

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE DE BLIDA 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Biotechnologies

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master

en sciences Agronomiques

Option : Sciences Forestières

THEME

La réponse morphologique biochimique du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti 1855) à quelques facteurs abiotiques
(Cas de la Cédraie de Chrèa)

Présenté par : ***LALLA Nabila***

BOUDERBALLA Amel

Devant le jury

Présidente : Mme SELAMI M. MAA Univ. BLIDA1

Promotrice : Mme LEMITI S. MAA Univ. BLIDA1

Examineur : Mr MOUSSAOUI K. MAA Univ. BLIDA1

Année universitaire 2018/2019

Liste des figures

Fig. 1. Feuilles et cones du Cèdre de l'Atlas.....	4
Fig. 2 : Le port et l'écorce du Cèdre de l'Atlas.....	5
Fig.3: Aires naturel de répartition géographique du Cèdre de l'Atlas.....	6
Fig. 4: Limites administratives du Parc National de Chrèa.....	1 4
Fig. 5: Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен du P.N.C.....	1 9
Fig. 6: Position de la région d'étude sur le climagramme d'EMBERGER.....	2 0
Fig. 7: La flore présente au niveau du Parc National de Chrèa	2 2
Fig. 8: La faune présenté au niveau du Parc National de Chrèa	2 5
Fig. 9 : Station des quatre bancs extrait Google Earth.....	2 7
Fig. 10 : Station des quatre bancs.....	2 7
Fig. 11: Prélèvement des rameaux de Cèdre de la station des quatre bancs.....	2 8
Fig. 12 : Matériel utilisé sur terrain et conservation des échantillons.....	2 9
Fig. 13: Estimation de nombre de touffes et le poids frais.....	3 0
Fig. 14 : Les étapes d'estimation de l'activité photosynthétique.....	3 0
Fig. 15 : Les étapes de dosage des sucres totaux	3 1
Fig. 16: Les étapes du dosage de la proline.....	3 2
Fig. 17: Le dosage de protéine en agitateur électrique.....	3 3
Fig. 18 : Centrifugation et filtration des échantillons.....	3 3
Fig. 19: Variation temporelle de l'expression végétative des aiguilles du Cèdre.....	3 4
Fig. 20: Variation temporelle de l'expression photosynthétique des aiguilles du Cèdre.....	3 4
Fig. 21: Variation temporelle de l'expression biochimique des aiguilles du Cèdre.....	3 5
Fig. 22: Variation morpho physiologique de l'expression végétative du Cèdre selon les versants.....	3 5
Fig.23 : Variation morpho physiologique de l'activité photosynthétique du Cèdre selon les versants.....	3 6
.....	6
Fig. 24 : Variation morpho-physiologique de l'expression biochimique du Cèdre selon les versants.....	3

Fig. 25: Comparaison de l'expression végétative entre les deux versants.....	6
	3
	7
Fig. 26: Comparaison de l'activité photosynthétique entre les deux versants.....	3
	8
Fig. 27: Comparaison de l'activité biochimique entre les deux versants.....	3
	9

Liste des tableaux

Tableau I : Superficies en hectares et en pourcentages des différentes communes comprises dans le parc national de Chréa.....	17
Tableau II : Superficies des secteurs par communes.....	18
Tableau III: Températures moyennes mensuelles corrigées du P.N.C.	21
Tableau IV : Moyennes annuelles et mensuelles corrigées des précipitations de la région d'étude (2010, 2014).....	21
Tableau V: L'occupation du sol par les différentes strates végétales au niveau du Parc National de Chréa.....	24
	21

*Chapitre I : Données bibliographiques
sur le Cèdre de l'Atlas*

*Chapitre II : Présentation de la région
d'étude: Le Parc National de Chr a*

Chapitre III : Matériel et Méthodes

Chapitre IV : Résultats et interprétation

Table des matières

Introduction générale.....	01
Chapitre I Données bibliographiques sur le Cèdre de l'Atlas	
I.1. Généralités sur l'espèce.....	03
I.2 Taxonomie de Cèdre de l'Atlas.....	03
I.3 Les caractéristiques de Cèdre de l'Atlas	04
I.3.1. Les caractères botaniques de l'espèce.....	04
I.3.2 Les caractères anatomiques de bois	06
I.4 Aires de répartition géographique du cèdre de l'Atlas	06
I.4.1 Aire naturel	06
I.4.2 Aire d'introduction	07
I.5 Caractéristiques écologiques	08
I.5.1 Les exigences climatiques.....	08
I.5.2 Les exigences édaphiques.....	08
I.5.3 L'altitude.....	09
I.5.4 L'exposition	09
I.6 Les associations végétales	10
I.7 Régénération	10
I.8 Caractéristiques des cédraies	11
I.9 Les ennemis du cèdre de l'Atlas	11
I.9.1 Les ravageurs du Cèdre de l'Atlas	11
I.9.1.1 Les insectes mangeurs des Feuilles (Déflorateurs).....	12
I.9.1.2 Les insectes mangeurs de graines	12
I.9.3 Les incendie	12
I.9.4 Les animaux	13
I.9.5 L'homme	13
I.10 Facteurs du dépérissement	13
I.10.1 Symptôme du dépérissement	14
I.11. Importance économique.....	14
 Chapitre II Présentation de la région d'étude : Le parc National de Chréa 	
II.1 Historique de création du Parc National de Chréa	15
II.2 Localisation	15
II.2.1 Localisation géographique.....	15
II.2.2 Localisation administrative	16
II.2.3 Localisation biogéographique	17
II.2.4 Les secteurs du Parc National de Chréa	18
II.3 Milieu physique	19
II.3.1 Géologie	19
II.3.2 Relief.....	19
II.3.3 Sol	19
II.3.4 Hydrologie	20
II.4 Données climatiques de la région d'étude	20
II.4.1 Les températures.....	20

II.4.2 Les précipitations.....	21
II.3.4 Hydrologie	21
II.4.3 La neige.....	21
II.4.4 Le vent (sirocco).....	21
II.4.5 Le brouillard	22
II.4.6 La gelée et la grêle.....	22
II.5 Synthèse climatique.....	22
II.5.1 Diagramme ombrothermique de Gausсен	22
II.5.2 Climagramme d'Emberger	23
II.6 Le Milieu biotique du PNC	23
II.6.1 La flore du PNC.....	23
II.6.2 Etages bioclimatiques.....	24
II.6.3 Formations végétales du PNC.....	25
II.6.2 La faune du PNC.....	28
a. Les vertébrés	28
1. La faune mammifère.....	28
2. La faune aquatique (les poissons).....	29
3. Les amphibiens.....	29
4. Les reptiles	29
b. Les invertébrés.....	30
1. Arthropodes	30
2. Crustacés.....	30
3. Myriapodes.....	31
4. Annélides	31
5. Mollusques	31
II.7 Le patrimoine touristique et paysager.....	31

Chapitre III : Matériel et méthodes

III.1 Objectif.....	33
III.2 Présentation des sites d'étude	33
III.2.1 Station des quatre bancs.....	33
III.3 Méthodologie	34
III.3.1 Echantillonnage.....	34
III.3.2 Outils d'échantillonnage	34
III.4 Méthode d'analyse biochimique	35
III.4.1 Matériel utilisé	35
III.4.2 Produits chimique	35
III.4.4 Estimation de l'activité photosynthétique.....	36
III.4.5 Quantification des sucres totaux.....	37
III.4.6 Quantification et Dosage des acides aminés solubles et de la proline.....	38
a. Acides aminés solubles.....	38
b. Proline	38
III.4.7 Quantification et Dosage des protéines solubles	38
III.4.8 Dosage des polyphénols.....	39
a. Extraction des polyphénols.....	39

b. Dosage des polyphénols totaux.....	39
III.5 Analyse statistiques	40
Chapitre IV : RESULTATS ET INTERPRITATION	
1. Variation temporelle traits morpho-physiologique du Cèdre de l'Atlas.....	42
1.1 Expression végétative	42
1.2 Activité photosynthétique	42
1.3 Expression biochimique.....	43
2.Variation des traits morpho-physiologique du Cèdre de l'Atlas selon les versants....	44
2.1 Expression végétative	44
2.2 Activité photosynthétique	44
2.3 Expression biochimique	45
3. Etude comparée des traits morpho-physiologique des versants Nord et Sud.....	46
3.1 Expression végétative	46
3.2 Activité photosynthétique	46
3.3 Expression biochimique	46
Discussion	48
Conclusion.....	52
Références bibliographiques	54

| | |

Table des matières

Introduction générale.....	01
Chapitre I Données bibliographiques sur le Cèdre de l'Atlas	
I.1. Généralités sur l'espèce.....	03
I.2 Taxonomie de Cèdre de l'Atlas.....	03
I.3 Les caractéristiques de Cèdre de l'Atlas	04
I.3.1. Les caractères botaniques de l'espèce.....	04
I.3.2 Les caractères anatomiques de bois	06
I.4 Aires de répartition géographique du cèdre de l'Atlas	06
I.4.1 Aire naturel	06
I.4.2 Aire d'introduction	07
I.5 Caractéristiques écologiques	08
I.5.1 Les exigences climatiques.....	08
I.5.2 Les exigences édaphiques.....	08
I.5.3 L'altitude.....	09
I.5.4 L'exposition	09
I.6 Les associations végétales	10
I.7 Régénération	10
I.8 Caractéristiques des cédraies	11
I.9 Les ennemis du cèdre de l'Atlas	11
I.9.1 Les ravageurs du Cèdre de l'Atlas	11
I.9.1.1 Les insectes mangeurs des Feuilles (Déflorateurs).....	12
I.9.1.2 Les insectes mangeurs de graines	12
I.9.3 Les incendie	12
I.9.4 Les animaux	13
I.9.5 L'homme	13
I.10 Facteurs du dépérissement	13
I.10.1 Symptôme du dépérissement	14
I.11. Importance économique.....	14
 Chapitre II Présentation de la région d'étude : Le parc National de Chréa 	
II.1 Historique de création du Parc National de Chréa	15
II.2 Localisation	15
II.2.1 Localisation géographique.....	15
II.2.2 Localisation administrative	16
II.2.3 Localisation biogéographique	17
II.2.4 Les secteurs du Parc National de Chréa	18
II.3 Milieu physique	19
II.3.1 Géologie	19
II.3.2 Relief.....	19
II.3.3 Sol	19
II.3.4 Hydrologie	20
II.4 Données climatiques de la région d'étude	20
II.4.1 Les températures.....	20

II.4.2 Les précipitations.....	21
II.3.4 Hydrologie	21
II.4.3 La neige.....	21
II.4.4 Le vent (sirocco).....	21
II.4.5 Le brouillard	22
II.4.6 La gelée et la grêle.....	22
II.5 Synthèse climatique.....	22
II.5.1 Diagramme ombrothermique de Gausсен	22
II.5.2 Climagramme d'Emberger	23
II.6 Le Milieu biotique du PNC	23
II.6.1 La flore du PNC.....	23
II.6.2 Etages bioclimatiques.....	24
II.6.3 Formations végétales du PNC.....	25
II.6.2 La faune du PNC.....	28
a. Les vertébrés	28
1. La faune mammifère.....	28
2. La faune aquatique (les poissons).....	29
3. Les amphibiens.....	29
4. Les reptiles	29
b. Les invertébrés.....	30
1. Arthropodes	30
2. Crustacés.....	30
3. Myriapodes.....	31
4. Annélides	31
5. Mollusques	31
II.7 Le patrimoine touristique et paysager.....	31

Chapitre III : Matériel et méthodes

III.1 Objectif.....	33
III.2 Présentation des sites d'étude	33
III.2.1 Station des quatre bancs.....	33
III.3 Méthodologie	34
III.3.1 Echantillonnage.....	34
III.3.2 Outils d'échantillonnage	34
III.4 Méthode d'analyse biochimique	35
III.4.1 Matériel utilisé	35
III.4.2 Produits chimique	35
III.4.4 Estimation de l'activité photosynthétique.....	36
III.4.5 Quantification des sucres totaux.....	37
III.4.6 Quantification et Dosage des acides aminés solubles et de la proline.....	38
a. Acides aminés solubles.....	38
b. Proline	38
III.4.7 Quantification et Dosage des protéines solubles	38
III.4.8 Dosage des polyphénols.....	39
a. Extraction des polyphénols.....	39

b. Dosage des polyphénols totaux.....	39
III.5 Analyse statistiques	40
Chapitre IV : RESULTATS ET INTERPRITATION	
1. Variation temporelle traits morpho-physiologique du Cèdre de l'Atlas.....	42
1.1 Expression végétative	42
1.2 Activité photosynthétique	42
1.3 Expression biochimique.....	43
2.Variation des traits morpho-physiologique du Cèdre de l'Atlas selon les versants....	44
2.1 Expression végétative	44
2.2 Activité photosynthétique	44
2.3 Expression biochimique	45
3. Etude comparée des traits morpho-physiologique des versants Nord et Sud.....	46
3.1 Expression végétative	46
3.2 Activité photosynthétique	46
3.3 Expression biochimique	46
Discussion	48
Conclusion.....	52
Références bibliographiques	54

| | | |

Introduction

Le cèdre de l'Atlas ou *Cedrus atlantica* Manetti 1855 est certainement l'une des plus prestigieuses espèce. Elle représente l'essence noble par excellence des pays constituant son aire naturelle : l'Algérie et le Maroc. Le simple fait d'avoir associé « Atlas » au nom de l'espèce traduit toute son importance.

Les forêts de *Cedrus atlantica* forment l'un des paysages remarquables des montagnes d'Algérie et du Maroc, ses peuplements constituent un capital forestier de première importance à plusieurs points de vue : écologique, sociaux, économiques et touristiques (**Quezel et Médial, 2003**).

En Algérie, le Cèdre couvre naturellement 33000 hectares en plusieurs massifs dont le plus important est celui des Aurès (**Boudy, 1952**). Il bénéficie d'une grande importance dans la politique forestière dans la mesure où les parcs nationaux créés sont dans l'ensemble à base de peuplement de cèdre (Parc National de Chéra, Djurdjura, Belezma et Theniet El had ...).

Cette importante essence connaît une situation sanitaire alarmante, à cause de la combinaison de facteurs biotiques et abiotiques défavorables qui semblent faire, aujourd'hui consensus comme origine de déclenchement de phénomène de dépérissement du Cèdre de l'Atlas. Parmi les facteurs biotiques, les défoliateurs, les ravageurs piqueurs-suceurs, les insectes xylophages qui interviennent très souvent en dernière phase accélèrent le processus de dépérissement entraînant dans la majorité des cas la mort des arbres (**Mouna et Fabre, 2005**).

Le Parc National de Chréa (Atlas blidéen) est parmi les régions les plus riches en matière de biodiversité, les formations forestières du parc sont essentiellement du cèdre de l'Atlas (1200 ha) qui est l'essence noble des hautes montagnes de l'Algérie (**Body, 1950**).

Plusieurs travaux de recherche se sont intéressés à la richesse et la diversité faunistique et floristique des forêts dans l'Atlas Blidéen (**Halimi, 1980**), (**Larid, 1989**; **Doumandji et Doumandji- Mitiche, 1993** et **Mazari, 1995**),

(Taib-Sollaimane et Tami ,2016), Lahrech et khenafif, 2018) et (Ladjali, 2018).

Cependant, les travaux sur l'effet des facteurs abiotiques sur la fonction biochimique des forêts et notamment celle associée au Cèdre du Parc National de Chrèa sont inexistantes. Ainsi nous avons entrepris cette étude novatrice qui vise à déterminer la quantité de l'expression végétative, l'activité photosynthétique et l'expression biochimique du Cèdre par rapport au temps et à l'exposition.

Nous avons conçu notre travail en quatre chapitres distincts. Nous présentons le premier chapitre par une synthèse bibliographique sur le Cèdre de l'Atlas. Dans le second chapitre, on présente le milieu d'étude (Parc National de Chrèa), qui est suivi par le matériel et méthodes. Par ailleurs, les résultats sont étudiés dans le chapitre quatre. Enfin nous clôturons par une discussion suivie d'une conclusion.

I. Données bibliographiques sur le Cèdre de l'Atlas

I.1. Généralités sur l'espèce : Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti 1855)

Le Cèdre de l'Atlas est une essence endémique des montagnes de l'Afrique du Nord (Maroc, Algérie). Il est d'ailleurs considéré par plusieurs auteurs comme l'espèce la plus importante, économiquement et écologiquement, de la montagne méditerranéenne (**Benchekroun, 1993 ; M'hirit et al., 2006, Terrab et al., 2006**). La configuration de l'aire naturelle de l'espèce et sa variabilité écologique ont favorisé une différenciation de morphotypes divers et d'écotypes adaptés à une gamme étendue de climats et de substrats géologiques (**Harfouche et Nedjahi, 2003**).

Le genre *Cedrus*, appartenant à la famille des pinacées, est considéré comme étant le plus ancien après le genre *Pinus* (**Gaussen, 1967**). Il recouvre quatre (04) espèces (**Boudy, 1950; M'hirit, 1994 ; De Vilmorin, 2003 et M'hirit et Benzyane, 2006**), qui occupent des surfaces inégales dans l'étage montagnard de la région méditerranéo-himalayenne. Ces quatre espèces sont :

- *Cedrus atlantica* Manetti 1855 : Cèdre de l'Atlas est endémique des montagnes nord africaines (Maroc, Algérie).
- *Cedrus libani* Barrel 1823 : Cèdre du Liban est présente en Asie mineure, au Liban et en Turquie.
- *Cedrus deodora* London 1830 : Cèdre de l'Himalaya, sa répartition est plus confinée. En effet, elle ne couvre que quelques dizaines d'hectares dans l'île de Chypre.
- *Cedrus brevifolia* Henry 1908 : Cèdre de Chypre. Enfin, *Cedrus deodara* est la plus répandue des espèces, elle peuple une partie de l'Inde, de l'Afghanistan et du Népal (**Toth, 2005**).

En termes de surface, le Maroc et la Turquie sont au premier plan avec plus de 130.000 ha dans chacun des deux pays (**M'hirit et Blerot, 1999**).

I.2 Taxonomie de Cèdre de l'Atlas

Du point de vue taxinomique, botaniques et dendrologiques, plusieurs auteurs ont décrit le Cèdre (**Maire, 1952 ; Quezel et Santa, 1962 ; Derridj, 1990**). Sans

rentrer dans les détails, le cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) répond à la systématique suivante :

Embranchement	Spermaphytes
S/ Embranchement	Gymnospermes
Classe	Vectrices
Ordre	Coniférales
S/ Ordre	Abiétales
Famille	Pinacées
Genre	Cedrus
Espèce	<i>Cedrus atlantica</i> Manetti
Non français	Cèdre de l'Atlas
Nom berbère	Bignoun. Ithguel
Nom Arabe	El Arz où Medded

I.3 Les caractéristiques de Cèdre de l'Atlas

I.3.1. Les caractères botaniques de l'espèce

Le Cèdre de l'Atlas est par excellence, l'essence noble de l'Afrique du Nord, par la majesté de son port et sa longévité qui peut dépasser les milles ans (**Boudy, 1950**).

- a) **Le port** : c'est un arbre de haute taille, dépassant souvent 50m, et en moyenne 40m dans les peuplements soit anciens en sol profond, soit serrés (**Boudy, 1952 ; Toth, 1990**). Le port de l'arbre est pyramidal avec un fût droit, cime régulière et pointue à flèche courbée quand il est jeune ou d'âge moyen, il prend une forme tabulaire en vieillissant (**Boudy, 1952**).
- b) **Les racines** : Les racines sont très étendues et ramifiées. De plus, elles sont pivotantes ce qui assure une bonne stabilité de l'arbre (**Toth, 1970**).
- c) **L'écorce** : L'écorce lisse avec une couleur jaune brun à l'état jeune, devient grisâtre et forment crevassée à l'état adulte (**Ledant, 1975**). (Fig. 2)
- d) **Les feuilles** : aiguilles persistantes 3-4 ans, aigues, assez rigides, 15 à 20mm, leur couleur allant du vert clair foncé ou glauque jusqu'au bleu. Sur rameaux longs sont isolées et soudées à l'écorce ; sur rameaux courts sont par rosettes (**Toth, 1990**). (Fig.1)

- e) **Les branches** : elles naissent isolement sur le tronc et portent une multitude de petits rameaux qui se situent tous dans le même plan, finissant par donner à l'arbre sa silhouette tabulaire et irrégulière (**Boudy, 1950, Boudy, 1952 ; M'herit, 2006**). Les rameaux ne sont jamais verticillés, ils sont de deux sortes : Les rameaux longs de couleur grise jaunâtre pubescents qui ne poilent que des aiguilles isolées pendant la première année. Les rameaux courts trapus, insérés sur les précédents et terminés par un bouquet d'aiguilles très nombreuses et très serrées. (**Arbez et al, 1987**).
- f) **Les fruits** : la maturité des cônes dure deux ans après la floraison, de couleur brune violacée, ils ont 5 à 8 cm de dimension. Atteignent au plus 10 cm (**Quezel et Santa, 1962**). Les grands cèdres d'âge relativement avancé portent un grand nombre de cônes qui donnent pratiquement des graines fertiles (**Toth, 1973**).



Fig. 1. Feuilles et cornes du Cèdre de l'Atlas (PNC ,2014)

- g) **Les graines** : assez grosse, pointue et longue avec une aile développée sub-triangulaire, de 8 à 12 cm de Longueur et de couleur marron roux à marron clair. (**Khanfouci, 2005**).
- h) **Les fleurs** : le cèdre est une espèce monoïque et la floraison a lieu en automne. Les fleurs males sont des chatons cylindriques dressées, jaunes verdâtres et les fleurs femelles sont des chatons ovoïdes (cônes) dressés, vert bleuâtre (**Jacamon, 1987**).



Fig. 2 : Le port et l'écorce du Cèdre de l'Atlas (PNC, 2014)

I.3.2 Les caractères anatomiques de bois

L'étude de la qualité du bois a concerné plusieurs propriétés que nous avons jugées intéressantes dans le cas du cèdre, au vu de ses utilisations actuelles et potentielles. Les caractéristiques prises en considération sont : Comme chez tous les résineux, les trachéides longitudinales forment la plus grande masse du bois de cèdre de l'Atlas, Les ponctuations aréolées sont très nombreuses, grandes et circulaires vues sur une section radiale ; Les rayons ligneux sont nombreux dans le bois de cèdre de l'Atlas. Ils sont unisériés ou bisériés, les parois transversales et tangentielles des cellules du parenchyme des rayons sont épaisses et abondamment ponctuées (El Azzouzi et Keller ,1998).

I.4 Aires de répartition géographique du cèdre de l'Atlas

Le cèdre de l'Atlas est une espèce essentiellement montagnarde, elle occupe actuellement des surfaces d'importance inégale qui forment spontanément trois blocs géographiques distincts : l'Afrique du Nord, l'Asie Mineure et l'Himalaya (M'hirit, 2006).

I.4.1 Aire naturelle

Le Cèdre de l'Atlas est une essence caractéristique des montagnes de L'Afrique du Nord et plus précisément du Maroc et de l'Algérie (Boudy, 1950): Au Maroc : le cèdre de l'Atlas occupe deux blocs, le premier dans le grand Atlas oriental et Moyen Atlas avec une superficie de 116.000ha, le second dans le Rif occidental et central avec une superficie de 15.000 ha (M'hirit, 1982). En Algérie : l'aire du Cèdre de l'Atlas

est très morcelée ; elle est répartie en îlots dispersés d'importance inégale, la cédraie algérienne occupe deux zones climatiques différentes :

- Une zone sèche caractérisée par les conditions climatiques les plus sévères et soumise aux influences sahariennes (Aurès).
- Une zone humide qui bénéficie d'un climat particulier favorable localisée plus près de la mer (Pradal, 1979 ; Abdessemed, 1981).

