effectif (%)
<b>Intactes</b>	26,6	51,57	54,2
<b>Trouées</b>	24,7	10,27	3,03
<b>Stériles</b>	48,7	30,46	22,6
<b>Germées</b>	0	7,7	20,17
<b>Total</b>	100	100	100

germées, absentes en 2014, présentent un faible taux (7.7%) en 2015 et atteignent leurs maximums (20.17) au cours du cycle 2016. En effet, ce dernier est caractérisé d'une part, par une forte production grainière comparativement aux deux autres cycles (2014) et (2015) avec un maximum de graines intactes (54.2%) et de graines germées et d'autre part, par de faibles pertes exprimées par les graines trouées (3,03%) et les graines stériles (22,6%).

#### 4- DISCUSSION

Le premier niveau d'analyse ou l'analyse inter-quadrats, représentée par les différents histogrammes et visant à faire ressortir leurs potentialités vis-à-vis de la réceptivité des graines et des semis, montre que :

**Les quadrats qui présentent une meilleure réceptivité pour les graines et les semis sont :** Q(401, 402), Q(98, 99, 100) de la parcelle 4 (P4) avec les effectifs respectifs de (101, 110), (154, 80, 89) ; et Q(79), Q(113) de la parcelle 1(P1) avec 79 et 74 graines (tout type confondu) en phase T1 qui coïncide le début de la fructification.

Le premier groupe de quadrats situé au niveau de la parcelle 4(P4), est caractérisé par leur emplacement situé au milieu de la cédraie et sous de semenciers en âge de reproduction, ce qui confirme les observations de Lepoutre (1963) et Demarteau (2006), qui ont constaté que les germinations de l'année sont présentes généralement aux alentours des semenciers. En plus, les premiers quadrats bénéficient d'un tronc d'arbre mort qui assure le piégeage des graines et joue au même temps le rôle de protection mécanique contre le broutage et le piétinement par le cheptel.

Le second groupe de quadrats présent dans la parcelle 1(P1), est caractérisé par des sols moins humifères mais associés à des bois morts et des éléments grossiers abondants qui assurent une certaine protection des semis, contre les fortes insulations en leur procurant de l'ombre, contre le broutage des bovins et leurs piétinements. Abdesselam (1995), constate que le Djurdjura est constitué d'affleurements carbonatés karstiques remarquablement arrosé 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 dans ses zones karstiques des eaux souterraines.

Ainsi, il en ressort de cette analyse que les quadrats qui présentant les taux de germination les plus importants sont :

Q(252, 253, 254), Q(294, 295), Q(99, 100), Q(119, 120, 139, 140) de la parcelle 4 (P4) avec les effectifs respectifs de (86, 37, 29), (68, 56), (69, 60) et (59, 61, 76, 62). Le quadrat Q174P1 de la parcelle 1(P1) compte 29 semis.

Les deux premiers groupes de quadrats : Q (252, 253,254) et Q (294,295) sont situés sous des chênes vert arborés, associés à des cèdres. En effet, le chêne vert joue un rôle positif sur la réduction de l'évapotranspiration du jeune semis (Ezzahiri *et al* ; 2000). Son couvert arboré, constitue aussi une excellente structure d'accueil pour les semis de cèdres par le microclimat

qu'il crée en lui assurant de l'humidité et de l'ombre Marion (1955), Le poutre (1963), Addar & Oudinèche (1994), Addar (2003). Ces quadrats bénéficient aussi d'un sol humifère et spongieux qui joue un rôle fondamental dans la réceptivité des graines et le maintien des semis. La régénération du cèdre exige un sol meuble et suffisamment profond, pour être capable de retenir l'eau en saison sèche (Boudy, 1952). L'absence d'un tapis herbacé qui peut entrer en concurrence vitale avec les jeunes semis, assure une meilleure régénération du cèdre (Boudy, 1952).

Le deuxième groupement de quadrats Q (99, 100), possède un sol différent, il est situé sous des cèdres semenciers lui procurant un apport appréciable en graines.

Le troisième groupement de quadrats Q (119, 120, 139, 140), situé sous les cèdres bénéficient de la présence d'une strate arbustive à base de *Juniperus oxycedrus* qui lui offre, en plus du microclimat, une protection mécanique pour l'installation et le maintien des semis contre le broutage et le piétinement des bovins très répandus dans la station de Tala Rana.

**Les quadrats qui reçoivent une quantité moyenne de graines et de germination sont :**

Q(306) et Q(346) de la parcelle 4 (P4) avec les effectifs respectifs de (44 et 45 graines en T2) et de (30 et 22 semis en T7). Ces quadrats situés en clairière et en pente avec présence des affleurements.

Q(137, 156) et Q(88, 89) de la parcelle 1 (P1) avec des effectifs respectifs de (27, 45 ; 42, 48) graines) et de (11, 8, 15, 6 semis), ils situés sous deux strates : la 1<sup>ère</sup> arborée, est formée par le cèdre et la 2<sup>ème</sup> arbustive, est représentée respectivement par *Juniperus oxycedrus* et une cépée de chêne vert. La cépée de chêne vert ne peut être efficace pour les germinations, que si son recouvrement est assez conséquent, en effet, la cépée de chêne vert nécessite un couvert angulaire minimum de 3/8 (Addar & Oudinèche, 1994).

**Les quadrats qui reçoivent une faible quantité de graines et de germination sont :**

Q(16) et Q(37) de la parcelle 4 ayant respectivement( 6, 6 graines) et (9, 11 semis), ils sont implantés en pleine clairière avec quelques affleurements, et ceux de la parcelle 1(P1) : Q(14), Q(279-299) et Q(328-329) situés respectivement au niveau du *Bupleurum spinosum* , *Juniperus oxycedrus* et *Astragalus armatus ssp numidicus* avec des effectifs respectifs de (2,0,8 graines) et (8,0,1 semis)

Ces quadrats sont les plus pauvres en taux de graines et des semis sur l'ensemble des quadrats des parcelles 2 et 3. Elles sont situées en clairière, loin de la forêt, donc les semis sont exposés

aux rayons solaires et ne bénéficient pas de la protection des arbres, d'après Lamhamedi & Chbouki (1994), un couvert trop clair peut être nuisible aux régénérations par les radiations nocives (ratio rouge clair/rouge sombre) qui peuvent atteindre le sol et altérer la croissance des semis.

Les pertes des semis observées au niveau de la quasi-totalité des quadrats, lors des dernières phases d'échantillonnage coïncident avec le début de la période estivale, s'expliquent par le dessèchement du sol au niveau de ses premiers horizons, suite à la diminution de leurs réserves hydriques. A ce stade, les racines des semis ne sont pas assez longues pour puiser l'eau et les sels minéraux en profondeur.

L'effet néfaste du surpâturage par le piétinement et le broutage des semis (traces de bovins), le labourage permanent du sol par les sangliers en le remuant sans cesse, en plus de la sur fréquentation des lieux (touristes), tous ces facteurs contribuent à la perte des graines et des semis, observées dans la totalité des quadrats. D'autres facteurs interviennent aussi dans la perte des graines comme les insectes prédateurs des graines, se nourrissant des réserves de l'albumen en perçant la membrane de la graine, dans notre cas, les quadrats situés en clairière, dans la parcelle 1 (P1), présentent un maximum de graines trouées (19) pour Q113P1, ce qui témoigne de l'intense activité de l'entomofaune. L'importance du rôle joué par les facteurs anthropozoogènes dans les processus de la régénération du cèdre, pendant les stades juvéniles a été signalée par Addar *et al* ; (2016), dans la cédraie de Chréa.