Le Cèdre de l'Atlas couvre en Algérie une superficie de 30.400 ha, dont les plus importantes 17.000 ha) se situent dans les Aurès, ainsi que sur les monts de Hodna (8.000ha). Le reste de la cédraie est réparti dans l'Atlas Tellien (Djurdjura 2.000 ha Babors, 1300 ha, Ouarsenis 100ha et l'Atlas Blidéen 1000 ha. (Boudy, 1950 et M'hirit, 1993). Fig.3

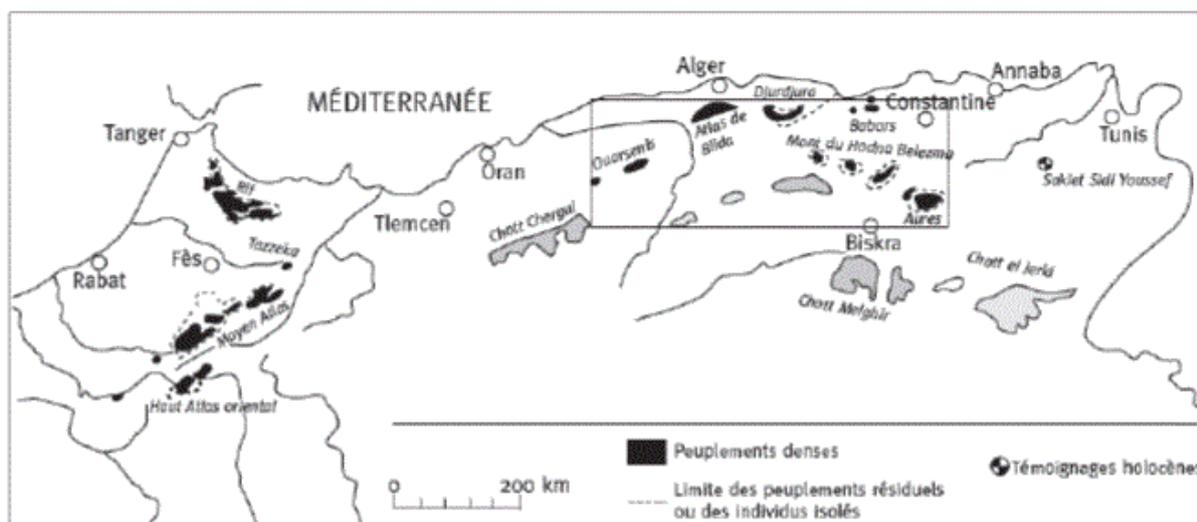


Fig. 3 : Aires naturel de répartition géographique du Cèdre de l'Atlas (Yhi et Djoulouli, 2010)

1.4.2 Aire d'introduction

Le Cèdre de l'Atlas a été depuis longtemps l'une des espèces de reboisement les plus utilisées dans la région méditerranéenne (Ripert et Boisseau, 1994). Dans le sud de la France, le Cèdre de l'Atlas fut introduit pour la première fois en 1862 sur une superficie de 10-15 ha dans le reboisement de la forêt communale de Bédoin (Vaucluse) et dans la chênaie pubescente du Mont-Ventoux (Toth, 1971, 1994). Aussi, Il a été également introduit en Portugal en 1935 (Toth, 2005), en Italie en 1964 (Brunetti et al., 2001, Andrea et Roberto, 1994), en Espagne, les États Unis M'hirit (1994), la Bulgarie en 1876 (Delkov et Grozev, 1994) et en Hongrie en 1955 (Csaba, 1994) et en Tunisie (Dahman et Khouja, 1994 ; Lasram,1994).

I.5 Caractéristiques écologiques

Le Cèdre de l'Atlas est une essence de montagne, les conditions écologiques du Cèdre varient selon plusieurs facteurs dont les plus importants sont l'altitude, le climat, le substrat et l'exposition.

I.5.1 Les exigences climatiques

Le Cèdre de l'Atlas est une essence qui s'accommode aux différents bioclimats. Il s'individualise en effet, entre les bioclimats semi-arides, subhumides, humides et per-humide. Alors que, sa zone préférée est située d'après **Boudy (1952)** en bioclimat humide froid. Cette essence est relativement sciaphile pouvant vivre entre -20 et 39 °C (**Boudy, 1950**) et pouvant résister sans dommages à des températures de -25°C (**Gausse, 1967 in Khanfouci, 2005**). Le Cèdre de l'Atlas a besoin d'une pluviométrie annuelle comprise entre 500 et 1500mm (**Ducrey, 1994**). En Algérie, les cédraies des Aurès sont à la limite des étages semi-aride et subhumide (**Abdessemed, 1981 ; Boudy, 1950**), recevant une tranche pluviométrique modeste variant de 500 à 700 mm/an (**Khanfouci, 2005**).

Les cédraies du Djurdjura, des Babors, l'Ouarsenis, Chréa et Meurdja sont plus humide, recevant d'après **Derridj (1990) in Khanfouci (2005)** de 1100 à 2100 mm/an de pluie. Le Cèdre de l'Atlas ne se retrouve pas au Maroc en étage semi-aride. En gros, il est estimé que les trois quarts des cédraies du Maroc sont dans l'étage humide froid, avec 850 à 1200 mm d'eau, ainsi que toutes celles du Rif (**Boudy, 1950**). Du point de vue écologique, le Cèdre Oaurasien est donc très différent du Cèdre marocain (**Boudy, 1950**).

I.5.2 Les exigences édaphiques

En Algérie, une grande part des cédraies se concentre sur des roches mères siliceuses et bien en moindre proportion sur roches calcaires (**Boudy, 1950**). Ainsi, le Cèdre n'est pas totalement indifférent à la nature du substrat comme il est classiquement admis. A la lumière des résultats de **Nedjahi (1994)**, les substrats marneux et calcaires sont défavorables à la bonne production ligneuse, par le fait que, les premiers sont lourds, très humides et se dessèchent rapidement par contre les

seconds sont peu favorables à la rétention de l'eau. Ce même auteur rapporte que, la préférence du cèdre est pour le substrat dolomitique, basaltique, gréseux et schisteux.

I.5.3 L'altitude

Dans l'ensemble de son aire naturelle, les cédraies s'observent entre 1 500 et 2600m d'altitude. Cette tranche altitudinale correspond aux étages de végétation suivants (**Benabid, 1994**).

- Supra méditerranéen qui s'insère entre 1400 et 1800m dans le Rif et les massifs telliens d'Algérie ; entre 1600 et 2000m dans le Moyen Atlas et les Aurès et entre 1700 et 2100m dans le Haut Atlas oriental.

- Montagnard méditerranéen qui succède au premier et qui occupe les niveaux altitudinaux compris entre 1800 et 2300m dans le Rif et les massifs telliens d'Algérie ; entre 2000 et 2500m dans le moyen Atlas et les Aurès et entre 2100 et 2600m dans le haut Atlas oriental.

En dehors de leur aire naturelle, des cédraies installées en France, au niveau des stations du mont ventoux, saumon et menerbes se comportent idéalement à des altitudes de 300 à 800 m (**Sabatier et al., 2003**).

I.5.4 L'exposition

L'exposition joue un rôle très important dans la répartition et dans la vie de la plupart des cédraies. En Algérie, les vents dominants sont de direction Nord-Ouest, ce qui fait que ces deux versants sont exposés à une pluviométrie plus importante que les versants sud qui sont exposés aux vents chauds et secs (Sirocco) et à un ensoleillement quasi permanent. On rencontre de ce fait les plus belles cédraies sur les versants Nord. Leur limite inférieure est plus basse que celle de l'exposition Sud. Cette dénivellation est due à la variation d'humidité (**Emberger, 1938**).

I.5.5 La lumière

Divers facteurs influencent l'atténuation de la lumière dans les peuplements forestiers particulièrement, la composition, la densité la structure, l'état de 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 qualité spectrale de la lumière (**Lemhamedi et Chaouki, 1994**).

Dans les peuplements où les couverts qui sont relativement fermés et denses, la présence des semis est rare et le système racinaire reste mal développé et superficiel, l'absence totale d'un couvert végétal favorise la mort prématurée des semis de cèdre de l'Atlas suite à leur dessèchement par le rayonnement solaire, dans ces conditions, la réduction du stress thermique a une importance capitale,

La présence des taches de lumière et de conditions microstationnelles favorables peut conditionner la régénération du cèdre dans les peuplements denses **(Lemhamedi et Chaouki, 1994)**

I.6 Les associations végétales

Les espèces végétales associées au Cèdre sont différentes selon les conditions écologiques, c'est-à-dire la pluviométrie, l'altitude et les conditions édaphiques. C'est ainsi qu'en zone semi-aride de l'Atlas moyen marocain et sur substrat basaltique et à 1900-2100m d'altitude, sur sol profond et en exposition ouest, **Ezzahiri et al. (1994)** ont relevé le groupement végétal suivant : *Cedrus atlantica*, *Buplerum montanum*, *Acer monspesulanum*, et *Rosa canina*. Alors qu'à une altitude de 1800-1900 m, sur sol calcaire compact et superficiel, le groupement végétal devient : *Cedrus atlantica*, *Quercus rotundifolia* et *Paeonia corallina*. En Algérie, dans les Aurès le faciès est caractérisé par les espèces suivantes **(Halitim, 2006)** : *Cedrus atlantica*, *Quercus ilex*, *Pinus halepensis*, *Juniperus thurifera*, *Ampelodes mauritanica* et *Fraxinus xanthoxyoides*.

Dans les Monts de Chrèa sur l'Atlas Blidéen et dans les Babors le faciès plus humide est caractérisé par les espèces suivantes **(Halitim, 2006)** : *Cedrus atlantica*, Chêne vert (*Quercus ilex*), Chêne zéen (*Quercus mirbeckii*) et l'If (*Taxus baccata*).

I.7 La régénération

La régénération du cèdre est soumise à des contraintes climatiques étroites, déterminées par les exigences de la plante vis-à-vis de l'eau du sol et du froid **(Lecompte et Lepoutre, 1975)**. La graine de Cèdre ne peut pas germer que si la température maximale journalière avoisine les 10°C pendant 7 à 10 jours **(Lepoutre et Pujos, 1963 ; Aussenac, 1984)**; avec une tranche pluviométrique d'au moins 700 à

800 mm, se manifestant par des pluies d'été (pendant la période de croissance) (**Boudy, 1952**). Mais, si des sécheresses précoces et prolongées surviennent durant cette période, la croissance des jeunes semis peut être atténuée, avec une mortalité probable dans la plupart des cas (**Bentouati, 1993**). 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**).

I.8 Les caractéristiques des cédraies

Le Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) est une espèce montagnarde méditerranéenne caractérisée par un bioclimat humide ou subhumide à hiver froid. Les communautés végétales de l'espèce sont définies en fonction du bioclimat, de l'altitude et des substrats géologiques. Nous avons : La cédraie sapinière dans les Babors (*Abies numidica*- *Cedrus atlantica*) et dans le Rif Marocain (*Abies maroccana*- *Cedrus atlantica*). La cédraie à chêne vert dans le Djurdjura et au Moyen Atlas Marocain (*Cedrus atlantica*, *Quercus ilex* avec *Ilex aquifolium*, *Acer monspessulanum*, *taxus baccata*). La cédraie mésophyte dans l'Ouarsenis et moyen Atlas Marocain avec le chêne zen (*Quercus canariensis*, *Quercus suber*, *Taxus baccata* et *Ilex aquifolium*). La cédraie orophile dans les Aurès et le Moyen Atlas Oriental Marocain avec les genévriers (*Juniperus oxycedrus*, *Juniperus thurifera*, *Pinus halepensis* et des xérophytes épineux) (**M'hirit, 1982**).

I.9 Les ennemis du cèdre de l'Atlas

I.9.1 Les ravageurs du Cèdre de l'Atlas

Plusieurs espèces d'insecte existent dans les cédraies du bassin méditerranéen commettent des dégâts (**Fabre, 1976**) les chercheurs de l'INRA (France) signalent des peuplements spontanés de Cèdre de l'Atlas du nord par un riche complexe d'insectes phytophages dont les processionnaires et les scolytes (**Bariteau et al, 1992**)

a. Les insectes mangeurs des feuilles (défoliateurs) :

- **La chenille processionnaire de du cèdre (*Taumatopea bonjean*)** ravageurs des aiguilles signalées pour la première fois dans les cédraies du Belezma depuis, sa

présence a été confirmée à la suite d'investigation dans les cédraies, (**Gachi et al, 1986 ; Gachi, 1989**).

- **La chenille processionnaire du pin (*Thaumetopea epityocampa*)** qui attaque les aiguilles des jeunes pousse (**Boudy, 1950**).
- **Tordeuse du cèdre (*Epinotia cedria*)** attaque en effet l'arbre en entier indépendamment de son âge et de sa situation dans le massif forestier (**Mouna, 1986 et Ladjel, 2007**), selon **M'HIRIT et al (2006)**, l'*Epinotia* algérienne, elles peuvent pulluler et constituer un danger, ou aussi vivre dans l'aire du cèdre a l'état de latence sans présenter de risque pour l'arbre, cette tordeuse a pour seuls hôtes connus les cédraies de l'Atlas et de Liban.

b. Les insectes mangeurs de graines

Le chalcidien seminivore (*Meastigmus pinsopinis*) est un insecte parasite de la graine en particulier durant les années de faible production (**Touth, 1978**)

I.9.2 Les maladies Cryptogamiques

Parmi les champignons qui causent les dégâts redoutables au cèdre on cite :

- ***Polyporus officinalis*** : cause des altérations plus au moins graves au cèdre (**Boudy, 1952**).
- ***Armillari amilla*** : ce champignon attaque surtout les racines et le tronc, il se développe surtout sur les arbres affaiblis par une cause quelconque (**Malki, 1992**).

I.9.3 Les incendies

De toutes les espèces qui composent la forêt méditerranéenne, le cèdre est le moins inflammable et le moins combustible, en peuplement dense, le cèdre élimine toute végétation herbacée, de ce fait il est peu propice au feu (**Boudy,1950 ; Touth, 1970**).

I.9.4 Les animaux

Le bétail (surtout les bovins) lâché en liberté dans la forêt cause lui aussi de terribles dégâts par leurs empiètements qui compactent le sol (**MAZIRT,1991**)

I.9.5 L'homme

C'est l'homme qui par son action directe (coupe illicites, défrichements) ou indirecte (parcours) à contribuer à la régression des formations végétales en général et de la cédraie en particulière, il reste l'ennemi le plus dangereux du cèdre de l'atlas (**Abdessamed, 1981 ; El Yousfi, 1994**).

I.10 Facteurs du dépérissement

Les scientifiques évoquent le scénario conjugué de trois séries de facteurs responsables sont :

- **Les facteurs prédisposant** : Les facteurs prédisposant, agissent de façon durable et pérenne sur le peuplement, les facteurs déclenchant abiotique ou biotique, agissent sur une courte durée et les facteurs aggravants, conduisant souvent à une issue fatale (**Sinclair, 1964, 1967 ; Delatour, 1983 et 1990 ; Audre et Lauelout 1992 ; Malaisse et al, 1993, Malon, 1981 in Boutte 2007**)

- **Facteurs déclenchant** : Ils regroupement des variables qui provoquent des stress de forte intensité mais qui agissent à court terme (**Gagnon et al, 1994**) accidents climatique, pullulations d'insectes (défoliateurs)sécheresse, concentration en sel, pollution, virus (**Manion, 1981 in Boutte, 2007**)

- **Facteurs aggravants** : Ils développement de parasites de faiblesse, champignons parasites, insectes xylophage, (**Manion, 1981 in Boutte, 2007**) Mais le dépérissement forestier est généralement apprécié par deux symptômes macroscopiques, la défoliation et le jaunissement du feuillage (**Landmanne et al, 1987**)

Le dépérissement est considéré comme un enchainement d'évènements défavorables les facteurs incitatifs qui accentuent sa perte de vigueur, leur tour, d'autre facteurs contribuent à amener le végétal vers une mort certaine (**Mainion, 1981 in Boutte, 2007**)

I.10.1 Symptôme du dépérissement

Les symptômes des dépérissements forestiers peuvent avoir été provoqués, par des constellations de conditions défavorables et/ou d'agressions fortes différentes.

Les arbres sont capables de réagir aux influences exercées par divers agents par des signes apparaissant sur leurs parties aériennes (**Hartman et al, 1991**).

Les aiguilles qui roussissent puis tombent l'année suivante, cime dénudées, coloration anormale, déficits foliaires, branches mortes sont les signes du dépérissement de la forêt méditerranéenne (**Gazonneau, 2007**).

On constate que, lorsque plusieurs des cas contraints se conjuguent (conditions stationnaire difficiles, pollution, salinité, vent...) des phénomènes plus importants de dépérissement peuvent apparaître (**Stammitti, 1992 in Garrec, 1994**)

Selon **Hertman et al, (1991)**, les symptômes concernent trois niveaux :

- **Symptôme sur aiguilles et feuilles** : une chute prématurée (**défoliation précoce**) éclaircissement, dénudement de rameaux, de parties ou de la totalité de la couronne, décoloration jaunâtre et blanchâtre (chloroses) brunâtres, flétrissement, anomalies de croissance, déformation...
- **Symptômes sur bourgeons, pousses, et rameaux** : chute des pousses, décoloration jaunâtre, flétrissement, anomalie de croissance, déformations des rameaux...
- **Symptôme sur tronc et branches** : des chutes, une décoloration jaunâtre, flétrissement, anomalie de croissance, déformations, plaies ouvertes ou cicatrisées. **Landmanne (1994)**.

I.11 Importance économique

Le Cèdre de l'Atlas, depuis son existence forme une source vitale des populations et assure une activité économique très importante, du fait de ses qualités remarquables : sa longévité, sa résistance à la compression et sa bonne production de bois, il servait à la construction des toitures, planchers, charpentes (**Benhalima, 2004**), voies ferroviaires (**Boudy, 1950**), sans compter les nombreux produits qui sont tirés de son bois : goudron, diverses essences employées en pharmacie et en parfumerie et il donne un très joli bois de menuiserie (**Boudy, 1952**), fabrication de

chalet de montagne, charpente poteaux, placage intérieur, meuble rustiques et des produits d'éclaircie peuvent être utilisés également en papèterie (**M'hirit, 2006**). Il sert également à la fabrication des sarcophages et du cercueil de certains papes (**Deviimorin, 2003**)

Selon **Toth (1980)** le cèdre est une essence capable de remplir plusieurs rôles à la fois et ça malgré les conditions écologiques souvent difficiles et la surface restreinte qu'elle occupe.

Le cèdre de l'atlas bénéficie d'une grande facilité de régénération naturelle dans les étapes de chêne vert en Afrique du Nord et chêne pubescent en France, assurant ainsi la pérennité des peuplements et permettant des reboisements économiques par points d'appui (**M'hiritet Benzeyane, 2006**). Ainsi a une protection contre l'incendie, son feuillage peu inflammable (**Alexandrian et Guiran, 1992 ; Aussenace, 1981**) avec l'élimination de la végétation herbacée très inflammable et il maintient l'équilibre biologique en protégeant et en améliorant le sol (**Toth, 1990**).

Le cèdre de l'atlas peut être utilisé comme arbre d'ornement dans les parcs et les jardins publics, son bois noble à texture remarquable est utilisé en ébénisterie et il sert comme bois d'œuvre

Le cèdre peut également produire une huile essentielle aromatique qui a des propriétés antiseptiques, les aiguilles sont par ailleurs utilisées comme fourrage pour le bétail durant les périodes d'enneigement (**Bahri Bachir, 2007**).

I. Données bibliographiques sur le Cèdre de l'Atlas

I.1. Généralités sur l'espèce : Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti 1855)

Le Cèdre de l'Atlas est une essence endémique des montagnes de l'Afrique du Nord (Maroc, Algérie). Il est d'ailleurs considéré par plusieurs auteurs comme l'espèce la plus importante, économiquement et écologiquement, de la montagne méditerranéenne (**Benchekroun, 1993 ; M'hirit et al., 2006, Terrab et al., 2006**). La configuration de l'aire naturelle de l'espèce et sa variabilité écologique ont favorisé une différenciation de morphotypes divers et d'écotypes adaptés à une gamme étendue de climats et de substrats géologiques (**Harfouche et Nedjahi, 2003**).

Le genre *Cedrus*, appartenant à la famille des pinacées, est considéré comme étant le plus ancien après le genre *Pinus* (**Gaussen, 1967**). Il recouvre quatre (04) espèces (**Boudy, 1950; M'hirit, 1994 ; De Vilmorin, 2003 et M'hirit et Benzyane, 2006**), qui occupent des surfaces inégales dans l'étage montagnard de la région méditerranéo-himalayenne. Ces quatre espèces sont :

- *Cedrus atlantica* Manetti 1855 : Cèdre de l'Atlas est endémique des montagnes nord africaines (Maroc, Algérie).
- *Cedrus libani* Barrel 1823 : Cèdre du Liban est présente en Asie mineure, au Liban et en Turquie.
- *Cedrus deodora* London 1830 : Cèdre de l'Himalaya, sa répartition est plus confinée. En effet, elle ne couvre que quelques dizaines d'hectares dans l'île de Chypre.
- *Cedrus brevifolia* Henry 1908 : Cèdre de Chypre. Enfin, *Cedrus deodara* est la plus répandue des espèces, elle peuple une partie de l'Inde, de l'Afghanistan et du Népal (**Toth, 2005**).

En termes de surface, le Maroc et la Turquie sont au premier plan avec plus de 130.000 ha dans chacun des deux pays (**M'hiritet Blerot, 1999**).

I.2 Taxonomie de Cèdre de l'Atlas

Du point de vue taxinomique, botaniques et dendrologiques, plusieurs auteurs ont décrit le Cèdre (**Maire, 1952 ; Quezel et Santa, 1962 ; Derridj, 1990**). Sans

rentrer dans les détails, le cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) répond à la systématique suivante :

Embranchement	Spermaphytes
S/ Embanchement	Gymnospermes
Classe	Vectrices
Ordre	Coniférales
S/ Ordre	Abiétales
Famille	Pinacées
Genre	Cedrus
Espèce	<i>Cedrus atlantica</i> Manetti
Non français	Cèdre de l'Atlas
Nom berbère	Bignoun. Ithguel
Nom Arabe	El Arz où Medded

I.3 Les caractéristiques de Cèdre de l'Atlas

I.3.1. Les caractères botaniques de l'espèce

Le Cèdre de l'Atlas est par excellence, l'essence noble de l'Afrique du Nord, par la majesté de son port et sa longévité qui peut dépasser les milles ans (**Boudy, 1950**).