### **Le deuxième niveau d'analyse (Analyse interparcelles)**

La première parcelle possède une structure de végétation claire et discontinue : composée de 3 grands cèdres âgés qui occupent la strate arborée, la strate arbustive composée de cèpée de chêne vert et de *Juniperus oxycedrus* et d'une strate basse à base de *Thymus*, *Bupleurum spinosum* et d'*Astragalus armatus ssp numidicus*. Cette parcelle présente aussi différentes situations micro-topographiques (replats, coulée, situations concaves, convexes, terrains en pente) associées à différents des éléments à la surface du sol (éléments grossiers, affleurements, litière, strate herbacée, ...)

La 2<sup>ème</sup> parcelle est une clairière asylvatique composée essentiellement d'herbes parsemées par endroits d'espèces de dégradation telles le thym, l'astragale, *Thapsia garganica*, *Asphodelus cerasiferus* et le diss. Cette parcelle est caractérisée par un sol superficiel, des pentes fortes et

des affleurements importants. Son éloignement (100 m) de la forêt et des semenciers, explique l'absence des graines et des semis.

La 3<sup>ème</sup> parcelle présente deux grands ensembles ; le 1<sup>er</sup> contient les sous-ensembles qui bénéficient de l'influence de 2 grands chênes verts arborés, le 2<sup>ème</sup> contient les sous-ensembles situés en clairière. D'après Abdesselam (1995), la clairière favorise l'installation des semis du cèdre d'une part et nuit leur maintien d'autre part. Des cèdres de différentes classes d'âges sont présents dans cette parcelle, raison pour la quelle divers quadrats représentant des situations différentes, sont échantillonnés.

Le taux de graines et des semis dans cette parcelle 3 (P3) est très faible mais le pourcentage de réussite est beaucoup plus important par rapport aux autres parcelles, ce qui explique le nombre élevé des régénérations dans cette dernière (plus de 20 cèdres). Les parcelles 1(P1) et 4(P4) présentent de meilleures potentialités éco-biologiques (sol profond humifère, humidité, semenciers abondants...), favorables au maintien des semis, cependant la parcelle 3 (P3) montre de meilleures réussites des germinations, ceci pourrait s'expliquer par la présence des ressources hydriques plus importante dans cette parcelle traversée par des cours d'eau temporaires durant les périodes de pluie et de neige. Lepoutre (1963) indique que la pente facilite le ruissèlement et l'érosion, avec amoindrissement des sols, et accumulation des dépôts dans les fonds et peut jouer un rôle déterminant dans la pédogenèse.

La 4<sup>ème</sup> parcelle située en forêt présente une structure régulière avec un couvert fermé et dense (peu d'éclairément) induit par des individus de grande taille âgés, avec un sol épais et humifère, ce qui lui confère un potentiel de reproduction élevé. Quézel (1976), mentionne qu'en générale sous cédraie humide et fermé, le sol est brun, épais et humifère. Le nombre de cèdres en âge de reproduction (semenciers) dépasse les 20 sujets. Cette parcelle présente aussi diverses situations micro-topographiques (replats, concave, convexe, coulée) associées aux différents éléments à la surface du sol (éléments grossiers, sol nu, sol, affleurements, bois mort, litière...).

L'analyse inter-parcelles montre que les meilleures potentialités, sont à l'actif des parcelles 4 (P4) et 1(P1) qui présentent les taux de germination les plus importants avec des effectifs respectifs de 795 graines germées (T2) et 2054 semis et plantules (T3), et 300 graines germées (T2) et 553 semis et plantules (T2).

La 3<sup>ème</sup> parcelle, malgré les faibles effectifs des graines et des semis, présente des taux de réussite des semis appréciables.

La 2<sup>ème</sup> parcelle asylvatique, distante de la forêt et des semenciers de 100m, ne reçoit aucun apport de graines vu son éloignement. En effet, d'après Toth, (1973a) (la majeure partie des graines tombent dans un rayon de 10 m, mais, beaucoup peuvent se trouver à 20 m. Au-delà de cette distance, leur nombre diminue.)