- a) **Le port** : c'est un arbre de haute taille, dépassant souvent 50m, et en moyenne 40m dans les peuplements soit anciens en sol profond, soit serrés (**Boudy, 1952 ; Toth, 1990**). Le port de l'arbre est pyramidal avec un fût droit, cime régulière et pointue à flèche courbée quand il est jeune ou d'âge moyen, il prend une forme tabulaire en vieillissant (**Boudy, 1952**).
- b) **Les racines** : Les racines sont très étendues et ramifiées. De plus, elles sont pivotantes ce qui assure une bonne stabilité de l'arbre (**Toth, 1970**
- c) **L'écorce** : L'écorce lisse avec une couleur jaune brun à l'état jeune, devient grisâtre et forment crevassée à l'état adulte (**Ledant, 1975**). (Fig. 2)
- d) **Les feuilles** : aiguilles persistantes 3-4 ans, aigues, assez rigides, 15 à 20mm, leur couleur allant du vert clair foncé ou glauque jusqu'au bleu. Sur rameaux longs sont isolées et soudées à l'écorce ; sur rameaux courts sont par rosettes (**Toth, 1990**). (Fig.1)

- e) **Les branches** : elles naissent isolement sur le tronc et portent une multitude de petits rameaux qui se situent tous dans le même plan, finissant par donner à l'arbre sa silhouette tabulaire et irrégulière (**Boudy, 1950, Boudy, 1952 ; M'herit, 2006**). Les rameaux ne sont jamais verticillés, ils sont de deux sortes : Les rameaux longs de couleur grise jaunâtre pubescents qui ne poilent que des aiguilles isolées pendant la première année. Les rameaux courts trapus, insérés sur les précédents et terminés par un bouquet d'aiguilles très nombreuses et très serrées. (**Arbez et al, 1987**).
- f) **Les fruits** : la maturité des cônes dure deux ans après la floraison, de couleur brune violacée, ils ont 5 à 8 cm de dimension. Atteignent au plus 10 cm (**Quezel et Santa, 1962**). Les grands cèdres d'âge relativement avancé portent un grand nombre de cônes qui donnent pratiquement des graines fertiles (**Toth, 1973**).



Fig. 1. Feuilles et cornes du Cèdre de l'Atlas (PNC ,2014)

- g) **Les graines** : assez grosse, pointue et longue avec une aile développée sub-triangulaire, de 8 à 12 cm de Longueur et de couleur marron roux à marron clair. (**Khanfouci, 2005**).
- h) **Les fleurs** : le cèdre est une espèce monoïque et la floraison a lieu en automne. Les fleurs males sont des chatons cylindriques dressées, jaunes verdâtres et les fleurs femelles sont des chatons ovoïdes (cônes) dressés, vert bleuâtre (**Jacamon, 1987**).

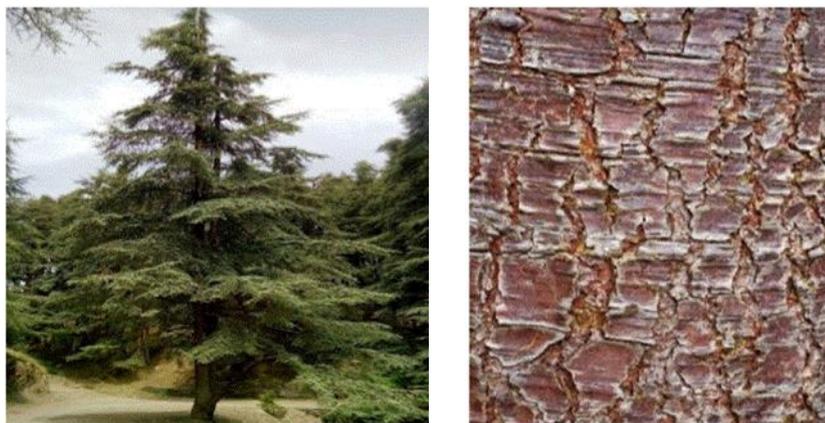


Fig. 2 : Le port et l'écorce du Cèdre de l'Atlas (PNC, 2014)

I.3.2 Les caractères anatomiques de bois

L'étude de la qualité du bois a concerné plusieurs propriétés que nous avons jugées intéressantes dans le cas du cèdre, au vu de ses utilisations actuelles et potentielles. Les caractéristiques prises en considération sont : Comme chez tous les résineux, les trachéides longitudinales forment la plus grande masse du bois de cèdre de l'Atlas, Les ponctuations aréolées sont très nombreuses, grandes et circulaires vues sur une section radiale ; Les rayons ligneux sont nombreux dans le bois de cèdre de l'Atlas. Ils sont unisériés ou bisériés, les parois transversales et tangentielles des cellules du parenchyme des rayons sont épaisses et abondamment ponctuées (El Azzouzi et Keller ,1998).

I.4 Aires de répartition géographique du cèdre de l'Atlas

Le cèdre de l'Atlas est une espèce essentiellement montagnarde, elle occupe actuellement des surfaces d'importance inégale qui forment spontanément trois blocs géographiques distincts : l'Afrique du Nord, l'Asie Mineure et l'Himalaya (M'hirit, 2006).

I.4.1 Aire naturelle

Le Cèdre de l'Atlas est une essence caractéristique des montagnes de L'Afrique du Nord et plus précisément du Maroc et de l'Algérie (Boudy, 1950): Au Maroc : le cèdre de l'Atlas occupe deux blocs, le premier dans le grand Atlas oriental et Moyen Atlas avec une superficie de 116.000ha, le second dans le Rif occidental et central avec une superficie de 15.000 ha (M'hirit, 1982). En Algérie : l'aire du Cèdre de l'Atlas

est très morcelée ; elle est répartie en îlots dispersés d'importance inégale, la cédraie algérienne occupe deux zones climatiques différentes :

- Une zone sèche caractérisée par les conditions climatiques les plus sévères et soumise aux influences sahariennes (Aurès).
- Une zone humide qui bénéficie d'un climat particulier favorable localisée plus près de la mer (Pradal, 1979 ; Abdessemed, 1981).

Le Cèdre de l'Atlas couvre en Algérie une superficie de 30.400 ha, dont les plus importantes 17.000 ha) se situent dans les Aurès, ainsi que sur les monts de Hodna (8.000ha). Le reste de la cédraie est réparti dans l'Atlas Tellien (Djurdjura 2.000 ha Babors, 1300 ha, Ouarsenis 100ha et l'Atlas Blidéen 1000 ha. (Boudy, 1950 et M'hirit, 1993). Fig.3

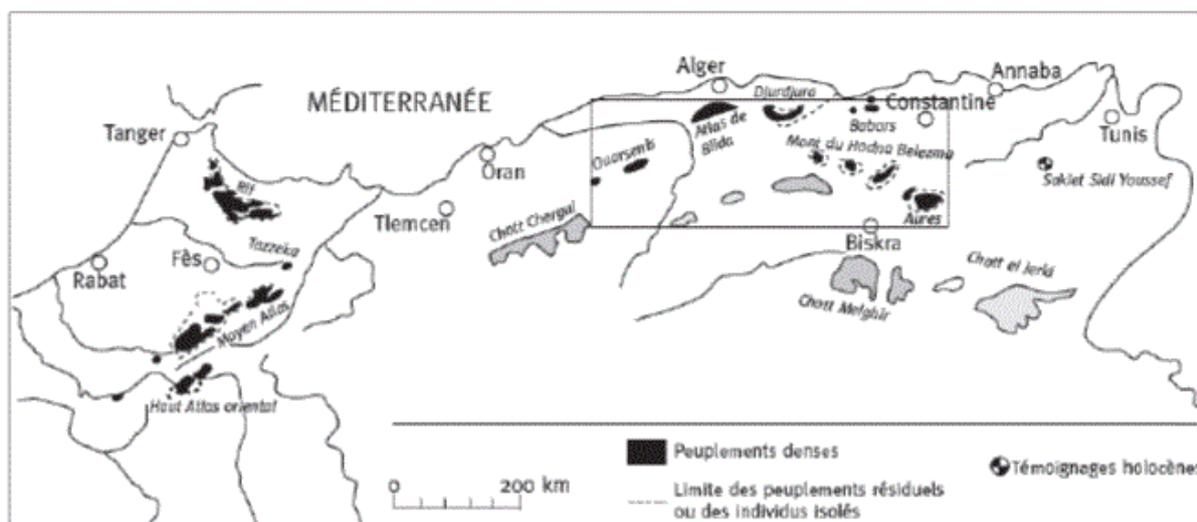


Fig. 3 : Aires naturel de répartition géographique du Cèdre de l'Atlas (Yhi et Djalouli, 2010)

I.4.2 Aire d'introduction

Le Cèdre de l'Atlas a été depuis longtemps l'une des espèces de reboisement les plus utilisées dans la région méditerranéenne (Ripert et Boisseau, 1994). Dans le sud de la France, le Cèdre de l'Atlas fut introduit pour la première fois en 1862 sur une superficie de 10-15 ha dans le reboisement de la forêt communale de Bédoin (Vaucluse) et dans la chênaie pubescente du Mont-Ventoux (Toth, 1971, 1994). Aussi, Il a été également introduit en Portugal en 1935 (Toth, 2005), en Italie en 1964 (Brunetti et al., 2001, Andrea et Roberto, 1994), en Espagne, les États Unis M'hirit (1994), la Bulgarie en 1876 (Delkov et Grozev, 1994) et en Hongrie en 1955 (Csaba, 1994) et en Tunisie (Dahman et Khouja, 1994 ; Lasram,1994).

I.5 Caractéristiques écologiques

Le Cèdre de l'Atlas est une essence de montagne, les conditions écologiques du Cèdre varient selon plusieurs facteurs dont les plus importants sont l'altitude, le climat, le substrat et l'exposition.

I.5.1 Les exigences climatiques

Le Cèdre de l'Atlas est une essence qui s'accommode aux différents bioclimats. Il s'individualise en effet, entre les bioclimats semi-arides, subhumides, humides et per-humide. Alors que, sa zone préférée est située d'après **Boudy (1952)** en bioclimat humide froid. Cette essence est relativement sciaphile pouvant vivre entre -20 et 39 °C (**Boudy, 1950**) et pouvant résister sans dommages à des températures de -25°C (**Gaussen, 1967 in Khanfouci, 2005**). Le Cèdre de l'Atlas a besoin d'une pluviométrie annuelle comprise entre 500 et 1500mm (**Ducrey, 1994**). En Algérie, les cédraies des Aurès sont à la limite des étages semi-aride et subhumide (**Abdessemed, 1981 ; Boudy, 1950**), recevant une tranche pluviométrique modeste variant de 500 à 700 mm/an (**Khanfouci, 2005**).

Les cédraies du Djurdjura, des Babors, l'Ouarsenis, Chréa et Meurdja sont plus humide, recevant d'après **Derridj (1990) in Khanfouci (2005)** de 1100 à 2100 mm/an de pluie. Le Cèdre de l'Atlas ne se retrouve pas au Maroc en étage semi-aride. En gros, il est estimé que les trois quarts des cédraies du Maroc sont dans l'étage humide froid, avec 850 à 1200 mm d'eau, ainsi que toutes celles du Rif (**Boudy, 1950**). Du point de vue écologique, le Cèdre Oaurasien est donc très différent du Cèdre marocain (**Boudy, 1950**).

I.5.2 Les exigences édaphiques

En Algérie, une grande part des cédraies se concentre sur des roches mères siliceuses et bien en moindre proportion sur roches calcaires (**Boudy, 1950**). Ainsi, le Cèdre n'est pas totalement indifférent à la nature du substrat comme il est classiquement admis. A la lumière des résultats de **Nedjahi (1994)**, les substrats marneux et calcaires sont défavorables à la bonne production ligneuse, par le fait que, les premiers sont lourds, très humides et se dessèchent rapidement par contre les

seconds sont peu favorables à la rétention de l'eau. Ce même auteur rapporte que, la préférence du cèdre est pour le substrat dolomitique, basaltique, gréseux et schisteux.

I.5.3 L'altitude

Dans l'ensemble de son aire naturelle, les cédraies s'observent entre 1 500 et 2600m d'altitude. Cette tranche altitudinale correspond aux étages de végétation suivants (**Benabid, 1994**).

- Supra méditerranéen qui s'insère entre 1400 et 1800m dans le Rif et les massifs telliens d'Algérie ; entre 1600 et 2000m dans le Moyen Atlas et les Aurès et entre 1700 et 2100m dans le Haut Atlas oriental.

- Montagnard méditerranéen qui succède au premier et qui occupe les niveaux altitudinaux compris entre 1800 et 2300m dans le Rif et les massifs telliens d'Algérie ; entre 2000 et 2500m dans le moyen Atlas et les Aurès et entre 2100 et 2600m dans le haut Atlas oriental.

En dehors de leur aire naturelle, des cédraies installées en France, au niveau des stations du mont Ventoux, saumon et menerbes se comportent idéalement à des altitudes de 300 à 800 m (**Sabatier et al., 2003**).

I.5.4 L'exposition

L'exposition joue un rôle très important dans la répartition et dans la vie de la plupart des cédraies. En Algérie, les vents dominants sont de direction Nord-Ouest, ce qui fait que ces deux versants sont exposés à une pluviométrie plus importante que les versants sud qui sont exposés aux vents chauds et secs (Sirocco) et à un ensoleillement quasi permanent. On rencontre de ce fait les plus belles cédraies sur les versants Nord. Leur limite inférieure est plus basse que celle de l'exposition Sud. Cette dénivellation est due à la variation d'humidité (**Emberger, 1938**).

I.5.5 La lumière

Divers facteurs influencent l'atténuation de la lumière dans les peuplements forestiers particulièrement, la composition, la densité la structure, l'état de 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 qualité spectrale de la lumière (**Lemhamedi et Chaouki, 1994**).

Dans les peuplements où les couverts qui sont relativement fermés et denses, la présence des semis est rare et le système racinaire reste mal développé et superficiel, l'absence totale d'un couvert végétal favorise la mort prématurée des semis de cèdre de l'Atlas suite à leur dessèchement par le rayonnement solaire, dans ces conditions, la réduction du stress thermique a une importance capitale,

La présence des taches de lumière et de conditions microstationnelles favorables peut conditionner la régénération du cèdre dans les peuplements denses **(Lemhamedi et Chaouki, 1994)**

I.6 Les associations végétales

Les espèces végétales associées au Cèdre sont différentes selon les conditions écologiques, c'est-à-dire la pluviométrie, l'altitude et les conditions édaphiques. C'est ainsi qu'en zone semi-aride de l'Atlas moyen marocain et sur substrat basaltique et à 1900-2100m d'altitude, sur sol profond et en exposition ouest, **Ezzahiri et al. (1994)** ont relevé le groupement végétal suivant : *Cedrus atlantica*, *Buplerum montanum*, *Acer monspesulanum*, et *Rosa canina*. Alors qu'à une altitude de 1800-1900 m, sur sol calcaire compact et superficiel, le groupement végétal devient : *Cedrus atlantica*, *Quercus rotundifolia* et *Paeonia corallina*. En Algérie, dans les Aurès le faciès est caractérisé par les espèces suivantes **(Halitim, 2006)** : *Cedrus atlantica*, *Quercus ilex*, *Pinus halepensis*, *Juniperus thurifera*, *Ampelodes mauritanica* et *Fraxinus xanthoxyoides*.

Dans les Monts de Chrèa sur l'Atlas Blidéen et dans les Babors le faciès plus humide est caractérisé par les espèces suivantes **(Halitim, 2006)** : *Cedrus atlantica*, Chêne vert (*Quercus ilex*), Chêne zéen (*Quercus mirbeckii*) et l'If (*Taxus baccata*).

I.7 La régénération

La régénération du cèdre est soumise à des contraintes climatiques étroites, déterminées par les exigences de la plante vis-à-vis de l'eau du sol et du froid **(Lecompte et Lepoutre, 1975)**. La graine de Cèdre ne peut pas germer que si la température maximale journalière avoisine les 10°C pendant 7 à 10 jours **(Lepoutre et Pujos, 1963 ; Aussenac, 1984)**; avec une tranche pluviométrique d'au moins 700 à

800 mm, se manifestant par des pluies d'été (pendant la période de croissance) (**Boudy, 1952**). Mais, si des sécheresses précoces et prolongées surviennent durant cette période, la croissance des jeunes semis peut être atténuée, avec une mortalité probable dans la plupart des cas (**Bentouati, 1993**). 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**).

I.8 Les caractéristiques des cédraies

Le Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) est une espèce montagnarde méditerranéenne caractérisée par un bioclimat humide ou subhumide à hiver froid. Les communautés végétales de l'espèce sont définies en fonction du bioclimat, de l'altitude et des substrats géologiques. Nous avons : La cédraie sapinière dans les Babors (*Abies numidica*- *Cedrus atlantica*) et dans le Rif Marocain (*Abies maroccana*-*Cedrus atlantica*). La cédraie à chêne vert dans le Djurdjura et au Moyen Atlas Marocain (*Cedrus atlantica*, *Quercus ilex* avec *Ilex aquifolium*, *Acer monspessulanum*, *taxus baccata*). La cédraie mésophyte dans l'Ouarsenis et moyen Atlas Marocain avec le chêne zen (*Quercus canariensis*, *Quercus suber*, *Taxus baccata* et *Ilex aquifolium*). La cédraie orophile dans les Aurès et le Moyen Atlas Oriental Marocain avec les genévriers (*Juniperus oxycedrus*, *Juniperus thurifera*, *Pinus halepensis* et des xérophytes épineux) (**M'hirit, 1982**).

I.9 Les ennemis du cèdre de l'Atlas

I.9.1 Les ravageurs du Cèdre de l'Atlas

Plusieurs espèces d'insecte existent dans les cédraies du bassin méditerranéen commettent des dégâts (**Fabre, 1976**) les chercheurs de l'INRA (France) signalent des peuplements spontanés de Cèdre de l'Atlas du nord par un riche complexe d'insectes phytophages dont les processionnaires et les scolytes (**Bariteau et al, 1992**)

a. Les insectes mangeurs des feuilles (défoliateurs) :

- **La chenille processionnaire de du cèdre (*Taumatopea bonjean*)** ravageurs des aiguilles signalées pour la première fois dans les cédraies du Belezma depuis, sa

présence a été confirmée à la suite d'investigation dans les cédraies, (**Gachi et al, 1986 ; Gachi, 1989**).

- **La chenille processionnaire du pin (*Thaumetopea epityocampa*)** qui attaque les aiguilles des jeunes pousse (**Boudy, 1950**).
- **Tordeuse du cèdre (*Epinotia cedria*)** attaque en effet l'arbre en entier indépendamment de son âge et de sa situation dans le massif forestier (**Mouna, 1986 et Ladjel, 2007**), selon **M'HIRIT et al (2006)**, l'*Epinotia* algérienne, elles peuvent pulluler et constituer un danger, ou aussi vivre dans l'aire du cèdre a l'état de latence sans présenter de risque pour l'arbre, cette tordeuse a pour seuls hôtes connus les cédraies de l'Atlas et de Liban.

b. Les insectes mangeurs de graines

Le chalcidien seminivore (*Meastigmus pinsopinis*) est un insecte parasite de la graine en particulier durant les années de faible production (**Touth, 1978**)

I.9.2 Les maladies Cryptogamiques

Parmi les champignons qui causent les dégâts redoutables au cèdre on cite :

- ***Polyporus officinalis*** : cause des altérations plus au moins graves au cèdre (**Boudy, 1952**).
- ***Armillari amilla*** : ce champignon attaque surtout les racines et le tronc, il se développe surtout sur les arbres affaiblis par une cause quelconque (**Malki, 1992**).

I.9.3 Les incendies

De toutes les espèces qui composent la forêt méditerranéenne, le cèdre est le moins inflammable et le moins combustible, en peuplement dense, le cèdre élimine toute végétation herbacée, de ce fait il est peu propice au feu (**Boudy,1950 ; Touth, 1970**).

I.9.4 Les animaux

Le bétail (surtout les bovins) lâché en liberté dans la forêt cause lui aussi de terribles dégâts par leurs empiètements qui compactent le sol (**MAZIRT, 1991**)

I.9.5 L'homme

C'est l'homme qui par son action directe (coupe illicites, défrichements) ou indirecte (parcours) à contribuer à la régression des formations végétales en général et de la cédraie en particulière, il reste l'ennemi le plus dangereux du cèdre de l'atlas (**Abdessamed, 1981 ; El Yousfi, 1994**).

I.10 Facteurs du dépérissement

Les scientifiques évoquent le scénario conjugué de trois séries de facteurs responsables sont :

- **Les facteurs prédisposant** : Les facteurs prédisposant, agissent de façon durable et pérenne sur le peuplement, les facteurs déclenchant abiotique ou biotique, agissent sur une courte durée et les facteurs aggravants, conduisant souvent à une issue fatale (**Sinclair, 1964, 1967 ; Delatour, 1983 et 1990 ; Audre et Lauelout 1992 ; Malaisse et al, 1993, Malon, 1981 in Boutte 2007**)

- **Facteurs déclenchant** : Ils regroupement des variables qui provoquent des stress de forte intensité mais qui agissent à court terme (**Gagnon et al, 1994**) accidents climatique, pullulations d'insectes (défoliateurs) sécheresse, concentration en sel, pollution, virus (**Manion, 1981 in Boutte, 2007**)

- **Facteurs aggravants** : Ils développement de parasites de faiblesse, champignons parasites, insectes xylophage, (**Manion, 1981 in Boutte, 2007**) Mais le dépérissement forestier est généralement apprécié par deux symptômes macroscopiques, la défoliation et le jaunissement du feuillage (**Landmanne et al, 1987**)

Le dépérissement est considéré comme un enchainement d'évènements défavorables les facteurs incitatifs qui accentuent sa perte de vigueur, leur tour, d'autres facteurs contribuent à amener le végétal vers une mort certaine (**Mainion, 1981 in Boutte, 2007**)

I.10.1 Symptôme du dépérissement

Les symptômes des dépérissements forestiers peuvent avoir été provoqués, par des constellations de conditions défavorables et/ou d'agressions fortes différentes.

Les arbres sont capables de réagir aux influences exercées par divers agents par des signes apparaissant sur leurs parties aériennes (**Hartman et al, 1991**).

Les aiguilles qui roussissent puis tombent l'année suivante, cime dénudées, coloration anormale, déficits foliaires, branches mortes sont les signes du dépérissement de la forêt méditerranéenne (**Gazonneau, 2007**).

On constate que, lorsque plusieurs des cas contraints se conjuguent (conditions stationnaire difficiles, pollution, salinité, vent...) des phénomènes plus importants de dépérissement peuvent apparaître (**Stammitti, 1992 in Garrec, 1994**)

Selon **Hertman et al, (1991)**, les symptômes concernent trois niveaux :

- **Symptôme sur aiguilles et feuilles** : une chute prématurée (**défoliation précoce**) éclaircissement, dénudement de rameaux, de parties ou de la totalité de la couronne, décoloration jaunâtre et blanchâtre (chloroses) brunâtres, flétrissement, anomalies de croissance, déformation...
- **Symptômes sur bourgeons, pousses, et rameaux** : chute des pousses, décoloration jaunâtre, flétrissement, anomalie de croissance, déformations des rameaux...
- **Symptôme sur tronc et branches** : des chutes, une décoloration jaunâtre, flétrissement, anomalie de croissance, déformations, plaies ouvertes ou cicatrisées. **Landmanne (1994)**.

I.11 Importance économique

Le Cèdre de l'Atlas, depuis son existence forme une source vitale des populations et assure une activité économique très importante, du fait de ses qualités remarquables : sa longévité, sa résistance à la compression et sa bonne production de bois, il servait à la construction des toitures, planchers, charpentes (**Benhalima, 2004**), voies ferroviaires (**Boudy, 1950**), sans compter les nombreux produits qui sont tirés de son bois : goudron, diverses essences employées en pharmacie et en parfumerie et il donne un très joli bois de menuiserie (**Boudy, 1952**), fabrication de

chalet de montagne, charpente poteaux, placage intérieur, meuble rustiques et des produits d'éclaircie peuvent être utilisés également en papèterie (**M'hirit, 2006**). Il sert également à la fabrication des sarcophages et du cercueil de certains papes (**Deviimorin, 2003**)

Selon **Toth (1980)** le cèdre est une essence capable de remplir plusieurs rôles à la fois et ça malgré les conditions écologiques souvent difficiles et la surface restreinte qu'elle occupe.