### **Le troisième niveau d'analyse (Analyse interannuelle)**

L'analyse interannuelle des germinations vise à faire ressortir l'effet du climat sur la régénération en termes de production grainière, de germinations et d'aboutissement des semis. La végétation forestière est directement exposée à l'action du climat. La connaissance de toute forêt passe nécessairement par celles du climat (Seigue, 1985).

Pour la production grainière, il ressort de l'analyse que cette production est plus importante au cours du cycle de l'année en cours (2016) comparativement aux cycles 2014 et 2015. En effet, la production grainière du cèdre présente des variabilités interannuelles sur deux, trois, voire cinq ans (Toth, 2005). Le cycle 2016, est aussi caractérisé par des effectifs élevés (20.17%) des graines germées et par de faibles pertes exprimées par les graines trouées (3,03%) et les graines stériles (22,6%). Une partie des pertes des semis est due essentiellement au facteur climat. En effet, la régénération des peuplements naturels pose un problème, notamment en raison de la disparition progressive des semis durant la première période estivale sèche Derridj (1990). Pour Ducrey (1994), le cèdre de l'Atlas ne contrôle pas très efficacement ses pertes en eau et son adaptation à la sécheresse est due essentiellement à un enracinement vigoureux et profond.

Les graines germées sont absentes au cours du cycle 2014 et présentent un faible taux (7.7%) au cours du cycle suivant (2015). Ceci est dû d'une part, au manque d'humidité, indispensable pour les germinations, et induit par la rareté des pluies (observations terrain), et d'autre part aux températures élevées. Ceci est corroboré par les taux appréciables de graines trouées qui sont de 24,7 % (2014) et 10,27% (2015). Cette intense activité de l'entomofaune est induite par les fortes chaleurs.

En effet, la régénération naturelle est étroitement liée aux facteurs bioclimatiques, qui conditionnent la date de germination, le développement des semis et leur capacité à développer un système racinaire capable d'assurer l'alimentation hydrique durant la période estivale Lepoutre & Pujos (1963), Malki (1992).

## CONCLUSION

Le Parc National du Djurdjura (PND) est situé dans la partie nord de l'Algérie, à environ 40 km, à vol d'oiseau de la mer et à 150 Km à l'Est d'Alger, il s'étend sur une superficie de 18.850ha. Au plan bioclimatique, selon le climagramme d'Emberger et le diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gaussen, la cédraie de Tala Rana, est située dans l'étage bioclimatique subhumide variante à hiver froid et caractérisé par une période sèche de trois mois.

L'objectif de ce travail, est le suivi de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans la station de Tala Rana, massif de Lalla Khedidja (Djurdjura). Il consiste à faire ressortir les situations favorables ou non, régissant les processus de la régénération naturelle du Cèdre de l'Atlas durant un cycle d'observation, et ce grâce à un protocole expérimental mis en place en 2013 et ajusté au mieux durant les cycles d'observations 2014, 2015 et 2016.

Le taux de régénération naturelle du cèdre varie d'une année à une autre au niveau d'une même station. Cette variabilité est relative aux conditions favorables à la germination, l'installation et le maintien des semis, qui fluctuent elles aussi au cours du temps dans un même milieu. A l'échelle de la station, et au niveau d'une même parcelle, les taux des germinations varient au niveau des hétérogénéités représentant autant de microsites potentiels d'accueils des graines et de germinations, lesquels sont matérialisés par des quadrats élémentaires de 1 m<sup>2</sup> qui représentent des combinaisons de facteurs biotiques représentés par les structures végétales, et de facteurs abiotiques représentés par les éléments à la surface du sol (éléments grossiers, affleurements, bois morts, litière, strate herbacée...), la microtopographie (replats, coulée, situations concaves, convexes..), la pente, le taux d'éclairement...

Les principaux résultats obtenus, durant les différentes phases d'observation de l'année en cours (cycle 2016) sont :

**Premier niveau d'analyse (Analyse inter-quadrats) :** L'analyse des quadrats, montre que les meilleurs sites potentiels d'accueil de graines et de germinations, sont ceux situés sous ou à proximité de cèdres semenciers et bénéficiant d'une protection par une strate arbustive à base de chêne vert et de l'oxycèdre, et en présence du sol différent et affleurement, sur sols meubles et humifères. En effet les strates arborée et arbustive assurent une protection d'une part, vis-à-vis des fortes radiations solaires en offrant un microclimat assurant ombre et

humidité, et d'autre part, des actions des animaux domestiques et sauvages (cheptel, singes, sangliers), tels le cas des quadrats Q (98), Q (401), Q (100) avec respectivement (123, 101 et 77 graines).

**Deuxième niveau d'analyse (Analyse inter parcelles) :** Ce deuxième niveau d'analyse montre que les parcelles montrant les meilleures potentialités, sont celles caractérisées par une ambiance forestière fraîche et humide induite par des cèdres hauts et assez grands, en âge de reproduction avec une densité suffisante. Les sols sont humifères et meubles et assez profonds. Tels le cas de la parcelle 4 avec respectivement (48,60%) de graines intactes, (71,20 %) de graines germées et 2045 semis. Les parcelles situées en clairière (P2) et (P3), sont distantes de la forêt et éloignées des semenciers potentiels pouvant les alimenter en apport appréciable de graines, ce qui leur confère de faibles taux en graines. De plus ces parcelles sont directement exposées aux fortes radiations solaires, qui diminuent les chances de réussite des semis surtout à l'approche de la saison estivale.

**Troisième niveau d'analyse (Analyse interannuelle) :** L'analyse interannuelle, établie sur la base d'une étude comparative des 3 cycles de suivi successifs (2014, 2015 et 2016), montre que:

La régénération est tributaire de la production grainière, qui elle aussi, présente une variabilité de la production pouvant s'étaler sur deux ans, trois ans, voire même sur cinq ans (Toth, 2005). Nous constatons ainsi, que la production grainière globale, montre une nette augmentation à travers les trois cycles successifs en passant de faible taux en (2014) à moyen taux (2015) pour atteindre un taux maximum en 2016. Le nombre de graines intactes, présente aussi une augmentation remarquable, passant de 26.6% (2014) à 51.57% (2015) et à 54.2% en 2016.

Les germinations, en plus de la disponibilité des graines, restent tributaires de l'humidité, facteur indispensable à la germination des graines et au maintien des semis. Ceci est corroboré par le taux des germinations enregistrées au cours des trois cycles. Les graines germées, absentes (0%) en 2014, présentent un faible taux (7.7%) en 2015 et atteignent leurs maximums (20.17%) au cours du cycle 2016.

On conclut que l'abondance de régénération du cèdre diffère d'une parcelle à une autre, du fait des potentialités différentes entre les parcelles, et d'une année à l'autre à cause de la variabilité de la production grainière d'une part et d'autre part des écarts qui existent entre les conditions climatiques caractérisant chaque cycle d'observation et de suivi.

L'altitude, l'exposition, le recouvrement de la végétation et le climat sont effectivement des facteurs qui influent sur la régénération du cèdre mais, l'action anthropozoogène reste sans conteste, le facteur déterminant dans ce processus de régénération Addar *et al* ; (2016).

### **Perspectives**

Notre travail nous a permis de mieux appréhender certains facteurs régissant la dynamique de la régénération naturelle du cèdre mais beaucoup de paramètres plus complexes ou non totalement quantifiables, restent à apprécier, aussi les facteurs agissant d'une manière combinée, il n'est pas aisé de déterminer la primauté d'un facteur par rapport à un autre.

Pour un meilleur suivi de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas, il faudrait au préalable avoir à sa disposition :

**Une station de référence en altitude** : qui permettrait une meilleure approche du terrain avec des données proches de la réalité.

**Des données météorologiques journalières (quotidiennes)** actuelles et antérieures à l'année d'étude, permettant un **suivi dynamique spatiotemporel des régénérations**.