Le cèdre de l'atlas bénéficie d'une grande facilité de régénération naturelle dans les étapes de chêne vert en Afrique du Nord et chêne pubescent en France, assurant ainsi la pérennité des peuplements et permettant des reboisements économiques par points d'appui (**M'hiritet Benzeyane, 2006**). Ainsi a une protection contre l'incendie, son feuillage peu inflammable (**Alexandrian et Guiran, 1992 ; Aussenace, 1981**) avec l'élimination de la végétation herbacée très inflammable et il maintient l'équilibre biologique en protégeant et en améliorant le sol (**Toth, 1990**).

Le cèdre de l'atlas peut être utilisé comme arbre d'ornement dans les parcs et les jardins publics, son bois noble à texture remarquable est utilisé en ébénisterie et il sert comme bois d'œuvre

Le cèdre peut également produire une huile essentielle aromatique qui a des propriétés antiseptiques, les aiguilles sont par ailleurs utilisées comme fourrage pour le bétail durant les périodes d'enneigement (**Bahri Bachir, 2007**).

II. Présentation du Parc National de Chrèa

II.1 Historique de création du Parc National de Chrèa

C'est en 1912, sous l'impulsion de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord que fût projetée l'idée de création du Parc National de Chrèa.

Afin de parer à toute dégradation du milieu et mettre rationnellement ses ressources et beautés naturelles au profit de l'homme, le parc fut créé autour de la station estivale de Chrèa fréquentée par une population importante de visiteurs en quête de repos, de loisirs et de détente. Déjà à l'époque, ce site offrait aux touristes la quiétude dispensée par une nature paisible et luxuriante.

Le 03 Septembre 1925, le Parc National de Chrèa est constitué par arrêté gouvernemental pris en application de l'arrêté général du 17 Février 1921 fixant le statut type des Parcs Nationaux en Algérie. Il renfermait alors l'ensemble de la forêt de Cèdre, couvrant près de 1351 ha, répartis entre les forêts sectorielles de Sidi el Kebir et celles de Ghellaie, appartenant toutes les deux à la commune de Blida, et la forêt sectorielle de Terga appartenant à la commune de Berouaghia.

Le Parc National de Chrèa a été reconnu comme réserve de la biosphère par l'UNESCO en 2002

II.2 Localisation

II.2.1 Localisation géographique

Situé à 50 km au sud-ouest d'Alger, le Parc National de Chrèa s'étend en écharpe sur 26 575 ha le long des parties centrales de la chaîne de l'Atlas Tellien, comprises entre les latitudes Nord 36°19' / 36°30', et les longitudes Est 2°38' / 3°02'.

Le parc domine vers le Nord, l'opulente plaine de la Mitidja où s'agencent tel un puzzle, les riches terroirs agricoles de l'avant pays, le bourrelet anticlinal du Sahel sillonné en profondeur par l'imposante cluse de l'Oued Mazafran, Vers le sud, la vue plongeante domine à l'avant plan, l'anticlinal de Takitount, le col de Talakat, les talwegs des Oueds Mektaa et Merdja, et s'étale en profondeur par temps visible sur les hautes plaines du Titteri, et vers l'ouest, le Parc national de Chrèa révèle un large horizon, étendu aux montagnes du massif du Dahra et de toute la terminaison orientale de l'Ouarsenis et par temps clair les cimes visibles du mont Zaccar.

II.2.2 Localisation administrative

Situé à mi-distance entre le chef-lieu des wilayas de Blida et de Médéa, le Parc National de Chréa chevauche entre les wilayats de Blida et Médéa, selon le nouveau découpage territorial datant de 1984 par le décret n° 91 306 du 24/08/91.

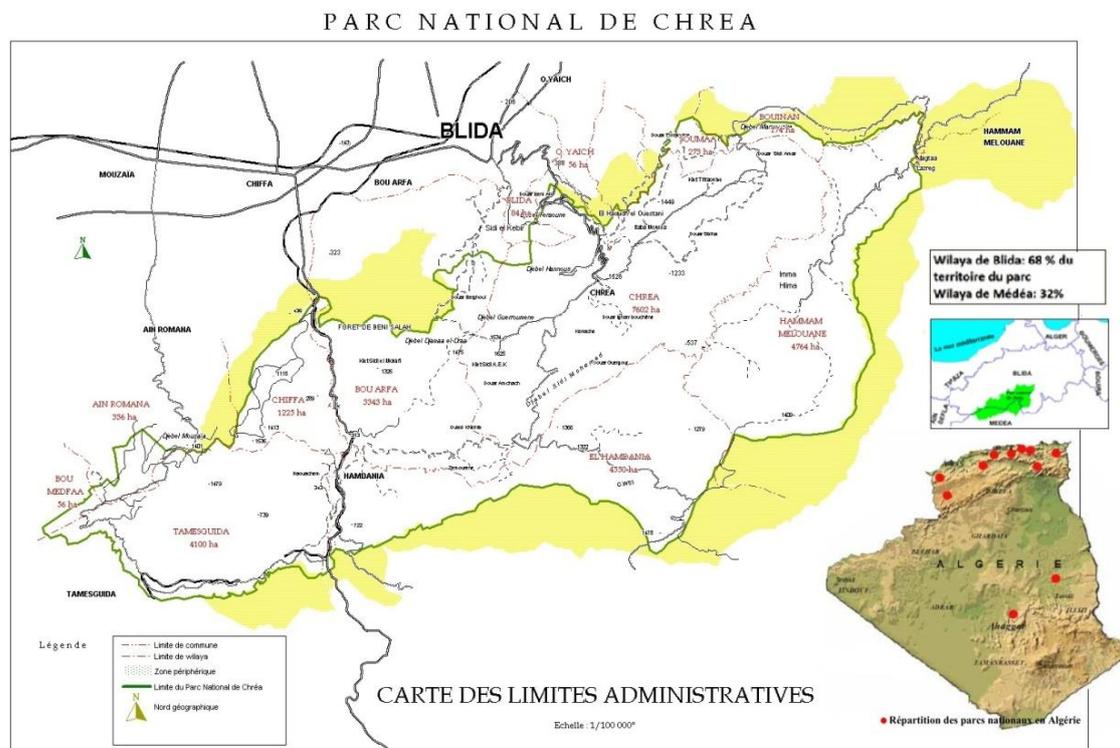


Fig. 4 : Limites administratives du Parc National de Chréa (PNC, 2009)

La wilaya de Blida compte près de 17875 ha soit 67,43% de la superficie totale. Elle regroupe principalement les reliefs septentrionaux des djebels Mouzaia, Guerroumane et Ferroukha situés successivement (tableau n°1), dans les communes de Ain Romana, Chiffa, Bouarfa, Blida, Chréa, Ouled Yaïch, Bouinan, Soumaâ et Hammam Melouane .La commune de Chréa est totalement englobée dans le territoire du Parc national de Chréa., ces deux collectivités couvrent près de 70,17% de la superficie totale du Parc couverte par la wilaya de Blida et 40,42% de la superficie totale du Parc National de Chréa.

Tableau I : Superficies en hectares et en pourcentages des différentes communes comprises dans le parc national de Chréa

WILAYAS	Communes	Superficie	%	% Wilaya
BLIDA	Ain romana	316 ha	1,26%	67,43%
	Chiffa	1225 ha	4,61%	
	Bou-arfa	3343 ha	12,57%	
	Blida	84 ha	0,32%	
	Chr�ea	7602 ha	28,59%	
	Ouled yaich	56 ha	0,21%	
	Soum�a	273 ha	1,03%	
	Bouinan	174 ha	0,65%	
	Hammam Melouane	4764 ha	17,92%	
	Total de la wilaya	17857ha	67,43%	
MEDEA	Tamezguida	4100 ha	15,43%	32,55%
	El Hamdania	4550 ha	17,12%	
	Total de la wilaya	8650ha	32,55%	
T O T A L		26507ha	100%	100%

PNC (2010)

II.2.3 Localisation biogéographique

Le Parc National de Chr ea occupe en particulier les hauteurs aux reliefs accidentées des djebels Mouzaia, Djamaa Dr a, Guerroumane, Azrou Mouch, Sidi Mohamed, Ferroukha, et toute la partie orientale sud-est - méridionale regroupant les reliefs des Koudiat El - Kal a , Koudiat Allone, et Koudiat El - Guettara. Dans cet enchevêtrement géomorphologique, le Parc National de Chr ea, occupe un territoire montagnard peuplé en général, en dehors de quelques agglomérations, par une population rurale éparse disséminée.

Tableau II : Occupation du sol au niveau du Parc National de Chréa

OCCUPATION	Nature	Surface (ha)	Taux (%)
Strate Arborescente	Cèdre	1292,95	4,86%
	Chêne vert	172,80	0,60%
	Pin d'Alep	3345,02	12,58%
	Maquis arboré (à PA)	588,85	2,21%
T O T A L		5399,62	20,31%
Strate arbustive et herbacée	Maquis	16958,18	63,78%
	Reboisements (à PA et CV)	218,85	0,80%
	Pelouse	96,75	0,30%
T O T A L		17273,78	64,97%
Terrains Dénudés	Terrains nus	2787,72	10,49%
	Terrains rocheux	91,10	0,30%
	Bad Land	31,90	0,10%
T O T A L		2910,72	10,95%
Autres	Terrains cultivés	728,35	2,74%
	Habitat	192,48	0,72%
	TPF	56,35	0,10%
	Lacs	26,10	0,92%
T O T A L		1003,28	3,77%
TOTAL GENERAL		26 .575	100%

PA : Pin d'Alep; CV : Chêne vert; T.P.F : tranchée par feu.

PNC (2010)

II.2.4 Les secteurs du Parc National de Chréa

Pour des raisons de commodité, visant en particulier la maîtrise du terrain par une présence permanente et assidue, des moyens humains et matériels du Parc national de Chréa, il a été défini, en fonction des maisons forestières habitables, et du tissu de routes et pistes accessibles, cinq secteurs d'intervention au niveau du parc, couvrant dans la complémentarité, la totalité du territoire et qui sont :

1. Le secteur de Chréa : avec une superficie de 9762 ha et des particularités de présence d'une zone d'expérimentation (arboretum de hakou feraoun), une zone de tourisme (de détente et de loisirs) et une zone sauvage (de protection de l'aire du singe et de reboisement sur maquis).

Ce secteur dispose de trois annexes forestières :

- Maison forestière de Hakou Feraoun
- Maison forestière de Tisraouine.
- Maison forestière de Ghaznî.

2. Le Secteur d'El Hamdania : avec une superficie de 8745 ha et des particularités de présence d'une zone protection de l'aire du singe Magot et une zone du pin d'Alep.

Ce secteur dispose d'une maison forestière et d'un écomusée.

3. Le secteur de Hammam Melouene : avec une superficie de 8000 ha et des particularités de présence d'une zone de tourisme, une zone d'alpinisme et des zones de reboisement sur terrains nus et sur maquis.

Ce secteur dispose de la maison forestière d'Imma Hlima.

II.3 Milieu physique

II.3.1 Géologie

C'est un massif montagneux composé des crêtes centrales de l'Atlas Blidéen. La ligne de crêtes du massif oscille entre 1400 et 1600 m d'altitude, sur une longueur approximative de 8 km, et culmine au Koudiat Sidi Abdelkader à 1629m. Son orientation générale E-NE, W-SW entraîne une dissymétrie climatique et forestière, entre les deux versants d'adret et d'ubac. Au point de vue lithologique, le massif est très homogène et composé essentiellement de schistes du Crétacé inférieur, plus ou moins argileux par endroits (Faurel, 1947), donnant naissance sous les Cédraies à des sols bruns lessivés (**Killian et Martin, 1957**).

II.3.2 Relief

Le parc national de chréa regroupe le relief montagneux composé respectivement d'est en ouest des monts de Hammam Meloune, des crêtes de Chréa et des monts de Mouzaia, il enregistre une dénivelée très important marquée par le point culminant à 1627 m à Koudiat Sidi Abdel Kader (Crêtes de Chréa) et le point le plus bas 217m (Chiffa) (Plan de gestion du PNC, 2014).

II.3.3 Sol

Les sols de la région forestière de Chréa sont constitués de schistes marneux, en alternance avec des plaquettes de quartzites (**Larid, 1989**). Sur les fortes pentes, les sols sont dominés par des éléments grossiers, tels que les cailloux et les graviers. Les argiles et les limons sont présents en faible proportion. Dans les poches de ravins, ils sont très pauvres en phosphore, en calcaire et en chlore (Halimi, 1980).

II.3.4 Hydrologie

Le Parc National de Chréa occupe les parties amont de 02 bassins versants: à l'Est le bassin versant de l'oued EL Harrach s'étendant sur 12.4500 ha, et à l'Ouest le bassin versant de l'oued Mazafran s'étendant sur 14.137 ha.

Le Parc National de Chréa totalise une longueur de chevelu hydrographique évaluée à 657 km linéaire soit une densité hydrographique de 24.71 ml/ha avec ce potentiel hydrique, il participe à l'alimentation en eau potable de sa région environnante et contribue aussi au ressourcement continu de la nappe phréatique de la Mitidja avec près de 01 milliard de m³ par an

Le réseau hydrographique est caractérisé par la présence :

- D'oueds à écoulement permanent (Chiffa, Tamada,...)
- De cascade d'eau (Merdja, Chiffa,...)
- De réserves naturelles d'eau (Oued EL Harrach, Oued Chiffa,...)
- D'un lac de haute altitude situé à 1230 m au niveau de Djebel Tamesguida.
- De nombreuses sources et points de résurgences (**P.N.C.,2010**).

II.4 Données climatiques de la région d'étude

Le climat représente un des facteurs les plus importants. Son importance se manifeste par la répartition des biomes à l'échelle de la planète (Braque, 1988), en effet il est utile de connaître la durée de la saison sèche, les quantités des précipitations et les différents facteurs climatiques (gelée, neige, vent,...) pour avoir une idée précise sur le climat de la région.

II.4.1 Les températures

Le Parc National de Chréa est plus froids et les piémonts plus chauds. Pour ce qui est des températures moyennes mensuelles, leur minimum se situe toujours en janvier pour toutes les stations. La station de Chréa s'avère plus fraîche que les autres en été.

Selon le tableau n°4, les moyennes mensuelles de température entre 2010-2014 varient de 5,56 C° à 9,80 C° pendant la période hivernale, tandis que pendant la période estivale ces moyennes varient entre 20,32 C° et 25,02 C°.

Tableau III: Températures moyennes mensuelles corrigées du P.N.C. (période 2010-2014)

Mois/An	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2010	6,3	7,3	9,3	12,1	13,7	19,4	25,9	24,2	19,4	14,7	8,7	7,6
2011	6,7	5,7	8,9	14,0	15,6	20,1	23,8	25,5	20,6	15,1	10,1	6,8
2012	6,2	2,7	8,9	10,0	17,4	23,7	25,2	26,9	20,4	16,0	10,8	7,3
2013	5,9	4,6	8,4	11,7	13,0	18,2	23,3	23,5	19,1	19,0	7,9	6,9
2014	6,9	7,3	7,6	14,0	16,4	20,1	23,6	24,8	21,9	17,4	11,5	5,9
Moyenne	6,40	5,56	8,62	12,36	15,23	20,32	24,39	25,02	20,32	16,47	9,80	6,92

Source : O.N.M. (2010-2014)

II.4.2 Les précipitations

Dans l'ensemble, les moyennes La quantité annuelle des précipitations est l'un des paramètres clés dans la caractérisation du climat (Long, 1974). Cependant, selon Ozenda (1982), l'installation de la végétation ne dépend pas seulement du total annuel des précipitations, mais également de la répartition des pluies au cours de l'année. Ainsi en pays méditerranéen, la pluie tombe surtout pendant la période froide, lorsque les peuplements en ont le moins besoin et par ailleurs, elle fait défaut l'été, au moment où la forte température augmente l'évaporation.

Tableau IV: Moyennes annuelles et mensuelles corrigées des précipitations de la région d'étude (2010, 2014)

Mois/An	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2010	87,9	84,7	90,0	74,4	59,6	10,2	0,0	21,7	24,3	84,8	151,8	95,7
2011	78,9	173,4	90,1	92,5	130,4	25,8	3,5	2,4	8,5	59,5	159,9	68,2
2012	48,3	225,8	128,0	177,2	27,5	31,8	3,2	0,0	14,4	53,6	123,4	21,5
2013	113,1	125,6	83,5	84,9	164,4	11,6	1,1	9,0	32,7	10,4	143,0	93,7
2014	115,6	72,7	167,3	7,2	13,6	43,6	0,3	2,4	48,6	33,7	84,2	215,3
Moyenne	88,7	136,4	111,8	87,2	79,1	24,6	1,6	7,1	25,7	48,4	132,5	98,9

Source : O.N.M. (2010-2014)

II.4.3 La neige

La couche de neige qui en moyenne est de 15 à 20 cm, atteint parfois 50 cm .Les moyennes annuelles des jours d'enneigement dans le Parc national de Chréa, atteignent la fréquence moyenne de 26 jours pour Chréa, et de 20 jours pour le lac de Mouzaia.

II.4.4 Le vent (sirocco)

Dans le Parc National de Chréa, ce sont les vents du Nord-Ouest qui prédominent. En ce qui concerne le sirocco, il se manifeste un à trois jours/an.

II.4.5 Le brouillard

Le brouillard est relativement fréquent dans les parties hautes du Parc national qui sont souvent plongées dans les nuages. Pour le col de Chréa, les observations faites sur une dizaine d'années seulement ont donné 104 jours/an de brouillard.

II.4.6 La gelée et la grêle

Les gelées blanches se manifestent surtout en Septembre. Elles apparaissent en automne et disparaissent au début du printemps (fin Mars début Avril). Le risque de gelées blanches commence lorsque le minimum moyen tombe au-dessous de 10 C°.

Quant à la grêle, elle tombe durant presque toute la période allant de Décembre à Mars (Lac de Mouzaia, Hakou Ferraoun, Médéa).

II.5 Synthèse climatique

II.5.1 Diagramme ombrothermique de Gaussen

L'examen du diagramme ombrothermique de la région de Chréa relève l'existence de deux périodes (sèche et humides), la période sèche s'étale de la deuxième quinzaine du mois de Mai jusqu'à la fin du mois d'août, alors que la période humides dure entre le mois de septembre et la première quinzaine du mois de Mai.

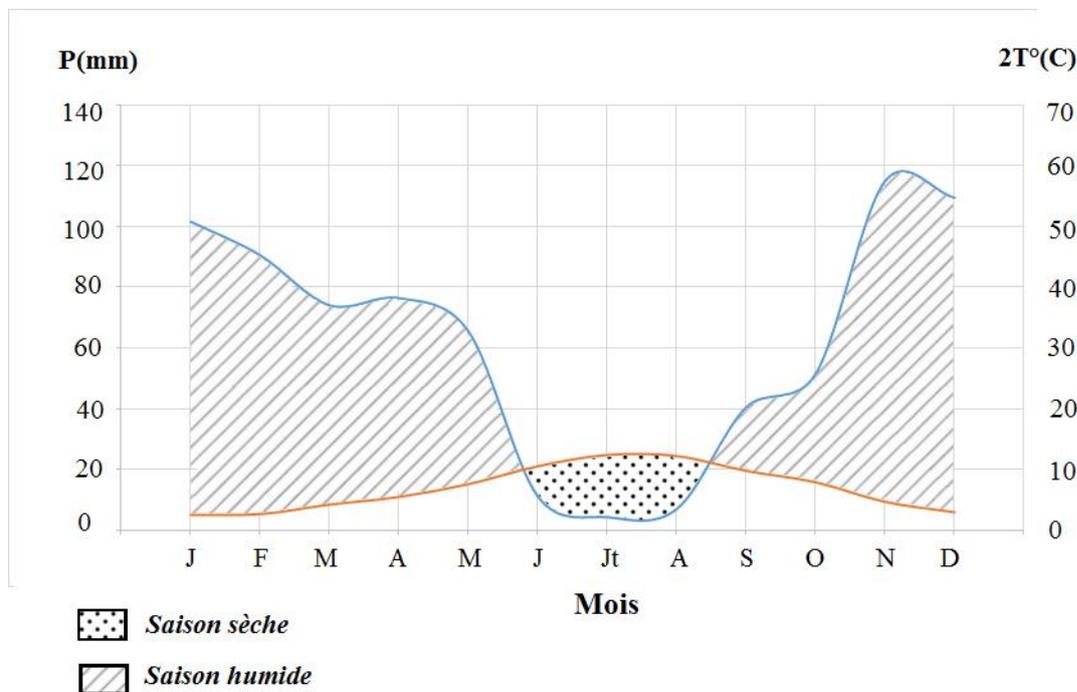


Fig. 5: Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen du P.N.C. (2000-2014)

*II.5.2 Climagramme d'Emberger

L'indice d'Emberger permet la caractérisation des climats et leur classification dans l'étage bioclimatique. Cet indice est calculé par le biais du coefficient pluviométrique et obtenu par la formule qui suit : $Q_2 = 3,43(P / (M-m))$ Avec :

P : La pluviométrie annuelle (mm).

M : La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.

m : La moyenne des températures minimales du mois le plus froid.

La température moyenne minimale du mois le plus froid ($4,3^{\circ}\text{C}$), placée en abscisses et la valeur du coefficient pluviométrique Q_2 placée en ordonnées, donnent la localisation de la station météorologique choisie dans le climagramme. La valeur de Q_2 calculé à partir d'une synthèse de 15 années ce qui permet de classer notre zone d'étude dans l'étage bioclimatique Subhumide.

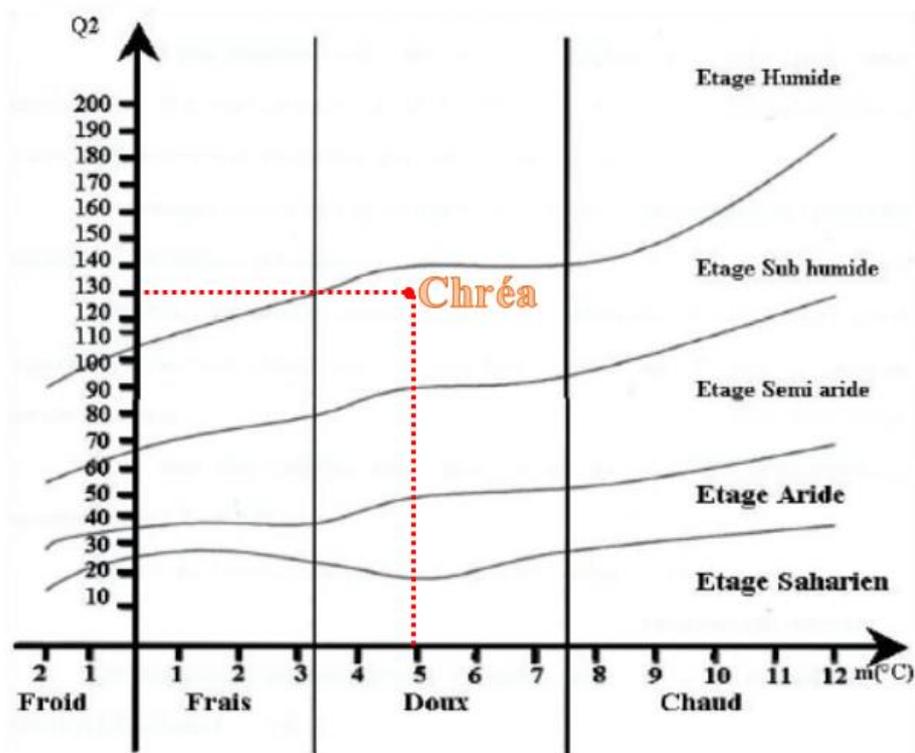


Fig. 6 : Position de la région d'étude sur le climagramme d'EMBERGER (LAHRECH B. et KHENAFIF H. , 2018)

II.6 Le milieu biotique du Parc National de Chrèa

II.6.1 La flore du Parc National de Chrèa

Le Parc National de Chrèa reforme un tapis végétal couvrant près de 22,673 ha de son territoire soit un taux de boisement de 85% .Le reste représente les terrains

dénudés occupés par l'homme, par l'agriculture et ayant été irréversiblement érodé tableau (6).

Tableau V :L'occupation du sol par les différentes strates végétales au niveau du Parc National de Chréa (P.N.C. 2010)

Occupation	Nature	Surface (ha)	Taux (%)
Strate Arborescente	Cèdre	1292,95	4,86%
	Chêne vert	172,80	0,60%
	Pin d'Alep	3345,02	12,58%
	Maquis arboré (à P.A.)	588.85	2.21%
TOTAL		5399,62	20,31%
Strate arbustive et herbacée	Maquis	16958,18	63,78%
	Reboisements (à PA et CV)	218,85	0,80%
	Pelouse	96,75	0,30%
TOTAL		17273.78	64.97%
Terrains Dénudés	Terrains nus	2787,72	10,49
	Terrain rocheux	91,10	0,30
	Bad Land	31,90	0,10
TOTAL		2910,72	10,95%
Autres	Terrains cultivés	728,35	2,74%
	Habitat	192,48	0,72%
	TPF	56,35	0,10%
	Lacs	26,10	0,92%
TOTAL		1003,28	3,77%
TOTAL GENERAL		26 .587	100%



Fig. 7: La flore présente au niveau du Parc National de Chréa (P.N.C 2010)

II.6.2 Étages bioclimatiques

L'analyse des facteurs climatiques nous révèle trois étages bioclimatiques :

a. Étage bioclimatique subhumide et humide doux et chaud:

Ce bioclimat correspond à l'étage thermo méditerranéen où l'altitude moyenne est de 0 à 600 m. Il se localise sur le versant Nord (djebel Feroukha. djebel Tamezguida). Cet étage se caractérise par les formations qui se trouve au-dessus des gorges de la Chiffa, à Sidi el Madani et Sidi Zerhaimi. Dans cette région du subhumide doux où se manifestent les influences maritimes, et le Thuya y est très répandu.

b. Étage bioclimatique subhumide et humide tempéré et frais, localement semi-aride frais

C'est l'étage qui possède la plus grande extension territoriale au niveau du parc. Il correspond à l'étage méso méditerranéen, caractérisé par une présence massive de chênes sclérophylles.

c. Étage bioclimatique essentiellement super humide frais couvrant les altitudes supérieures (1200-1300m)

Il s'agit de l'étage supraméditerranéen, cantonné principalement sur les versants nord du djebel Mouzaia et de Chréa. Il permet le développement des formations sylvestres, forêts caducifoliées, la zenaie, l'érablière et la cédraie.

II.6.3 Formations végétales du Parc National de Chréa

Cependant, la végétation du PNC demeure variée et diversifiée. On y rencontre les différentes formations principales suivantes

a. La Formation du cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica*)

Le cèdre de l'Atlas a été depuis longtemps l'une des espèces de reboisement les plus utilisées dans la région méditerranéenne (**Ripert et Boisseau, 1994**). Il est d'ailleurs considéré par plusieurs auteurs comme l'espèce la plus importante, économiquement et écologiquement, de la montagne méditerranéenne (**Benchekroun, 1993 ; M'hirrit et al, 2006 ; Terrab et al, 2006**). C'est un arbre de grande taille, susceptible de dépasser les 50 m de haut. Le cèdre occupe les sommets schisteux du parc, il se développe sur une superficie de 1200 ha sur le djebel Gueroumène et la forêt de Beni Salah embrassant sur une partie le versant Nord du parc. En Algérie, on le retrouve le cèdre sur les sols gréseux, sur les schistes et les sols calcaires (**Bariteau et al, 1990 in Khanfouci, 2005**). Il occupe l'étage méditerranéen supérieur (1350m à 1600m d'altitude), et évolue dans le bioclimat per humide frais (**Boudy, 1950**).

b. La Formation du chêne vert (*Quercus ilex*)

Le chêne vert est un arbre de montagne, rustique et extrêmement plastique. Il est sans conteste l'essence dominante du parc, nous le retrouvons aussi bien sous les régimes du maquis que de futaie ; en formation dense et claire que pure et en mélange. Occupant sur notre territoire, la tranche altitudinale de 700m à 1400m voire 1500m, sous les ambiances bioclimatiques subhumide, humide et localement per humide tempérée et fraîche. Le chêne vert sur le territoire du parc, se présente en peuplements vigoureux, denses (**Plan de gestion du PNC, 2014**).

c. La Formation du Chêne liège (*Quercus suber L*)

Le chêne liège est un arbre qui développe normalement dans les régions à fortes précipitation (dans des région humides et relativement chauds), sur un sol sablonneux ou schisteux, meuble et profond .elle se développe entre 400 et 700m d'altitude, sur le versant nord du djebel Feraoun et djebel Gueroumène et atteint les 1100m au djebel Tamezguida (**Meddour, 1992**).

d. La Formation du chêne Zeen (*Quercus faginez Lamk. Ou Quercus mirbekii*)

Le chêne zeen n'existe sur le territoire du parc qu'à l'état résiduel. On le trouve sur les altitudes de 300 à 450m au niveau des stations fraîches et humides du djebel Tamezguida. Quelque bouquet subsiste sur le versant Nord du djebel Mouzaia à une altitude de 1200m à 1400m (Meddour, 1992). D'autre pieds ou bouquets de chêne zeen sont observés sur des sites humides comme celui concernant l'oued Chiffa et le long des ravins frais et humides, faisant partie du cortège de la ripisylve, qui compte un grand nombre d'espèces végétales telles que : Laurier tin, et Laurier noble... etc (**Plan de gestion du PNC, 2014**).

e. La Formation à pin d'Alep (*Pinus halepensis Mill*)

Le pin d'Alpe occupe la plus grande superficie de l'atlas Blidéen .il est caractérisé par son adaptation à la sécheresse et à la haute température (Halimi, 1988) .dans les forêts de pin d'Alpe, on peut rencontrer les espèces arbustives suivantes : Pistachier, Diss, Ciste, Filère, Romarin... etc. On le retrouve notamment sur djebel Feraoun. Il se présente au niveau de trois zones : Imma Hlima, El Hamdania, Djebel Mouzaia, donc sur les versants des Sud, on peut rencontrer le pin d'Alep à Imma Hlima à l'état pur

accompagné du pistachier, de Diss de Bruyère et du *Calycotome spinosa*. Cette station est d'environ 564ha. A El Hamdania, il couvre une superficie d'environ 4325 ha couvrant le Djebel Azrou mouch jusqu'à Takitount. Sur Djebel Mouzaia, il couvre 2025 ha à l'altitude de 900 m (**Plan de gestion du PNC, 2014**).

f. La Formation de Thuya de Berberie

C'est une essence forestière, surtout abondante dans la partie occidentale de l'Algérie, toutefois, le Thuya existe par des pieds isolés ou par petits bouquets sur le territoire du parc. Il se rencontre le long de l'oued dans les altitudes de 287m et 703m (**Bensaada ,1988 in plan de gestion du P.N.C.**) où il forme des peuplements clairs mélangés avec le lentisque, l'olivier, le caroubier.

g. La Formation à Ripisylves

Les formations ripisylves sont des formations particulières à caractère zonal, liées strictement aux ravins et fonds de vallons. On les retrouve aux abords des oueds plus ou moins permanents. Elles sont caractérisées par des conditions écologiques propres à elle, de par leur ambiance humide et fraîche essentiellement, De ce fait, la végétation qui y pousse est souvent particulière. On y rencontre des espèces telles que : les saules, le houx, le frêne, le châtaignier, l'érable, le laurier noble, le micocoulier, et l'orme. Dans les régions, de Meurdja, de Chréa, nous y avons trouvés du laurier rose (*Nerium oleander*), du laurier noble (*Laurus nobilis*), du saule (*Salix pedicallata*) (Plan de gestion du PNC, 2014).

II.6.2 La faune du Parc National de Chréa

Le patrimoine faunistique du parc national de Chréa est important, il représente 20% de la richesse faunistique nationale, se compose d'invertébrés et de vertébrés, il a fait l'objet de plusieurs études, notamment par **Meftah (1985), Bazi (1988), Larid (1989), Mazari (1995), ...etc.**

a. Les vertébrés

a.1 Les mammifères

Au Parc national de Chréa les mammifères forment la classe des vertèbres la plus évoluée, donc 22 mammifères ont été recensés dont le singe magot (*Macacca sylvanus*) qui est une espèce endémique à l'Afrique du Nord. Il évolue et prolifère

dans les conditions toutes naturelles dans la partie occidentale du parc national, notamment dans les gorges de la Chiffa et Djebel Mouzaia, zone classée réserve intégrale au parc.

Certaines espèces sont abondantes (le chacal doré, le sanglier et le renard roux...) d'autre sont disparu (l'hyène rayé, le lynx caraca, le lion de l'atlas, ...) (Plan de gestion du PNC, 2014).

a. 2 La faune aquatique (les poissons)

Cinque espèces ont été inventoriées dans les oueds Megtaâ et chiffa. Ce sont des espèces d'eau douce dont deux anguillides, Ex : Anguille, Barbeau, Carpe...

a.3 Les amphibiens

Les huit espèces d'amphibiens répertoriées appartiennent pour la majorité à la famille des Anoures. La grenouille rieuse a été observée au niveau des gorges de la Chiffa et du lac Mouzaïa .Par contre la grenouille verte est rencontrée au lac de Mouzaïa (**Plan de gestion du PNC, 2014**).

a.4 Les reptiles

Les sept espèces recensées représentent 22,5% de la richesse nationale, comme le Caméléon commun, tortue grecque, les Lézards (ocellé, agile, murailles) qui sont tés abondants et qui sont des animaux insectivores (**Plan de gestion du PNC, 2014**).



Fig. 8: La faune présentée au niveau du Parc National de Chrèa (P.N.C.,2010)

b. Les invertébrés

b.1 Arthropodes

Plus de 360 espèces d'invertébrés réparties sur la classe des Insectes (340 espèces), pour la classe des *Arachnides* (18 espèces), pour les crustacés (02 espèces), les Myriapodes (06 espèces). certain espèces n'ayant pu être identifiées (Plan de gestion du PNC, 2014).

b.2 Crustacés

Deux espèces trouvées dans cette classe appartenant à deux ordres, *Oniscus murius* de l'ordre des Isopodes dans toutes les stations au niveau du cèdre et *Eriocheir sp* de l'ordre des Décapodes dans les gorges des Chiffa. (Plan de gestion du PNC, 2014).

b.3 Myriapodes

Dans cette classe, nous avons trouvé six (6) espèces qui ont été observées au niveau de la cédraie pure et la forêt de Ben Ali, comme la scolopendre curmelée, scutigère véloce. Appartiennent à 5 familles qui réparties entre 2 ordres : *Diplopodes*, *Chilopodes* (Plan de gestion du PNC, 2014).

b.4 Annélides

D'après (Mazari ,1995) une seule espèce a été observée appartenant à la classe des Hirudinés.il s'agit de *Hirudo sanguinelis*, parasite externe des vertébrés terrestres, qui a été trouvé au niveau du Lac de Mouzaia (Plan de gestion du PNC, 2014).

b.5 Mollusques

Onze espèces appartenant à six familles de l'ordre des pulmonés et sous ordre des *Stylommatophores* ont été trouvées surtout au niveau des Gorges de la Chiffa. il s'agit des *Helicidae*, *Hellicellidae*, *Enidae* et *Stenogyridae* (**Plan de gestion du PNC, 2014**).

c. les oiseaux

Le parc abrite les espèces d'oiseaux suivantes : l'Aigle royal, l'Aigle de bonelli, le Faucon pèlerin, le Vautour fauve (**Plan de gestion du PNC, 2014**).

II.7 Le patrimoine touristique et paysager

Le parc national de Chréa, l'un des plus beaux au monde, occupe une superficie importante sur les hauteurs de Blida, le long des parties centrales de l'Atlas Tellien. Connu par ses belles forêts, sa diversité faunistique, son hauteur de plus de 1500m et son orientation permettent aux pentes du sommet de retenir la neige entre le mois de décembre et le mois de mars (selon les années). On peut jouir d'un panorama époustouflant sur le massif et les forêts environnants.

En plus à une cinquantaine de kilomètres d'Alger et des grands centres urbains du centre du pays, il attire autant en hiver qu'en été et accueillera à bras ouvert une foule de visiteurs qui viennent respirer un bol d'air sain, se promener, marcher long de courts sentiers pédestres, faire du ski, visiter l'écomusée, découvrir la beauté des

pics et des crêtes, et en particulier : la gorge du ruisseau des Singes, le sentier du col des fougères et les forêts de cèdres millénaires au cours de courtes randonnées pédestres sans oublier un détour et changer d'air juste aux portes de la capitale.

II. Présentation du Parc National de Chrèa

II.1 Historique de création du Parc National de Chrèa

C'est en 1912, sous l'impulsion de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord que fût projetée l'idée de création du Parc National de Chrèa.

Afin de parer à toute dégradation du milieu et mettre rationnellement ses ressources et beautés naturelles au profit de l'homme, le parc fut créé autour de la station estivale de Chrèa fréquentée par une population importante de visiteurs en quête de repos, de loisirs et de détente. Déjà à l'époque, ce site offrait aux touristes la quiétude dispensée par une nature paisible et luxuriante.

Le 03 Septembre 1925, le Parc National de Chrèa est constitué par arrêté gouvernemental pris en application de l'arrêté général du 17 Février 1921 fixant le statut type des Parcs Nationaux en Algérie. Il renfermait alors l'ensemble de la forêt de Cèdre, couvrant près de 1351 ha, répartis entre les forêts sectorielles de Sidi el Kebir et celles de Ghellaie, appartenant toutes les deux à la commune de Blida, et la forêt sectorielle de Terga appartenant à la commune de Berouaghia.

Le Parc National de Chrèa a été reconnu comme réserve de la biosphère par l'UNESCO en 2002

II.2 Localisation

II.2.1 Localisation géographique

Situé à 50 km au sud-ouest d'Alger, le Parc National de Chrèa s'étend en écharpe sur 26 575 ha le long des parties centrales de la chaîne de l'Atlas Tellien, comprises entre les latitudes Nord $36^{\circ}19'$ / $36^{\circ}30'$, et les longitudes Est $2^{\circ}38'$ / $3^{\circ}02'$.

Le parc domine vers le Nord, l'opulente plaine de la Mitidja où s'agencent tel un puzzle, les riches terroirs agricoles de l'avant pays, le bourrelet anticlinal du Sahel sillonné en profondeur par l'imposante cluse de l'Oued Mazafran, Vers le sud, la vue plongeante domine à l'avant plan, l'anticlinal de Takitount, le col de Talakat, les talwegs des Oueds Mektaa et Merdja, et s'étale en profondeur par temps visible sur les hautes plaines du Titteri, et vers l'ouest, le Parc national de Chrèa révèle un large horizon, étendu aux montagnes du massif du Dahra et de toute la terminaison orientale de l'Ouarsenis et par temps clair les cimes visibles du mont Zaccar.

II.2.2 Localisation administrative

Situé à mi-distance entre le chef-lieu des wilayas de Blida et de Médéa, le Parc National de Chréa chevauche entre les wilayats de Blida et Médéa, selon le nouveau découpage territorial datant de 1984 par le décret n° 91 306 du 24/08/91.

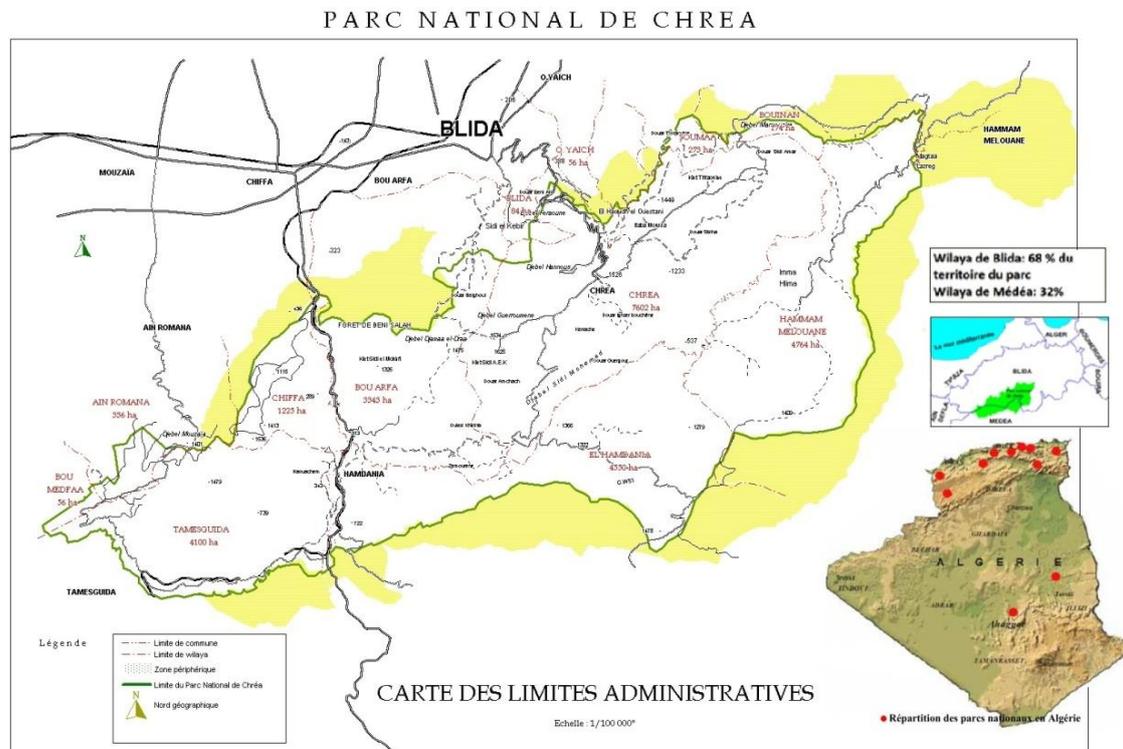


Fig. 4 : Limites administratives du Parc National de Chréa (PNC, 2009)

La wilaya de Blida compte près de 17875 ha soit 67,43% de la superficie totale. Elle regroupe principalement les reliefs septentrionaux des djebels Mouzaia, Guerroumane et Ferroukha situés successivement (tableau n°1), dans les communes de Ain Romana, Chiffa, Bouarfa, Blida, Chréa, Ouled Yaïch, Bouinan, Soumaâ et Hammam Melouane .La commune de Chréa est totalement englobée dans le territoire du Parc national de Chréa., ces deux collectivités couvrent près de 70,17% de la superficie totale du Parc couverte par la wilaya de Blida et 40,42% de la superficie totale du Parc National de Chréa.

Tableau I : Superficies en hectares et en pourcentages des différentes communes comprises dans le parc national de Chréa

WILAYAS	Communes	Superficie	%	% Wilaya
BLIDA	Ain romana	316 ha	1,26%	67,43%
	Chiffa	1225 ha	4,61%	
	Bou-arfa	3343 ha	12,57%	
	Blida	84 ha	0,32%	
	Chr�ea	7602 ha	28,59%	
	Ouled yaich	56 ha	0,21%	
	Soum�a	273 ha	1,03%	
	Bouinan	174 ha	0,65%	
	Hammam Melouane	4764 ha	17,92%	
	Total de la wilaya	17857ha	67,43%	
MEDEA	Tamezguida	4100 ha	15,43%	32,55%
	El Hamdania	4550 ha	17,12%	
	Total de la wilaya	8650ha	32,55%	
T O T A L		26507ha	100%	100%

PNC (2010)

II.2.3 Localisation biogéographique

Le Parc National de Chr ea occupe en particulier les hauteurs aux reliefs accidentées des djebels Mouzaia, Djamaa Dr a, Guerroumane, Azrou Mouch, Sidi Mohamed, Ferroukha, et toute la partie orientale sud-est - méridionale regroupant les reliefs des Koudiat El - Kal a , Koudiat Allone, et Koudiat El - Guettara. Dans cet enchevêtrement géomorphologique, le Parc National de Chr ea, occupe un territoire montagnard peuplé en général, en dehors de quelques agglomérations, par une population rurale éparse disséminée.

Tableau II : Occupation du sol au niveau du Parc National de Chréa

OCCUPATION	Nature	Surface (ha)	Taux (%)
Strate Arborescente	Cèdre	1292,95	4,86%
	Chêne vert	172,80	0,60%
	Pin d'Alep	3345,02	12,58%
	Maquis arboré (à PA)	588,85	2,21%
T O T A L		5399,62	20,31%
Strate arbustive et herbacée	Maquis	16958,18	63,78%
	Reboisements (à PA et CV)	218,85	0,80%
	Pelouse	96,75	0,30%
T O T A L		17273,78	64,97%
Terrains Dénudés	Terrains nus	2787,72	10,49%
	Terrains rocheux	91,10	0,30%
	Bad Land	31,90	0,10%
T O T A L		2910,72	10,95%
Autres	Terrains cultivés	728,35	2,74%
	Habitat	192,48	0,72%
	TPF	56,35	0,10%
	Lacs	26,10	0,92%
T O T A L		1003,28	3,77%
TOTAL GENERAL		26 .575	100%

PA : Pin d'Alep; CV : Chêne vert; T.P.F : tranchée par feu.

PNC (2010)

II.2.4 Les secteurs du Parc National de Chréa

Pour des raisons de commodité, visant en particulier la maîtrise du terrain par une présence permanente et assidue, des moyens humains et matériels du Parc national de Chréa, il a été défini, en fonction des maisons forestières habitables, et du tissu de routes et pistes accessibles, cinq secteurs d'intervention au niveau du parc, couvrant dans la complémentarité, la totalité du territoire et qui sont :

1. Le secteur de Chréa : avec une superficie de 9762 ha et des particularités de présence d'une zone d'expérimentation (arboretum de hakou feraoun), une zone de tourisme (de détente et de loisirs) et une zone sauvage (de protection de l'aire du singe et de reboisement sur maquis).

Ce secteur dispose de trois annexes forestières :

- Maison forestière de Hakou Feraoun
- Maison forestière de Tisraouine.
- Maison forestière de Ghaznî.

2. Le Secteur d'El Hamdania : avec une superficie de 8745 ha et des particularités de présence d'une zone protection de l'aire du singe Magot et une zone du pin d'Alep.

Ce secteur dispose d'une maison forestière et d'un écomusée.

3. Le secteur de Hammam Melouene : avec une superficie de 8000 ha et des particularités de présence d'une zone de tourisme, une zone d'alpinisme et des zones de reboisement sur terrains nus et sur maquis.

Ce secteur dispose de la maison forestière d'Imma Hlima.

II.3 Milieu physique

II.3.1 Géologie

C'est un massif montagneux composé des crêtes centrales de l'Atlas Blidéen. La ligne de crêtes du massif oscille entre 1400 et 1600 m d'altitude, sur une longueur approximative de 8 km, et culmine au Koudiat Sidi Abdelkader à 1629m. Son orientation générale E-NE, W-SW entraîne une dissymétrie climatique et forestière, entre les deux versants d'adret et d'ubac. Au point de vue lithologique, le massif est très homogène et composé essentiellement de schistes du Crétacé inférieur, plus ou moins argileux par endroits (Faurel, 1947), donnant naissance sous les Cédraies à des sols bruns lessivés (**Killian et Martin, 1957**).