Les facteurs limitant la régénération du cèdre sont combinés (facteurs biotiques et abiotiques), pour mieux appréhender la problématique de la régénération il serait intéressant de:

**Quantifier et évaluer** l'action du vent sur la régénération.

**Etudier** les populations de prédateurs de graines telles les insectes, les oiseaux granivores, les rongeurs...

**Suivre** rigoureusement l'évolution des paramètres climatiques conditionnant la germination des graines de cèdre sur une période assez longue permettant une meilleure corrélation germination-climat.

**Analyser** de la mycorhization des jeunes semis

**Déterminer** les réserves organiques des semences.

**Effectuer** un dosage des huiles essentielles des graines pouvant constituer un obstacle à la germination.

**Installer** une **station mise en défens** dans la station de Tala Rana pour estimer l'impact du climat indépendamment des actions anthropozoïques.

# **BIBLIOGRAPHIE**

## **Bibliographie**

- ADDAR A. & OUDINECHE R., 1994.**-Diagnostic phytodynamique et aménagement intégré du massif de Lalla Khadidja (Djurdjura).Mem.Ing.USTHB.224p+Ann.
- ADDAR A., 2003.**Analyse dynamique de la végétation et biodiversité des massifs orientaux et occidental du Djurdjura. Mem. Magister.251 pages. Univ. H. Boumediene, Alger.
- ADDAR A. ; ABDELKRIM H. & YAHI N., 2004.**Analyse dynamique d'une succession végétale de la série a *Cedrus atlantica* dans le massif de Tigounatine (Djurdjura).In annales de l'institut national Agronomique-El-Harrach-Vol.25, n°1 et 2 :22-65
- ADDAR A.KHEDACHE Z.RIGHI H & DAHMANI –MEGREROUCHE M., 2016.**Suivi de la régénération naturelle du Cèdre de l'Atlas dans les premiers stades de développement dans quelques stations du massif forestier de Chréa (Atlas Blidéen, Algérie).Revue d'Ecologie, Terre & Vie : 20-76.
- AIDROUS-LARBI N. (2007).** Variabilité géographique des dimensions de la graine de 3 espèces du genre *Cedrus*. Mémoire de Magistère Sci. Agr. Spécialité foresterie. I.N.A., El-Harrach, Alger.107 pages.
- ANONYME. (1983).** Reproduction of conifers: A handbook for cone crop assessment. Forestry Technical Report 31, Canadian Forestry Service p. 1- 46.
- ABOUROUH, M. (1994).** Les ectomycorhizes du cèdre de l'Atlas : état des connaissances et perspectives. Actes du séminaire international sur le cèdre de l'Atlas. Ifrane (Maroc, 7-11 juin 1993). Ann. Rech. For. Maroc., 27(numéro spécial), Vol.1. Edité par M'Hirit, O. ; Samih, A. et Malagnoux, M. pp. 338-348.
- ABED, D. 1984.**Contribution à l'étude de la végétation du versant Sud de la réserve « clôturée » de Tala-guilef. Mémoire Ing. Agr. I.N.A., El-Harrach, Alger, 106 p.
- ABDESSELAM K. 1995.**Structure et fonctionnement d'un karst de montagne : Djurdjura occidental (G. Kabylie). Thèse de Doctorat. Univ de France conte on science de la terre.233p.
- AUSSENAC G. (1984).** Le Cèdre, essai d'interprétation bioclimatique et écophysiological. Bull. Soc. Bot. Fr., 131, Actual. Bot., (2/3/4) : 385-398.
- BOUDY P. (1950).** Economie forestière Nord-Africaine. Tome 2 : Monographie et traitement des essences forestières. Ed. Larose. Paris, 529-619.

**BOUDY P. 1952.** Guide du forestier en Afrique du Nord. Éd. La Maison Rustique. 505 p. **QUEZEL P., 1976** –Les forêts du porteur méditerranéen. Note technique du M.A.B. Les presses de l'UNESCO, 2, pp : 9-33.