II.3.2 Relief

Le parc national de chréa regroupe le relief montagneux composé respectivement d'est en ouest des monts de Hammam Meloune, des crêtes de Chréa et des monts de Mouzaia, il enregistre une dénivelée très important marquée par le point culminant à 1627 m à Koudiat Sidi Abdel Kader (Crêtes de Chréa) et le point le plus bas 217m (Chiffa) (Plan de gestion du PNC, 2014).

II.3.3 Sol

Les sols de la région forestière de Chréa sont constitués de schistes marneux, en alternance avec des plaquettes de quartzites (**Larid, 1989**). Sur les fortes pentes, les sols sont dominés par des éléments grossiers, tels que les cailloux et les graviers. Les argiles et les limons sont présents en faible proportion. Dans les poches de ravins, ils sont très pauvres en phosphore, en calcaire et en chlore (Halimi, 1980).

II.3.4 Hydrologie

Le Parc National de Chréa occupe les parties amont de 02 bassins versants: à l'Est le bassin versant de l'oued EL Harrach s'étendant sur 12.4500 ha, et à l'Ouest le bassin versant de l'oued Mazafran s'étendant sur 14.137 ha.

Le Parc National de Chréa totalise une longueur de chevelu hydrographique évaluée à 657 km linéaire soit une densité hydrographique de 24.71 ml/ha avec ce potentiel hydrique, il participe à l'alimentation en eau potable de sa région environnante et contribue aussi au ressourcement continu de la nappe phréatique de la Mitidja avec près de 01 milliard de m³ par an

Le réseau hydrographique est caractérisé par la présence :

- D'oueds à écoulement permanent (Chiffa, Tamada,...)
- De cascade d'eau (Merdja, Chiffa,...)
- De réserves naturelles d'eau (Oued EL Harrach, Oued Chiffa,...)
- D'un lac de haute altitude situé à 1230 m au niveau de Djebel Tamesguida.
- De nombreuses sources et points de résurgences (**P.N.C.,2010**).

II.4 Données climatiques de la région d'étude

Le climat représente un des facteurs les plus importants. Son importance se manifeste par la répartition des biomes à l'échelle de la planète (Braque, 1988), en effet il est utile de connaître la durée de la saison sèche, les quantités des précipitations et les différents facteurs climatiques (gelée, neige, vent,...) pour avoir une idée précise sur le climat de la région.

II.4.1 Les températures

Le Parc National de Chréa est plus froids et les piémonts plus chauds. Pour ce qui est des températures moyennes mensuelles, leur minimum se situe toujours en janvier pour toutes les stations. La station de Chréa s'avère plus fraîche que les autres en été.

Selon le tableau n°4, les moyennes mensuelles de température entre 2010-2014 varient de 5,56 C° à 9,80 C° pendant la période hivernale, tandis que pendant la période estivale ces moyennes varient entre 20,32 C° et 25,02 C°.

Tableau III: Températures moyennes mensuelles corrigées du P.N.C. (période 2010-2014)

Mois/An	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2010	6,3	7,3	9,3	12,1	13,7	19,4	25,9	24,2	19,4	14,7	8,7	7,6
2011	6,7	5,7	8,9	14,0	15,6	20,1	23,8	25,5	20,6	15,1	10,1	6,8
2012	6,2	2,7	8,9	10,0	17,4	23,7	25,2	26,9	20,4	16,0	10,8	7,3
2013	5,9	4,6	8,4	11,7	13,0	18,2	23,3	23,5	19,1	19,0	7,9	6,9
2014	6,9	7,3	7,6	14,0	16,4	20,1	23,6	24,8	21,9	17,4	11,5	5,9
Moyenne	6,40	5,56	8,62	12,36	15,23	20,32	24,39	25,02	20,32	16,47	9,80	6,92

Source : O.N.M. (2010-2014)

II.4.2 Les précipitations

Dans l'ensemble, les moyennes La quantité annuelle des précipitations est l'un des paramètres clés dans la caractérisation du climat (Long, 1974). Cependant, selon Ozenda (1982), l'installation de la végétation ne dépend pas seulement du total annuel des précipitations, mais également de la répartition des pluies au cours de l'année. Ainsi en pays méditerranéen, la pluie tombe surtout pendant la période froide, lorsque les peuplements en ont le moins besoin et par ailleurs, elle fait défaut l'été, au moment où la forte température augmente l'évaporation.

Tableau IV: Moyennes annuelles et mensuelles corrigées des précipitations de la région d'étude (2010, 2014)

Mois/An	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2010	87,9	84,7	90,0	74,4	59,6	10,2	0,0	21,7	24,3	84,8	151,8	95,7
2011	78,9	173,4	90,1	92,5	130,4	25,8	3,5	2,4	8,5	59,5	159,9	68,2
2012	48,3	225,8	128,0	177,2	27,5	31,8	3,2	0,0	14,4	53,6	123,4	21,5
2013	113,1	125,6	83,5	84,9	164,4	11,6	1,1	9,0	32,7	10,4	143,0	93,7
2014	115,6	72,7	167,3	7,2	13,6	43,6	0,3	2,4	48,6	33,7	84,2	215,3
Moyenne	88,7	136,4	111,8	87,2	79,1	24,6	1,6	7,1	25,7	48,4	132,5	98,9

Source : O.N.M. (2010-2014)

II.4.3 La neige

La couche de neige qui en moyenne est de 15 à 20 cm, atteint parfois 50 cm .Les moyennes annuelles des jours d'enneigement dans le Parc national de Chréa, atteignent la fréquence moyenne de 26 jours pour Chréa, et de 20 jours pour le lac de Mouzaia.

II.4.4 Le vent (sirocco)

Dans le Parc National de Chréa, ce sont les vents du Nord-Ouest qui prédominent. En ce qui concerne le sirocco, il se manifeste un à trois jours/an.

II.4.5 Le brouillard

Le brouillard est relativement fréquent dans les parties hautes du Parc national qui sont souvent plongées dans les nuages. Pour le col de Chréa, les observations faites sur une dizaine d'années seulement ont donné 104 jours/an de brouillard.

II.4.6 La gelée et la grêle

Les gelées blanches se manifestent surtout en Septembre. Elles apparaissent en automne et disparaissent au début du printemps (fin Mars début Avril). Le risque de gelées blanches commence lorsque le minimum moyen tombe au-dessous de 10 C°.

Quant à la grêle, elle tombe durant presque toute la période allant de Décembre à Mars (Lac de Mouzaia, Hakou Ferraoun, Médéa).

II.5 Synthèse climatique

II.5.1 Diagramme ombrothermique de Gaussen

L'examen du diagramme ombrothermique de la région de Chréa relève l'existence de deux périodes (sèche et humides), la période sèche s'étale de la deuxième quinzaine du mois de Mai jusqu'à la fin du mois d'août, alors que la période humides dure entre le mois de septembre et la première quinzaine du mois de Mai.

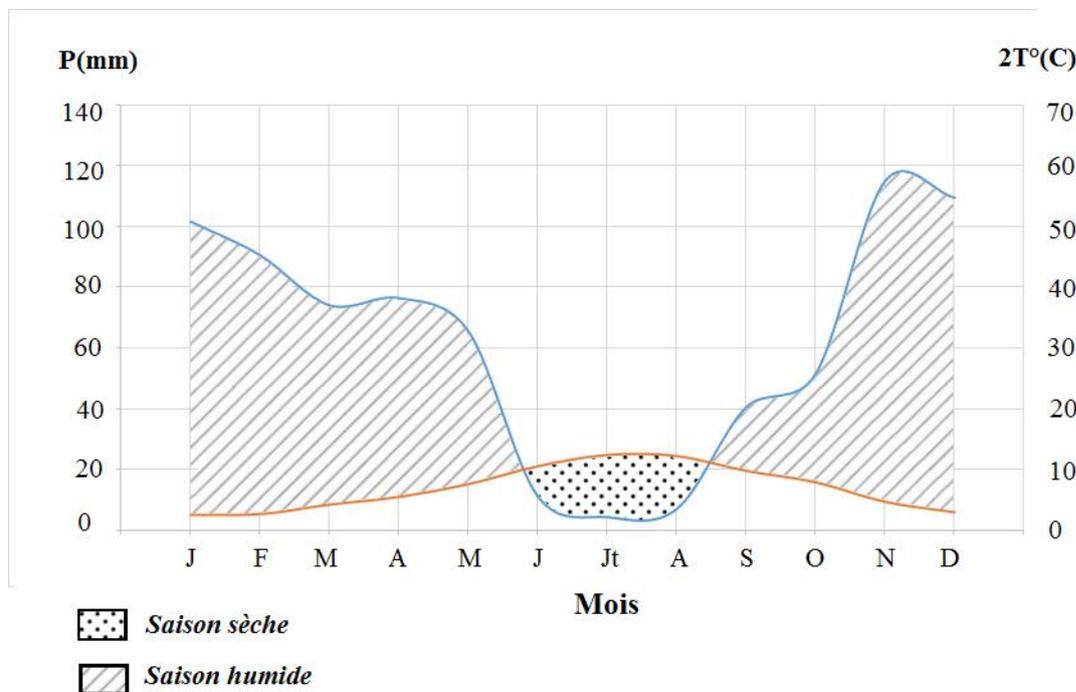


Fig. 5: Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen du P.N.C. (2000-2014)

*II.5.2 Climagramme d'Emberger

L'indice d'Emberger permet la caractérisation des climats et leur classification dans l'étage bioclimatique. Cet indice est calculé par le biais du coefficient pluviométrique et obtenu par la formule qui suit : $Q_2 = 3,43(P / (M-m))$ Avec :

P : La pluviométrie annuelle (mm).

M : La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.

m : La moyenne des températures minimales du mois le plus froid.

La température moyenne minimale du mois le plus froid ($4,3^{\circ}\text{C}$), placée en abscisses et la valeur du coefficient pluviométrique Q_2 placée en ordonnées, donnent la localisation de la station météorologique choisie dans le climagramme. La valeur de Q_2 calculé à partir d'une synthèse de 15 années ce qui permet de classer notre zone d'étude dans l'étage bioclimatique Subhumide.

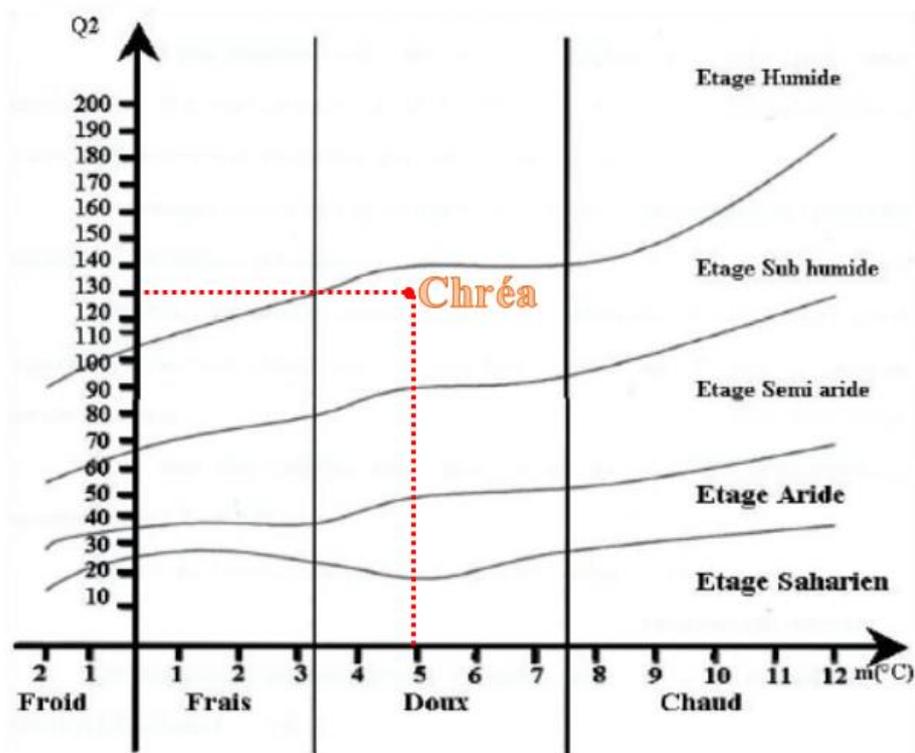


Fig. 6 : Position de la région d'étude sur le climagramme d'EMBERGER (LAHRECH B. et KHENAFIF H. , 2018)

II.6 Le milieu biotique du Parc National de Chrèa

II.6.1 La flore du Parc National de Chrèa

Le Parc National de Chrèa reforme un tapis végétal couvrant près de 22,673 ha de son territoire soit un taux de boisement de 85% .Le reste représente les terrains

dénudés occupés par l'homme, par l'agriculture et ayant été irréversiblement érodé tableau (6).

Tableau V :L'occupation du sol par les différentes strates végétales au niveau du Parc National de Chréa (P.N.C. 2010)

Occupation	Nature	Surface (ha)	Taux (%)
Strate Arborescente	Cèdre	1292,95	4,86%
	Chêne vert	172,80	0,60%
	Pin d'Alep	3345,02	12,58%
	Maquis arboré (à P.A.)	588.85	2.21%
TOTAL		5399,62	20,31%
Strate arbustive et herbacée	Maquis	16958,18	63,78%
	Reboisements (à PA et CV)	218,85	0,80%
	Pelouse	96,75	0,30%
TOTAL		17273.78	64.97%
Terrains Dénudés	Terrains nus	2787,72	10,49
	Terrain rocheux	91,10	0,30
	Bad Land	31,90	0,10
TOTAL		2910,72	10,95%
Autres	Terrains cultivés	728,35	2,74%
	Habitat	192,48	0,72%
	TPF	56,35	0,10%
	Lacs	26,10	0,92%
TOTAL		1003,28	3,77%
TOTAL GENERAL		26 .587	100%



Fig. 7: La flore présente au niveau du Parc National de Chréa (P.N.C 2010)

II.6.2 Étages bioclimatiques

L'analyse des facteurs climatiques nous révèle trois étages bioclimatiques :

a. Étage bioclimatique subhumide et humide doux et chaud:

Ce bioclimat correspond à l'étage thermo méditerranéen où l'altitude moyenne est de 0 à 600 m. Il se localise sur le versant Nord (djebel Feroukha. djebel Tamezguida). Cet étage se caractérise par les formations qui se trouve au-dessus des gorges de la Chiffa, à Sidi el Madani et Sidi Zerhaimi. Dans cette région du subhumide doux où se manifestent les influences maritimes, et le Thuya y est très répandu.

b. Étage bioclimatique subhumide et humide tempéré et frais, localement semi-aride frais

C'est l'étage qui possède la plus grande extension territoriale au niveau du parc. Il correspond à l'étage méso méditerranéen, caractérisé par une présence massive de chênes sclérophylles.

c. Étage bioclimatique essentiellement super humide frais couvrant les altitudes supérieures (1200-1300m)

Il s'agit de l'étage supraméditerranéen, cantonné principalement sur les versants nord du djebel Mouzaia et de Chréa. Il permet le développement des formations sylvestres, forêts caducifoliées, la zenaie, l'érablière et la cédraie.

II.6.3 Formations végétales du Parc National de Chréa

Cependant, la végétation du PNC demeure variée et diversifiée. On y rencontre les différentes formations principales suivantes

a. La Formation du cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica*)

Le cèdre de l'Atlas a été depuis longtemps l'une des espèces de reboisement les plus utilisées dans la région méditerranéenne (**Ripert et Boisseau, 1994**). Il est d'ailleurs considéré par plusieurs auteurs comme l'espèce la plus importante, économiquement et écologiquement, de la montagne méditerranéenne (**Benchekroun, 1993 ; M'hirit et al, 2006 ; Terrab et al, 2006**). C'est un arbre de grande taille, susceptible de dépasser les 50 m de haut. Le cèdre occupe les sommets schisteux du parc, il se développe sur une superficie de 1200 ha sur le djebel Gueroumène et la forêt de Beni Salah embrassant sur une partie le versant Nord du parc. En Algérie, on le retrouve le cèdre sur les sols gréseux, sur les schistes et les sols calcaires (**Bariteau et al, 1990 in Khanfouci, 2005**). Il occupe l'étage méditerranéen supérieur (1350m à 1600m d'altitude), et évolue dans le bioclimat per humide frais (**Boudy, 1950**).

b. La Formation du chêne vert (*Quercus ilex*)

Le chêne vert est un arbre de montagne, rustique et extrêmement plastique. Il est sans conteste l'essence dominante du parc, nous le retrouvons aussi bien sous les régimes du maquis que de futaie ; en formation dense et claire que pure et en mélange. Occupant sur notre territoire, la tranche altitudinale de 700m à 1400m voire 1500m, sous les ambiances bioclimatiques subhumide, humide et localement per humide tempérée et fraîche. Le chêne vert sur le territoire du parc, se présente en peuplements vigoureux, denses (**Plan de gestion du PNC, 2014**).

c. La Formation du Chêne liège (*Quercus suber L*)

Le chêne liège est un arbre qui développe normalement dans les régions à fortes précipitation (dans des région humides et relativement chauds), sur un sol sablonneux ou schisteux, meuble et profond .elle se développe entre 400 et 700m d'altitude, sur le versant nord du djebel Feraoun et djebel Gueroumène et atteint les 1100m au djebel Tamezguida (**Meddour, 1992**).

d. La Formation du chêne Zeen (*Quercus faginez Lamk. Ou Quercus mirbekii*)

Le chêne zeen n'existe sur le territoire du parc qu'à l'état résiduel. On le trouve sur les altitudes de 300 à 450m au niveau des stations fraîches et humides du djebel Tamezguida. Quelque bouquet subsiste sur le versant Nord du djebel Mouzaia à une altitude de 1200m à 1400m (Meddour, 1992). D'autre pieds ou bouquets de chêne zeen sont observés sur des sites humides comme celui concernant l'oued Chiffa et le long des ravins frais et humides, faisant partie du cortège de la ripisylve, qui compte un grand nombre d'espèces végétales telles que : Laurier tin, et Laurier noble... etc (**Plan de gestion du PNC, 2014**).

e. La Formation à pin d'Alep (*Pinus halepensis Mill*)

Le pin d'Alpe occupe la plus grande superficie de l'atlas Blidéen .il est caractérisé par son adaptation à la sécheresse et à la haute température (Halimi, 1988) .dans les forêts de pin d'Alpe, on peut rencontrer les espèces arbustives suivantes : Pistachier, Diss, Ciste, Filère, Romarin... etc. On le retrouve notamment sur djebel Feraoun. Il se présente au niveau de trois zones : Imma Hlima, El Hamdania, Djebel Mouzaia, donc sur les versants des Sud, on peut rencontrer le pin d'Alep à Imma Hlima à l'état pur

accompagné du pistachier, de Diss de Bruyère et du *Calycotome spinosa*. Cette station est d'environ 564ha. A El Hamdania, il couvre une superficie d'environ 4325 ha couvrant le Djebel Azrou mouch jusqu'à Takitount. Sur Djebel Mouzaia, il couvre 2025 ha à l'altitude de 900 m (**Plan de gestion du PNC, 2014**).

f. La Formation de Thuya de Berberie

C'est une essence forestière, surtout abondante dans la partie occidentale de l'Algérie, toutefois, le Thuya existe par des pieds isolés ou par petits bouquets sur le territoire du parc. Il se rencontre le long de l'oued dans les altitudes de 287m et 703m (**Bensaada ,1988 in plan de gestion du P.N.C.**) où il forme des peuplements clairs mélangés avec le lentisque, l'olivier, le caroubier.

g. La Formation à Ripisylves

Les formations ripisylves sont des formations particulières à caractère zonal, liées strictement aux ravins et fonds de vallons. On les retrouve aux abords des oueds plus ou moins permanents. Elles sont caractérisées par des conditions écologiques propres à elle, de par leur ambiance humide et fraîche essentiellement, De ce fait, la végétation qui y pousse est souvent particulière. On y rencontre des espèces telles que : les saules, le houx, le frêne, le châtaignier, l'érable, le laurier noble, le micocoulier, et l'orme. Dans les régions, de Meurdja, de Chréa, nous y avons trouvés du laurier rose (*Nerium oleander*), du laurier noble (*Laurus nobilis*), du saule (*Salix pedicallata*) (Plan de gestion du PNC, 2014).

II.6.2 La faune du Parc National de Chréa

Le patrimoine faunistique du parc national de Chréa est important, il représente 20% de la richesse faunistique nationale, se compose d'invertébrés et de vertébrés, il a fait l'objet de plusieurs études, notamment par **Meftah (1985), Bazi (1988), Larid (1989), Mazari (1995), ...etc.**

a. Les vertébrés

a.1 Les mammifères

Au Parc national de Chréa les mammifères forment la classe des vertèbres la plus évoluée, donc 22 mammifères ont été recensés dont le singe magot (*Macacca sylvanus*) qui est une espèce endémique à l'Afrique du Nord. Il évolue et prolifère

dans les conditions toutes naturelles dans la partie occidentale du parc national, notamment dans les gorges de la Chiffa et Djebel Mouzaia, zone classée réserve intégrale au parc.

Certaines espèces sont abondantes (le chacal doré, le sanglier et le renard roux...) d'autre sont disparu (l'hyène rayé, le lynx caraca, le lion de l'atlas, ...) (Plan de gestion du PNC, 2014).

a. 2 La faune aquatique (les poissons)

Cinque espèces ont été inventoriées dans les oueds Megtaâ et chiffa. Ce sont des espèces d'eau douce dont deux anguillides, Ex : Anguille, Barbeau, Carpe...

a.3 Les amphibiens

Les huit espèces d'amphibiens répertoriées appartiennent pour la majorité à la famille des Anoures. La grenouille rieuse a été observée au niveau des gorges de la Chiffa et du lac Mouzaïa .Par contre la grenouille verte est rencontrée au lac de Mouzaïa (**Plan de gestion du PNC, 2014**).

a.4 Les reptiles

Les sept espèces recensées représentent 22,5% de la richesse nationale, comme le Caméléon commun, tortue grecque, les Lézards (ocellé, agile, murailles) qui sont tés abondants et qui sont des animaux insectivores (**Plan de gestion du PNC, 2014**).



Fig. 8: La faune présentée au niveau du Parc National de Chrèa (P.N.C.,2010)

b. Les invertébrés

b.1 Arthropodes

Plus de 360 espèces d'invertébrés réparties sur la classe des Insectes (340 espèces), pour la classe des *Arachnides* (18 espèces), pour les crustacés (02 espèces), les Myriapodes (06 espèces). certain espèces n'ayant pu être identifiées (Plan de gestion du PNC, 2014).

b.2 Crustacés

Deux espèces trouvées dans cette classe appartenant à deux ordres, *Oniscus murius* de l'ordre des Isopodes dans toutes les stations au niveau du cèdre et *Eriocheir sp* de l'ordre des Décapodes dans les gorges des Chiffa. (Plan de gestion du PNC, 2014).

b.3 Myriapodes

Dans cette classe, nous avons trouvé six (6) espèces qui ont été observées au niveau de la cédraie pure et la forêt de Ben Ali, comme la scolopendre curmelée, scutigère véloce. Appartiennent à 5 familles qui réparties entre 2 ordres : *Diplopodes*, *Chilopodes* (Plan de gestion du PNC, 2014).

b.4 Annélides

D'après (Mazari ,1995) une seule espèce a été observée appartenant à la classe des Hirudinés.il s'agit de *Hirudo sanguinellis*, parasite externe des vertébrés terrestres, qui a été trouvé au niveau du Lac de Mouzaia (Plan de gestion du PNC, 2014).

b.5 Mollusques

Onze espèces appartenant à six familles de l'ordre des pulmonés et sous ordre des *Stylommatophores* ont été trouvées surtout au niveau des Gorges de la Chiffa. il s'agit des *Helicidae*, *Hellicellidae*, *Enidae* et *Stenogyridae* (**Plan de gestion du PNC, 2014**).

c. les oiseaux

Le parc abrite les espèces d'oiseaux suivantes : l'Aigle royal, l'Aigle de bonelli, le Faucon pèlerin, le Vautour fauve (**Plan de gestion du PNC, 2014**).

II.7 Le patrimoine touristique et paysager

Le parc national de Chréa, l'un des plus beaux au monde, occupe une superficie importante sur les hauteurs de Blida, le long des parties centrales de l'Atlas Tellien. Connu par ses belles forêts, sa diversité faunistique, son hauteur de plus de 1500m et son orientation permettent aux pentes du sommet de retenir la neige entre le mois de décembre et le mois de mars (selon les années). On peut jouir d'un panorama époustouflant sur le massif et les forêts environnants.

En plus à une cinquantaine de kilomètres d'Alger et des grands centres urbains du centre du pays, il attire autant en hiver qu'en été et accueillera à bras ouvert une foule de visiteurs qui viennent respirer un bol d'air sain, se promener, marcher long de courts sentiers pédestres, faire du ski, visiter l'écomusée, découvrir la beauté des

pics et des crêtes, et en particulier : la gorge du ruisseau des Singes, le sentier du col des fougères et les forêts de cèdres millénaires au cours de courtes randonnées pédestres sans oublier un détour et changer d'air juste aux portes de la capitale.

Discussion

Le Cèdre de l'Atlas est une essence qui a toujours suscité un intérêt en raison de ses nombreuses qualités forestières (**Lanier, 1976**), L'état des cédraies s'est aggravé ces cinq dernières années (2001-2006). Beaucoup de travaux ont été réalisés pour sa préservation contre le dépérissement

La présente étude compte l'une des premières réalisées sur l'estimation des paramètres biochimiques associés au Cèdre d'Atlas (*Cedrus atlantica*) dans le Parc National de Chrèa.

Cette analyse biochimique a pour but d'une détermination quantitative de l'expression végétative, l'activité photosynthétique et l'expression biochimique des aiguilles de Cèdre prélevés des deux versants (Nord et Sud) de la station des quatre bancs située au Parc National de Chrèa, durant une campagne de prélèvement de trois mois (Mars, Avril et Mai). L'analyse a quantifiée les paramètres suivant :

- L'expression végétative pour but de calculer le nombre de touffes par rameau, le poids frais et le poids sec.
- L'activité photosynthétique pour mesurer les teneurs de la chlorophylle A, B, totale et le caroténoïde.
- L'expression biochimique pour estimer les teneurs des acides aminés, de la proline, des sucres totaux, des protéines solubles et hydrosolubles, des composés poly phénoliques et le taux de cendre.

Les résultats montrent qu'il n'y a pas de différences entre les trois mois de prélèvement pour l'expression végétative, sauf une différence dans le poids frais dans le versant Sud au mois d'Avril (PF=16.91g du versant Sud et PF=3.57g du versant Nord), aussi dans l'activité photosynthétique, et l'expression biochimique montre qu'il n'existe pas une différence significative ($p > 5\%$) entre les mois de prélèvements, or concernant les teneurs des acides aminés qui représentent une augmentation au mois de Mai dans le versant Sud et un pic de teneurs des protéines au mois d'Avril dans le versant Nord.

Et pour la comparaison entre les deux versants montre une différence significative dans le nombre des touffes pour l'expression végétative, dans la teneur de la chlorophylle A, B et totale pour l'activité photosynthétique ; et pour l'expression biochimique il existe une différence dans la teneur des sucres totaux et des composés poly phénoliques.

Pour l'expression végétative et d'après **Grieu (1986)**, montre que la matière sèche représente 1/4 de la matière fraîche à plein turgescence et environ 1/3 à 1/2 en situation de contrainte hydrique élevée.

Aussi les variations de l'activité photosynthétique de la chlorophylle et des caroténoïdes des 30 répétitions ne reflètent pas une grande différence entre les deux versants Nord et Sud, alors la teneur en chlorophylle (A, B et total) et le caroténoïde ne varie d'un versant à un autre. La chlorophylle est un pigment vert des végétaux capable de photosynthèse qui est présent dans les chloroplastes des cellules de tous les végétaux de couleur verte son dosage a été effectué dans le but de connaître son influence sur la croissance de l'arbre par rapport à l'exposition et au temps. Nos résultats montrent une différence significative entre les teneurs de la chlorophylle A, B et total entre les deux versants Nord et Sud ($p > 0,05$)

Et en fin pour l'expression biochimique y a une différence des valeurs entre les versant Nord et Sud dans la teneur des sucres et des composés poly phénoliques, Ces résultats peut être liés comme le suggère **Crowe et al., 1988** ont un rôle de la stabilité et de protection de structure en prévision contrainte plus qu'un rôle osmo-régulateur direct. Le Cèdre très tolérant vis-à-vis des déficits hydrique (**Finkelstein, 1981**) et présentant une augmentation graduelle de la résistance stomatique à la perte d'eau. Pour l'accumulation des acide aminés sous conditions déficitaires a été reportée par plusieurs chercheurs, sur différents types de plantes (**Blum et Ebercon, 1980; Hubac et Viera Da Silva, 1980**)

D'après (**Aissani et Bousba, 1992**) La teneur en sucres solubles est plus importante dans les feuilles de la 1^{ère} pousse de croissance puis le contenu commence à diminué dans les autres organes (tiges, feuilles de la 2^{ème} pousse et racines). Les fortes teneurs en sucres dans les feuilles n'est

pas due à une surproduction des assimilés mais plutôt une réduction de leur translocation du site de synthèse : les feuilles vers le reste de la plante particulièrement le système racinaire dont la croissance est tributaire (**Alaoui-Sossé et al, 1994**).

Les sucres peuvent jouer divers rôles dans la protection de la cellule contre le gel : abaissement de la température de cristallisation, réduction de la quantité de glace formée, abaissement du stress hydrique, mécanique et ionique et un rôle énergétique.

Le mécanisme de l'accumulation de la proline permet de penser à la présence de site de résistance de la plante à la contrainte. **Abdessamed (S.D.)** suggère que l'accumulation de la proline serait due soit à une induction ou activation de l'enzyme impliquée dans la biosynthèse de la proline

En effet, le transport de la proline de la source (lieu de synthèse) au site de la résistance est admis depuis longtemps comme un paramètre important de l'acquisition de cette résistance (**Bellinger et al, 1989**).

On peut argumenter ces résultats par l'exposition et la densité de la lumière (le nombre de touffes, teneur de la chlorophylle ...) dans notre cas le versant Sud présente un peuplement dégagé et le versant Nord présente un peuplement dense et qui ne permet pas l'infiltration de la lumière.

Selon **Lemhamedi et Chaoui (1994)** divers facteurs influencent l'atténuation de la lumière dans les peuplements forestiers particulièrement, la composition, la densité la structure, l'état de 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 qualité spectrale de la lumière.

Aussi l'exposition joue un rôle très important dans la répartition et dans la vie de la plupart des cédraines. En Algérie, les vents dominants sont de direction Nord-Ouest, ce qui fait que ces deux versants sont exposés à une pluviométrie plus importante alors que les versants Sud qui sont exposés aux vents chauds et secs (Sirocco) et à un ensoleillement quasi

permanent. On rencontre de ce fait les plus belles cédraies sur les versants Nord. Leur limite inférieure est plus basse que celle de l'exposition Sud. Cette dénivellation est due à la variation d'humidité. **(Emberger, 1938)**

III. Matériel et méthodes

III.1 Objectif

Le but de notre travail est d'étudier l'effet de quelques facteurs abiotiques (l'exposition et le temps) sur la fonction morphologique et biochimique de cèdre de l'Atlas au niveau du Parc National de Chrèa, où on détermine la quantité de l'expression végétative, l'activité photosynthétique et l'activité biochimique.

III.2 Présentation de la station d'étude :

III.2.1 Station des quatre bancs

Située à latitude Nord $36^{\circ}25'52''$ et longitude Est $2^{\circ}53'16''$, qui se trouve au centre du Parc près de la station de ski d'une distance de 400 m et à une altitude de 1550m. (Fig. 9) et (Fig. 10)

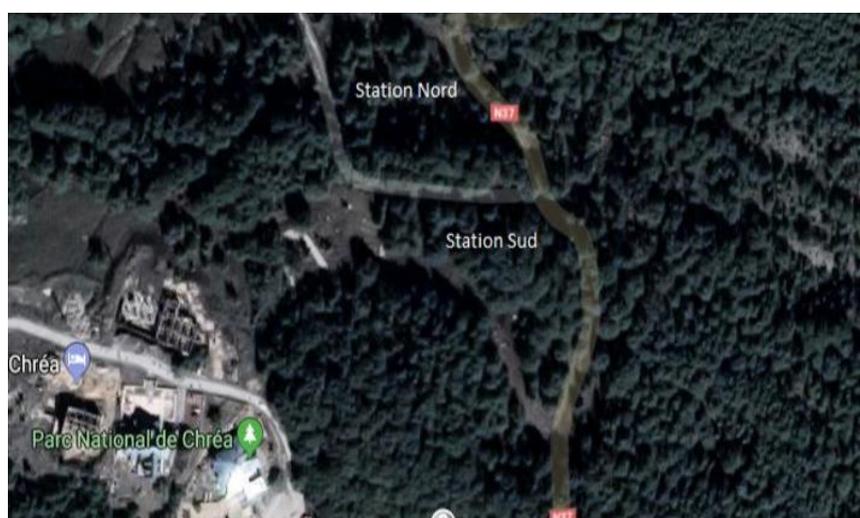


Fig. 9 : Station des quatre bancs extrait Google Earth



Fig. 10 : Station des quatre bancs (Original 2019)

III.3 Méthodologie

Pour la réalisation de notre travail expérimental nous avons passé par les étapes suivantes :

- Sortie sur terrain et prélèvement des échantillons (des rameaux de Cèdre de l'Atlas). (Fig. 11)
- Mesure de quelques paramètres physiologiques et morphologiques des aiguilles de Cèdre au laboratoire.

III.3.1 Echantillonnage

Le principe de cette technique d'échantillonnage est basé sur un choix de 10 arbres de différent d'âge dans chaque versant (Nord et Sud) de façon aléatoire, donc le prélèvement des rameaux de Cèdre a été fait au hasard et à hauteur d'homme pendant trois mois (Mars/ Avril/ Mai) soit une sortie par mois. (Fig. 11), Les échantillons ont été transportés dans des sacs en plastique étiquetés.



Fig. 11: Prélèvement des rameaux de Cèdre de la station des quatre bancs (Original 2019)

III.3.2 Outils d'échantillonnage

Les outils utilisés dans notre échantillonnage sont représentés sur la figure 12, ils comprennent un sécateur, ciseau, une règle, des sachets en plastique, des étiquettes, un marqueur (pour mentionner les numéros des arbres, la date et l'endroit de prélèvement).



Fig. 12 : Matériel utilisé sur terrain et conservation des échantillons (Original, 2019)

III.4 Méthode d'analyse biochimique

Les analyses biochimiques ont été réalisées au sein du laboratoire de phytopharmacie du département de biotechnologie de la faculté de sciences de la nature et de la vie à l'université de Blida 1.

Les analyses biochimiques réalisées sont : Estimation de la phytomasse, Estimation de l'activité photosynthétique, Quantification des sucres totaux et Dosage des acides aminés solubles et de la proline et à la fin un dosage des protéines solubles.

III.4.1 Matériel utilisé

Le matériel végétal est les aiguilles de Cèdre.

Le matériel du laboratoire utilisé pour l'analyse biochimique **est présenté en annexe 1**

- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| ➤ Spectrophotomètre. | ➤ PH mètre. |
| ➤ Centrifugeuse. | ➤ Micropipette. |
| ➤ Four a moufle. | ➤ Tubes a essaie. |
| ➤ Agitateur. | ➤ Tubes de centrifugation. |
| ➤ Broyeur électrique. | ➤ Béchers. |
| ➤ Balance électrique. | ➤ Erlenmeyer. |
| ➤ Etuve. | ➤ Spatule. |
| ➤ Bain marie. | ➤ Entonnoir. |
| ➤ Vortex. | ➤ Papier filtre. |

III.4.2 Produits chimiques

Les produits chimiques utilisés pour l'analyse biochimique sont :

- | | |
|---------------------------|---|
| ➤ Acétone. | ➤ KH ₂ PO ₄ . |
| ➤ Ethanol. | ➤ Kcl. |
| ➤ Méthanol. | ➤ Acide gallique. |
| ➤ Chloroforme. | ➤ Carbone de sodium (Na ₂ CO ₃). |
| ➤ Acide acétique glacial. | ➤ Réactif de folin-Ciocalteu. |

- Acétate de sodium.
- Ninhydrine.
- Réactif de BRADFLORD.

III.4.3 Estimation de la phytomasse

Nous avons estimé la phytomasse sur un rameau de 10 cm et on procède à une :

- Estimation du nombre de touffes des aiguilles. (Fig.13)
- Estimation du poids massique des touffes (poids frais et poids sec).

On a déterminé le poids frais des touffes de Cèdre de chaque rameau à l'aide d'une balance électrique, après on les mis dans l'étuve pour les séchés à 100°C pendant 24 h, puis on a mesuré leurs poids secs et vers le four à moufle pendant 5 h à température 500°C, puis on détermine le taux de cendre.



Fig. 13 : Estimation de nombre de touffes et le poids frais (Original 2019)

III.4.4 Estimation de l'activité photosynthétique

La méthode proposée par **Lichtenthaler (1987)** a été utilisé pour mesurer la chlorophylle (A, B et totale) et les caroténoïdes. Des feuilles (aiguilles) fraîches (0,1 g) ont été mélangés à 4 ml 80 % d'acétone et centrifugés à 3000 tr/min pendant 10 min. l'absorbance du surnageant a été lu à 647, 664, et 470 nm à l'aide d'un spectrophotomètre, et la chlorophylle a, la chlorophylle b, caroténoïdes, et le contenu en chlorophylle totale, respectivement, ont été déterminés comme suit : (fig. 14)

$$\text{CHL A} = 12,21 (A_{664}) - 2,79 (A_{647})$$

$$\text{CHL B} = 21,21 (A_{647}) - 5,1 (A_{664})$$

$$\text{CAROTENOIDE} = (1000 * A_{470} - 1,8 * \text{CHL A} - 85,02 * \text{CHL B}) / 198$$

$$\text{CHL T} = \text{CHL A} + \text{CHL B}$$



Fig. 14 : Les étapes d'estimation de l'activité photosynthétique (Original, 2019)

III.4.5 Quantification des sucres totaux

Les solubles totaux (saccharose, glucose, fructose, leurs dérivés méthyles et les polysaccharides) sont dosés par la méthode de **Dubois et al. (1956)**. Elle consiste à additionner 3 ml d'éthanol à 80 % à 100mg de matière végétale fraîche. Le mélange est mis à température ambiante pendant 48 heures. Au moment du dosage, l'éthanol est évaporé par passage à l'étuve à 80°C. L'extrait obtenu est additionné à 10 ml d'eau distillée. (Fig. 15)



Fig. 15 : Les étapes de dosage des sucres totaux (Original, 2019)

Une prise d'essai de 0.5 ml de la solution analyser est mélangée à 0.5ml de phénol 5%. Dont on ajoute rapidement 2.5ml d'acides sulfurique concentré 96%, le mélange vire en couleur jaune orange. Après homogénéisation au vortex, l'échantillon est placé au bain-marie pendant 10à20min à une température de 30°C. La couleur de la solution est stable pendant plusieurs heures. L'absorbance est lu à 485nm.les valeurs obtenues sont reportés sur la gamme étalon, à l'aide de l'équation suivant :

$$Y=4,3918x-0.1946$$

Avec :

Y : étant l'absorbance.

X : étant la quantité des sucres totaux exprimée en mg/g.m.f.

III.4.6 Quantification et Dosage des acides aminés solubles et de la proline

L'extraction a été réalisée selon la méthode décrite par **Naidu (1998)** : 50mg d'échantillon ont été placés dans des tubes de centrifugation contenant 5ml d'un mélange (méthanol(60ml), chloroforme(25ml), eau distillée (15ml)). Les tubes scellés ont été chauffés au bain marie (60°C) durant 02 heures et centrifugés à 5000 G pendant 10 minutes. Le surnageant a servi ensuite aux dosages des acides aminés solubles et de la proline.

a. Acides aminés solubles

On prend un (01) millilitre de solution tampon acide acétique /acétate de sodium (pH= 4,3) et 1ml de Ninhydrine (5% dans l'éthanol) qui vont être additionnés à 1ml de surnageant. Les échantillons ont été agités puis chauffés au bain marie (95°C) pendant 15minutes. L'absorbance des essais a été déterminée à 570nm.

b. Proline

La proline a été déterminée par une méthode développée par **Singh (1973)** qui consiste à mélanger 1ml de surnageant, 4ml de solution de Ninhydrine, 4ml d'acide acétique glacial et 1ml d'eau distillée et qui sont placés dans des tubes de centrifugation de 10 ml. Ce mélange a été chauffé au bain marie (90°C) pendant 45minutes et refroidi à la température ambiante. L'absorbance a été lue à 520 nm. (Fig. 16)

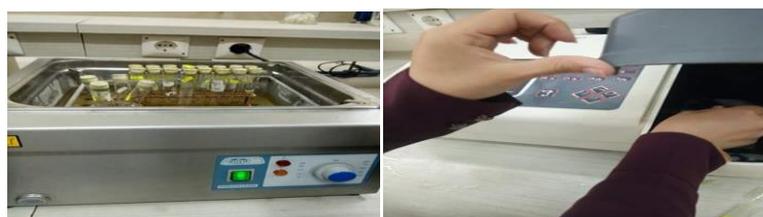


Fig. 16 : Les étapes du dosage de la proline (Original, 2019)

III.4.7 Quantification et Dosage des protéines solubles

Dans le cadre de notre étude, nous avons retenu la méthode proposée par **Bradford (1976)**, qui consiste :

- **Préparation des solutions tampon** : La méthode exige la préparation de deux tampons phosphate (0,1M) pour l'extraction des protéines cytoplasmiques et qui sont désignées par les solutions A et B. La solution A est obtenue après avoir dissoudre

13,6 g de KH_2PO_4 dans 1000 ml d'eau distillée. Alors que la solution B est obtenue après avoir dissoudre 17,4 g de KH_2PO_4 dans 1000 ml d'eau distillée.

Le but fixé ci-dessus n'est pas abordable qu'après avoir mélangé les deux solutions A et B de façon à obtenir une solution à $\text{pH} = 7$. En ce qui concerne l'extraction des protéines pariétales la méthode préconise un tampon plus salée comparée au tampon phosphate, pour y remédier nous avons ajouté (0,1 M) de KCl soit 119,3 g de KCl dans 1000 ml d'eau distillée.

- **Extraction des protéines solubles** : Peser 3 g de matière fraîche de racine tout en respectant l'âge et l'espèce végétale considérée; Broyer les feuilles fraîches à l'aide d'un mortier sur une plaque froide, puis ajouter 5 ml de solution tampon phosphate à $\text{pH} = 7$ dans le but de provoquer une bonne dissolution de la matière végétale ; Introduire une prise d'essai de 5 ml suivant la contenance du tube dans une centrifuge réfrigérée réglée à -4° pendant 15 min a 4500 tr/min; Séparer le surnageant du culot, pour une éventuelle extraction des protéines cytoplasmique (il est appelé communément surnageant 1);Récupérer le culot dans son tube, procéder à un lavage avec 5 ml d'eau distillée; Centrifuger pendant 15 min à 4500 tr/min a -4°C ; Eliminer le surnageant 2, et ajouter sur le culot 5ml de tampon phosphate + KCl à $\text{pH}=7$;Centrifuger pendant 15 min à 4500 tr/min a -4°C ; Eliminer le culot, toute en gardant le surnagent qui est appelée communément surnageant3 et qui doit faire l'objet de l'extraction des protéines pariétales.

- **Dosage des protéines solubles** : Le dosage des protéines solubles est passé par les étapes suivantes :

- Diluer les surnageant 1 et 3 au 10^{-2} (soit 2 fois 1 ml par 9ml d'eau distillée).
- Prenez 0.05ml de l'extrait obtenu dans un tube à essai.
- Ajouter 0.05 ml d'eau distillée et 5 ml de réactif de BRADFORD.
- Agiter pendant une heure. (Fig. 17)
- Régler la sensibilité du spectrophotomètre sur l'émission $\lambda = 595 \text{ nm}$.



Fig. 17 : Le dosage de protéine en agitateur électrique (Original, 2019)

III.4.8 Dosage des polyphénols

III.4.8.1 Extraction des polyphénols

Le protocole d'extraction utilisé dans ce travail est celui **d'Oomah et al. (2010)**, qui consiste à dissoudre 0,8 g du broyat végétal (aiguilles) dans 32 ml d'éthanol à 96%.

Le mélange est agité pendant deux heures à température ambiante suivi d'une centrifugation pendant 10 min à 5000 tours /min. Le surnageant est filtré et récupéré dans des tubes à essai puis conservé au frais

III.4.8.2 Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux a été effectué avec le réactif colorimétrique Folin- Ciocalteu selon la méthode citée par **Skerget et al (2005)**: Dans des tubes à essais on mélange 500µl de l'extrait dilué avec 2500µl de Folin-ciocalteu dilué (1/10). Après agitation, le mélange est incubé pendant 3 minutes à température ambiante, ensuite on ajoute 2000µl de Na₂CO₃ (7,5%). Les tubes sont ensuite passés au bain marie à 50 °C pendant 5 minutes, une fois il est refroidi, l'absorbance est mesurée par spectrophotomètre à 760 nm.



Fig. 18 : Centrifugation et filtration des échantillons (Original,2019)

Le blanc (test témoin) est préparé de la même manière en remplaçant l'extrait (surnageant) par 500 µl d'éthanol.

III.5 Analyses statistiques

Les données sont calculées sous forme d'une moyenne de 10 répétitions par mois, soit 30 répétitions pour les deux versants (Nord et Sud), en utilisant le **logiciel « EXEL STATPRO »**. Cette méthode permet de comparer les moyennes (de chaque paramètre), les résultats obtenus ont fait l'objet d'une analyse de la variance multivariée pour évaluer la signification entre les mois, les versants et les moyennes et qui sont comparés par le test One Way Anova.

Conclusion

Au terme de cette première étude sur l'effet de quelques facteurs biotique et abiotique sur la fonction biochimique du cèdre de l'Atlas dans le parc national de Chrèa.

Notre objectif a pour but de déterminer la quantité de l'expression végétative, l'activité photosynthétique et l'expression biochimique des aiguilles de Cèdre prélevés des deux versants (Nord et Sud) de la station des quatre bancs située au Parc National de Chrèa.

L'analyse a quantifiée les paramètres suivant :

- L'expression végétative à pour but de calculer le nombre de touffes par rameau, le poids frais et le poids sec.
- L'activité photosynthétique pour mesurer les teneurs de la chlorophylle A, B, totale et le caroténoïde.
- L'expression biochimique pour estimer les teneurs des acides aminés, de la proline, des sucres totaux, des protéines solubles et hydrosolubles, des composés polyphénoliques et le taux de cendre.

L'échantillonnage été basé sur un choix de 10 arbres dans chaque versant (Nord et Sud) de façon aléatoire, donc le prélèvement des rameaux de Cèdre a été fait au hasard pendant trois mois (Mars/Avril/Mai) soit une sortie par mois

Les résultats montrent qu'il n'y a pas de différences entre les trois mois de prélèvement pour l'expression végétative, sauf une différence dans le poids frais dans le versant Sud au mois d'Avril (PF=16.91g du versant Sud et PF=3.57g du versant Nord).