**BAGNOULS F. et GAUSSEN H. 1953.** Saison sèche et indice xérothermique. ull.Soc. Hist. Toulouse, 88 p : pp 193-239.

**CHALABI B. 1980.**-Etude écologique, dendrologique et dendrométrique du pin noir Algérien (*Pinus nigra* Arn-sous esvp Clusaina clem. Var Mauritanica Maire et Peyer) à Tikjda : Djurdjura. Thèse. Ing. Alger. 78 p.

**CHBOUKI N. (1994).** Une synthèse dendroclimatique du Cèdre de l'Atlas. Ann. Rech. For. Maroc. T (27) : 33-59.

**DERRIDJ A. (1990).** Etude des populations de *Cedrus atlantica* Manetti en Algérie. Thèse. Doc. Ecologie. Univ. Paul Sabatier. Toulouse. 288p.

**DUCREY M. (1994).** Adaptation du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) au climat

Méditerranéen : Aspects écophysiologicals de sa réaction à la sécheresse. Ann. Rech.For.Maroc T (27) (spécial), 139153.

**DE VILMORIN.G.B. (2003).** Histoires d'arbres. Ed.Jean Paul.Gisserot Paris, 280 p.

**DE PEYERIMHOFF.P. (1941).** Notice de la carte forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Gouv. Gén. Alger. Serv. Carte. Baconnier, Alger, 71p + carte au 1/ 1500 000 ème.

**DUBUIS A et FAUREL L.1949.**Essai sur la flore montagnarde de Djurdjura. Endémisme et affinités floristiques. Mémoire, Soc. Hist. Hat. D'Afr. Du Nord. Numéro Hors-série (2), pp : 65-78.

**EMBERGER L. (1936).** Remarques critiques sur les étages de végétation dans les montagnes marocaines. Bull. Soc. Bot. Suisse. 46p.

**EZZAHIRI M et BELGHAZI B(2000).** Synthèses de quelques résultats sur la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas au Moyen Atlas (Maroc). Sécheresse, vol. II, N° 2

**FLANDRIN. J. 1947.** La chaîne du Djurdjura. Esquisse géologique et géographique. Guide de la montagne algérienne. 60p

**FLANDRIN. J. 1952.**La chaîne du Djurdjura. Monographie régionale. 1<sup>ère</sup> série, Algérie, n°19, 49 pages + Carte géologique au 1/50.000.

- FLANDRIN. BELIN A. FAURASTIER M., MARICHAL R., RAHMANI M., et REM M., 1947.** Guide de la montagne algérienne (Djurdjura). Club Alpin française. Ed. Section Algérienne, 220p.
- KHANFOUCI M. S (2005).** Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le massif du Belezma.
- 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.
- KROUCHE F. (2010).** Étude 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. Doc. Etat. Science Agronomique : Ecologie Forestière. Tizi Ouzou, Mouloud Mammeri, 127.
- LAMHAMEDI M. et CHBOUKI N. (1994).** Les principaux facteurs influençant la régénération naturelle du cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica* (Manetti). Ann. Rech. For. Maroc, T (27), 243-257.
- LEHOUEIROU H. N. CLAUDIN J. et POUGET M. (1977).** Etude bioclimatique des steppes algériennes avec une carte bioclimatique au 1/1000 000. Bul Soc Hist Afri Nord, pp :36-40 .
- LEPOUTRE, B (1963) :** Premier essai de synthèse sur le mécanisme de régénération du cèdre dans le moyen Atlas Marocain. O.R.S.T.O.M .
- Coll. Ref 11063. LE POUTRE B et PUJOS A. (1964).** Facteurs climatiques déterminant les conditions de germination des plantules de cèdre. Ann. Forest. Maroc, Tome 7, 23-54.
- LE POUTRE B. (1964).** Premier essai de synthèse sur le mécanisme de régénération du cèdre de l'Atlas dans le Moyen Atlas marocain. Ann. Rech. For. Maroc. T 7, Rabat : 57 – 163.
- LE POUTRE B. (1966).** Ecologie de la régénération naturelle du cèdre dans le moyen Atlas marocain. Résumé de la thèse Docteur- ingénieur, Faculté de Montpellier (France), 13p.
- MALKI HAMENA (1992).** Contribution à l'étude de l'influence du climat et des facteurs physiques sur la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M.) dans les Monts de Belezma (Algérie). Thèse Doc. Université de la Sorbonne (Paris), 187 p.
- MARION (J.) –(1955).** La régénération naturelle du cèdre dans les cédraies du rebord septentrional du Moyen Atlas occidental calcaire. Ann. Rech. Forestière au Maroc, Robot, fasc. 1.

- M'HIRIT O. (1982).** Etude écologique forestière des cédraies du Rif marocain. Thèse Doctorat en Sciences. Univ. D'Aix Marseille. 502p.
- M'HIRIT O. (1999).** Le grand livre de la forêt marocaine. Belgique ; Mardaga Ed. 280p.
- 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.
- NEDJAH A. (1988).** La cédraie du Chréa (Atlas Blidéen). Phénologie, productivité, régénération. Thèse. Doc. 3ème cycle. Univ. NANCY I : 184 p.
- NEZAR KEBAILI. M. (2009).** Influence de quelques variables du milieu sur la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le massif de Belezma. Mag. Science Agronomique : Foresterie. Batna, 73.
- OZENDA P., 1975.** Sur les étages de végétation dans les montagnes du bassin méditerranéen. Document de cartographie écologique, XVI, pp : 1-32.
- PUJOS A. (1964).** Les milieux de la cédraie marocaine. Etude d'une classification des cédraies du Moyen Atlas et du Rif en fonction du sol et du climat de la régénération actuelle dans les peuplements. Ann. Rech For. Maroc. 8 : Rabat 283
- QUEZEL P. (1980).** Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour Méditerranéen. Acta. Eco. For, Ed. Pressons. Paris : 205-256p.
- QUEZEL. P. (1957).** Le peuplement végétal des hautes montagnes d'Afrique du Nord. Ed. Le Chevalier, Paris : 15-30.
- REMICHI, F.Z. 1984.** Contribution à l'étude de la végétation de la partie supérieure de la crête de Tazrout-Tamellalt (Tala-guilef, Djurdjura). Mémoire Ing. Agr., I.N.A., EL-Harrach, Alger, 51 p.
- SEIGUE A. (1985).** La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Edition Maisonneuve et la rose, Paris : 503p.
- SELTZER P. (1946).** Le climat de l'Algérie. Inst. De Météorophysique du globe. Uni. Alger Edit. Carbonel, Alger. 219p.
- TOTH J. (1973a).** Contribution à l'étude de la dissémination des graines de cèdre (*Cedrus atlantica* Manetti) sur la face sud du Mont-Ventoux (Vaucluse). Document interne n°6 -1973, 31 p.
- TOTH J. (1980).** Le cèdre II. La graine : Dissémination, extraction, qualité, germination, conservation. La forêt privée n° 131 : 78 –84.

**TOTH J. (1990 b).** Croissance, sylviculture et production du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) implanté dans une zone naturelle de chêne vert (*Quercus ilex* L.) en région méditerranéenne française. Exposé présenté au symposium international du cèdre à Antaya (Turquie) du 22 au 27 octobre 1990, 8 p.

**TOTH. (1970).** Plus que centenaire et plein d'avenir : le cèdre en France. Revue forestière française, vol. XXII, n°3 : 355-364.

**TOTH. (1970).** Plus que centenaire et plein d'avenir : le cèdre en France. Revue forestière française, vol. XXII, n°3 : 355-364.

**TOTH J (2005).** Le cèdre de France. Etude approfondie de l'espèce. Edit. L'Harmattan, Paris, 207 p.