Aussi dans l'activité photosynthétique, et l'expression biochimique montre qu'il n'existe pas une différence significative ($p > 5\%$) entre les mois de prélèvements, or concernant les teneurs des acides aminés qui représentent une augmentation au mois de Mai dans le versant Sud et un pic de teneurs des protéines au mois d'Avril dans le versant Nord.

Et pour la comparaison entre les deux versants montre une différence significative dans le nombre des touffes pour l'expression végétative, dans la teneur de la chlorophylle A, B et totale pour l'activité photosynthétique ; et pour l'expression biochimique il existe une différence dans la teneur des sucres totaux et des composés poly phénolitiques.

D'après les résultats ci-dessus ce qui concerne la variation temporelle des traits morpho-physiologique du cèdre de l'Atlas ne changent pas dans un court terme parce que le cèdre est une espèce pérenne il vive entre 70 et 80 ans, donc on ne peut pas connaître l'effet des paramètres étudiés pour trois mois de prélèvements, donc il faut essayer l'analyse sur plusieurs saisons pour savoir l'effet sur le fonctionnement de l'arbre.

Pour cela dans notre étude avons mis en valeur la deuxième partie qui parle sur la variation temporelle des traits morpho-physiologique selon les versants pour montrer est ce que l'exposition a un effet sur la morpho-physiologie de l'arbre ; et on a trouvé des valeurs différenciées en quelque sorte.

En perspectives, il serait intéressant d'exploiter ces résultats et poursuivre ce travail dans le but de viser de nouvelles stations de Cèdre de l'Atlas dans le Parc National de Chrèa, pour plus d'analyses de ces paramètres biochimiques à long terme (Plusieurs saisons d'études) ; et introduire d'autres effets afin de savoir protéger cette essence forestière du dépérissement.

Références bibliographiques

1. **-ABDESSEMED, K. 1981-** Le cèdre de l'Atlas dans les Massifs de l'Aurès et du Belezma- Etude phytosociologique et problèmes de conservation et d'aménagement- TH2. Doc. Ing. Fac. St. Jerome, Marseille 199p.
2. **-ABDESSEMED S., S.D.,** Comportement des semis du Cèdre de l'Atlas en conditions de stress thermique. Thèse de magistère de l'université de Mentouri Constantine, 140p.
3. **-ALAUUI-SOSS2 B. PARMENTIER C. DIZENGREMEL P. BARNOLA P.1994-** Rythmic growth and carbon allocation in *Quercus robur*. Starch and sucrose. Plant physio. Bioche. 32, 331-339
4. **-ALEXANDRIA, D ; Guiran, M. 1992, Aussence,1981** –les causes des incendies, Levons le voile. Forêt méditerranéenne, n°1, p.41-47.
5. **-ANDREA C. et ROBERTO M.,1994.** Growth performances of a thinned atlas cedar (*Cedrus atlantica* Man) Stand. Ann. Rech. For. Maroc, T (27) :281-293.
6. **-ARBEZ, M. FERRANDES, P.et UYAR, N.1987-**Contribution à l'étude de la variabilité géographique des cèdres. Ann. Sci. For 35(4) : 265-284Pp.
7. **BARED, AR.2016-**Contribution à l'étude dendrométrique du cèdre de l'atlas de la foret de Aine Antar . Wilaya de Tissemsilet
8. **-BARITEAU, M et FERRANDES, P. 1992-** les cèdres, in ; Amélioration des espèces végétales cultivées, Objectifs et critères de sélection, Ouvrage collectif coordonné par A. Gallais et H. Bannerot. Institut National de la Recherche Agronomique. Paris. Pp :732-743.
9. **-BECHER et al,(1983)-** Les arbres. Ed. Masson. Paris,141p.
10. **-BELLINGER Y. BENSAOUD A. LARHER F., 1989-** Les conséquences de la canicule et de la sécheresse sur l santé des forêts: bilan à la fin de l'année (DSF échelon cebtral) p23.
11. **-BENABID, A. 1994-**Biogéographie phytosociologie et phytodynamique des cédraies de l'Atlas (*Cedrus atlantica Manetti*). In : Le cèdre de l'Atlas. Actes du séminaire international sur le cèdre de l'Atlas. Ifrane (Maroc), 7-11juin 1993. Annales de la Recherche Forestière au Maroc 27 (spécial). 61-76 p.
12. **-BENCHEKROUN, F. 1993-** L'économie de la cédraie marocaine et son impact sur le développement des collectivités locales. Annales des Recherche Forestier du Maroc 27(spécial).714-724Pp.
13. **-BENHALIMAS., 2004-** Les insectes xylophages et leur rôle dans le dépérissement du cèdre de l'Atlas *cedrus atlantica* (Endl.) carrière dans le Haut et le moyen Atlas (Maroc). Thèse .Doc. Uni. Moh. V- AAgdal, Rabat, 107p.
14. **-BENOIT T., 2005-** problématique du dépérissement du bouleau blanc en Estrie : revue de la littérature et avenues possible pour son aménagement futur. Association forestière des Cantons de l'Est. Pp :1-42
15. **-BLUM A. EMBERCON A. 1980-** Cell membrane stability as a measure of drought and heattolerance in wheat, Corp sc.21, 43-47.
16. **-BOUDY, P. 1950-** Economie forestier Nord-Africaine : monographie et traitement des essences forestières. Ed. Larose, T2.529-638p.

17. **-BOUDY, P. 1952** - Guide forestier en Afrique du Nord. Edit La Maison rustique, Paris, 288-505p.
18. **BOUTTE B ., 2007-** les dépérissements observés sont-ils tous dus au changement climatiques et forêt méditerranéenne
19. **CIESLA W-M., 1993-** Qu'arrive-t-il au Neem sahélien ?Unasyuva. N°172 : sécurité des ouvriers forestiers .Archives des documents de la F.A.O. département des forêts
20. **-CROWE J.H., CROW L.M., CHOPMAN D., 1984-** Présentation of membranes in anhydrobiotic organisms : The role of trehalose. Sciences ,223,701-703.
21. **-CSABA. M, 1994-** résultats of introduction trials with *Cedrus Atlantica* in Hungary. Ann. Rech. For. Maroc (27) (spécial).220-222p.
22. **-DAHMAN M. et KHOUJA M., 1994-** Résultats des essais d'acclimatation du cèdre en Tunisie. Ann. Rech. For. Maroc T(27) (spécial).129-137p.
23. **-DE VILAMORIN G.B., 2003-** Histoires d'arbres. Ed. Jean-paul Gisserot. Paris, 280p.
24. **-DELKOVE A et GROZEV O , 1994-** résultats de l'introduction de *cedrus atlantica manetti* Bulgarie de Sud –ouest. In : le cèdre de l'atlas. Actes du séminaire international sur la cèdre de l'atlas. Ifrane (Maroc), 7_11 juin 1993. Ann. Rech. For Maroc 27 5spécial). 174-185.
25. **-DEPARTEMENT DE LA SANTE DES FORETS (DSF), 2007-** Dépérissement et mortalité : un éclairage de la situation en France . L'IF.n°16,3° trimestre .
26. **-DERRIDJ. A., 1990-**Etude des populations de *cedrus atlantica manetti*. En Algérie Thé. Doc. : Uni. Paul sabtier. Toulouse.Pp :112-122.
27. **Dubois, M. K., Gilles, A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A., & Smith F., 1956-**ColorimetricMethod for Determination of Sugars and Related Substances," Anal. Chem., vol. 28, no.3, pp 350-356.
28. **-DUCREY. M, 1994-** Adaptation du cèdre de l'atlas (*cedrus Atlantica manetti*).au climat méditerranéenne. Aspect éco-physiologique de sa réaction à la sécheresse Ann. Rach. For. Maroc. T27 (spécial) 139-153Pp.
29. **-EZZAHIRI M., BELGHAZI B. et BAHMAD M., 1994-** Bilan de la régénération naturelle de la cédraie dans les parcelles clôturées du Moyen Atlas, Maroc. Ann. Rech. For, T(27) : 259-268Pp
30. **-Fabre J.P. (1994).** Etat actuel des connaissances sur les ravageurs originaires de l'aire naturelle des cèdres parvenus en France, colonisation par les insectes d'un nouvel écosystème forestier. In : Le cèdre de l'Atlas. Actes du séminaire international sur le cèdre de l'Atlas. Ifrane (Maroc), 7 – 11 Juin 1993. Annales de la recherche forestière au Maroc 27 (spécial).540-551.
31. **-FINKESTEIN D.,1981-**. Contribution à la caractérisation écophysologique du Cèdre. Etude de la croissance et des échanges gazeux. Thèse de doctorat de 3e cycle. Université de Nancy I. 145p
32. **-GAGNON g., 1994-**Le dépérissement de l'érable sucre (*acersac charummarsh*)Au Québec .Rev. For. Fr XL VI -5-Pp :512-521.
33. **-GARREC J.P., 1994-** Les dépérissements Littoraux d'arbres forestiers .Rev. For. Fr . XLVI. Pp :254-457.

34. **-GAUSSEN. H, 1967-** les gymnospermes actuelles et fossiles. Faculté des sciences de Toulouse, Fasc. 7, 477p.
35. **-GAZONNEAU A., 2007-** Pour la forêt méditerranéenne, le changement climatique est déjà à l'œuvre .[http://actscience.blogspot.com/2007/11/pour-la-foret-méditerranéenne-le.html](http://actscience.blogspot.com/2007/11/pour-la-foret-mediterranee-le.html).
36. **-GRIEU P., 1986-** Ecophysiologie du douglas : contribution à l'étude de l'influence des déficits hydriques sur les échanges gazeux, la croissance et l'accumulation de métabolites organiques. Thèse de doctorat de l'université de Nancy I, 169p.
37. **-HALITIM S, 2006.** Le cèdre en danger. Lettre de Belezma, n°10. 2p.
38. **-HARFOUCHE A, et NEDJAH A., 2003-** Prospections écologiques et sylvicoles dans les cédraies du Belezmaet du l'Aurès à la recherche de peuplements semenciers et d'arbre. Rev. For. Fr. Vol. 55 n°2, 113-122 Pp.
39. **-HARTMAN G., 1991-** Les symptômes de dépérissements des arbres forestiers .Ed5 Atlas fr reconnaissance en couleurs des maladies , insectes et divers.) . Française instituts pour le développement forestier (IDF).256p.
40. **-HUBAC et VIERA DA SLVA ., 1980-**. Indicateurs métaboliques de contraintes mésologiques. *Physiol. Végé.*18 (1), 45-53.
41. **-JACMON M., 1987-** Guide de Dendrologie : arbres, arbustes, arbrisseaux des forêts françaises Tome I : conifère .Ecoles National du Génie rural, des eaux et des forêts. Uni. Paul Sabatier. Toulouse. Pp : 112-122.
42. **-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 de Bélezma. *Mémoire Mag., Dép. Agr. Batna* 249p.
43. **LAMHAMED M. et CHBOUKI N., 1994.** Les principaux facteurs influençant la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica M.*). *Ann. Rech. For. Maroc, T (27)*. Pp : 243-257
44. **-LANDMANN G ., 1994-**Concepts, définitions et caractéristiques générales des dépérissements forestiers. *Rev. For. Fr. XLVI-5-Pp* : 405-415.
45. **-LANDMANN G .,1987-** dépérissement du sapin pectiné et de l'épicéa commun dans le massif vosgien est-il en relation avec l'état nutritionnel des peuplements ? *R.F.F.XXXIX-1-Pp* : 5-11.
46. **-LANIER I., 1976-** Mycologie et pathologie forestières. Tome II. Pathologie forestière. Edition Masson.. Paris. Pp :16-26.
47. **-LARID d., 1989 –** Comparaison faunistique entre trois stations au mont Mouzaïa dans le Parc National de Chréa. *Mém. Ing. Agr., I.N.A., Alger*, 95 p
48. **-LAZRAM M, 1994-** Le cèdre de l'Atlas. Actes du séminaire international sur le céder de l'Atlas. Ifrane(Maroc), 7_1 juin 1993. *Annales de la recherche forestière au Maroc* 27 (spécial). 304-306Pp.
49. **-Lichtenthaler, H.K. (1987).** Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic. *biomembranes Methods in Enzymology*, vol. 148, pp. 350-382. 24-**LECOMPTE M. et LEPOUTRE B., 1975 -** Bilan de l'eau et conditions d'existence de la cédraie dans le Moyen Atlas Basaltique (Maroc). *Ann. Rech. For. Maroc, t.5.* 153-282.
50. **-LEDANT J.P.,1975** Essence Forestière Algérienne Endogènes et Exogènes, Notes de cours de dendrologie, Alger, 133p.

- 51.-**LEPOUTRE B. et PUJOS A., 1963** - Facteurs climatiques déterminant les conditions de germination et d'installation des plantules de Cèdre. Ann. Rech. For. Maroc, t.7. 23-54Pp.
- 52.-**LONG G., 1974** – Diagnostic phyto-écologique et aménagement du territoire. T1: Principes généraux et méthodes: Recueil, analyse, traitements et expression cartographique de l'information. Ed. Masson et Cie, Paris, 252 p
- 53.-**M'HIRIT O., 1982.** Etude écologique et forestière des cédraies du Rif Marocain : Essai sur une approche multidimensionnelle de la phytoécologie et de la production du cèdre de l'atlas. Ann. Rech. For. Maroc2(1). 499p.
- 54.-**M'HIRIT O., 1993-** Le cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica manetti*). Présentation général et l'état des connaissances a travers le réseau Silva Mediterranea“Le cèdre“ .In : Le cèdre de l'Atlas. Actes de séminaire international sur le cèdre de l'atlas .Ifrane(Maroc), 7_11 juin 1993. Annales de la recherche forestière au Maroc 27 (spécial) .Pp : 4-21.
- 55.-**M'HIRIT O, et BELROT P ., 1999-** Le grand livre de la forêt marocaine Ed. Mardaga, 280p..
- 56.-**M'HIRIT O., 1994-** Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica manetti*) présentation général et état des connaissances a travers le réseau Silva mediterranea “le cèdre“. Ann. Rech. For. Maroc, T(27)3-21Pp.
- 57.-**M'HIRIT, O. et BENZEYANE, M, 2006-** Taxonomie et répartition historique, in M'hirit O, le cèdre de l'Atlas. Ed Mardaga. Pp :13-26.
- 58.-**MAIRE, R., 1952** – Flore de l'Afrique du Nord. Encyclopédie biologie volume 1. Paul Le chevalier Editeur, Paris-366p.
- 59.-**MALKI, H., 1992** : Contribution à l'étude de l'influence du climat des facteurs physiques sur la végétation naturelle du cèdre de l'Atlas (Cèdres Atlantic Manetti) dans les monts du Belezma (Algérie). Thé. Doc. Uni. De Paris- Sorbonne,187p.
- 60.-**MAZIRT, O., 1991** : Contribution à l'étude des facteurs de dégradation de la cédraie du Parc National de Bélezma. Thé. Ing. Uni. INA Alger. 34p
- 61.-**MEDDOUR R., 1992** - Contribution phytosociologique de la portion centro-orientale du Parc National de Chréa. Essai d'interprétation synthétique des étages et des séries de végétation de l'Atlas blidéen. Mém. Mag. Agr., I.N.A., Alger, 329 p
- 62.-**MEDDOUR R., 1994** - Contribution phytosociologique de la portion Centro-orientale du Parc National de Chréa. Essai d'interprétation synthétique des étages et des séries de végétation de l'Atlas blidéen. Mém. Mag. Agr., I.N.A., Alger, 329 p.
- 63.-**NDJAH A, 1994-** Etude de la croissance radiale des provenances du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica manetti*) en Algérie. Ann. Rech. For., T(27) :451-462.
- 64.**Oomah, B.D., Corbé, A. and Balasubramanian, P. (2010).** Antioxidant and anti-inflammatory activities of beanhulls. Journal of agricultural and foodchemistry, 58: 8225-8230

65. -**OZENDA P., 1982** –Les végétaux dans la biosphère. DOIN Editeurs, Vol. 57 Num. 1, Paris, pp.: 83 – 84.
66. -**PNC, 2010** - Plan de gestion du parc national de Chréa, 251p.
67. -**PNC, 2014** - Plan de gestion du parc national de Chréa, 152p.
68. -**PRADAL F, 1979**- Variabilité génétique et écophysiological du cèdre. Résumé. INRA département Forêt. Nancy.
69. -**QUEZEL P. et SANTA S., 1962**-Nouvelle flore de l'Algérie et des régions méridionales désertique .C.N.R.S.Paris.
70. -**RIPERT C.et BOISSEAU B., 1994**- Ecologie et croissance du cèdre de l'Atlas en Provence. CMAGREF. 156-171p.
71. -**SABATIER S.,BARADAT P. and BARTHELEMY D., 2003**- Intra-and interspective variations of polycyclism in youngtrees of cedrus atlantica (Endl.) Manetti ex. Carrière and cedrus libani ARich (pinaceae). Ann. For. Sci., 60 : 19-29Pp.
72. -**SFEA ,2008** -Que peut faire le forestier par rapport à ces changements ? Fiche n°2.5 .
73. -**TERRAB A., 2006**-Genetique diversity and population structure in natural populations of Moroccan Atlas cedar (cedrus atlantica ;Pinaceae).
74. -**TOTH J.,1970**- plusque centenaire et plein d'avenir : le cèdre en France R.F.F.VOI. XXII, n°3. Pp 355-364.
75. -**TOTH J., 1971**- Le cèdre de l'Atlas (Cedrus atlantica en France). Bulletin de la vulgarisation forestière-(4). Pp :5-19
76. **TOTH J., 1973**- Le Cèdre dans quelques pays du pourtour Méditerranéen et dans deux autres pays a grande importance forestière. Forêt méditerranéenne. T. II. N° 1. 1980.
77. -**TOTH J., 1980**- Le Cèdre III. La graine des plantes en pépinière, reboisement, régénération naturelle. Foret privée. Rev. For. Europe. N°132.Pp :41-47.
78. -**TOTH J.,1990**- Le cèdre III. Intérêt paysage. Cédraie touristique. Foret privée, n°195-8p.
79. -**TOTH J., 1994**- Le cèdre de l'atlas en France : Croissance et production dans les dispositifs anciens. Ann. Rech. For. Maroc, T (27) : 321-335p.
80. -**TOTH J.,2005**- Le cèdre de France – Etude approfondie de l'espèce. Ed. L'harmattan. Paris 207p.

IV. Résultats et interprétation

Notre étude a fait l'objet d'une détermination quantitative de l'expression végétative, l'activité photosynthétique, et l'activité biochimique des aiguilles du Cèdre de l'Atlas prélevés du Parc National de Chrèa.

IV.1. Variation temporelle traits morpho-physiologique du Cèdre de l'Atlas

IV.1.1 Expression végétative

L'expression végétative (Nombre des touffes (N°T), poids frais (PF), le poids sec (PS)) des deux versants (Nord et Sud) durant trois mois de prélèvement (Mars, Avril, Mai), montre qu'il n'existe pas une différence significative entre les mois dans les deux versant, sauf au poids frais du versant Sud au mois d'Avril. Cette indifférence est justifiée par le teste One Way Anova ($p > 5\%$). (Fig. 19)



N°T : Nombre de touffes

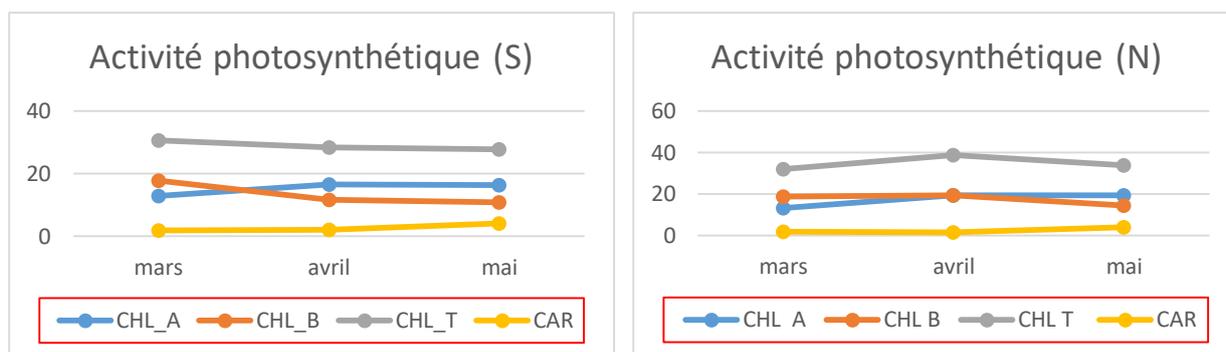
PF : Poids frais

PS : Poids sec

Fig. 19: Variation temporelle de l'expression végétative des aiguilles du Cèdre

1.2 Activité photosynthétique

L'activité photosynthétique des aiguilles du Cèdre de l'Atlas qui représentée par les mesures de la teneur de la chlorophylle (A, B et totale) et les caroténoïdes dans les deux versants (Sud et Nord) durant les trois mois de prélèvement, montre qu'il n'existe pas une différence significative de tous les paramètres (CHL A, CHL B, CHL T, CAR) de l'activité photosynthétique par rapport à l'exposition et au temps cette indifférence est justifiée par le teste One Way Anova. (Fig. 20)

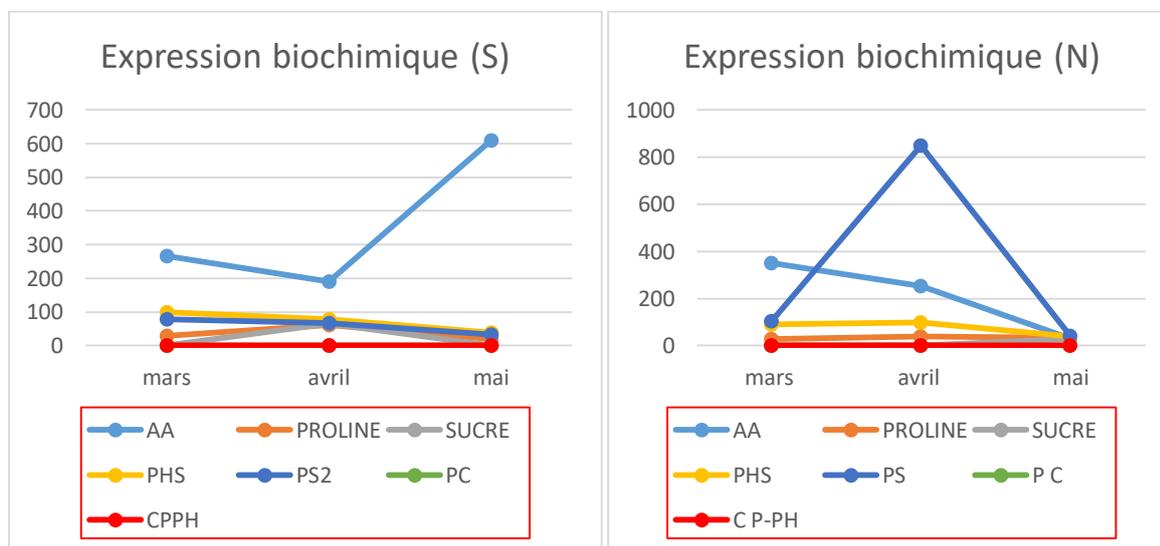


CHL-A : Chlorophylle A **CHL-B** : Chlorophylle B **CHL-T** : Chlorophylle total **CAR** : Caroténoïde

Fig. 20 : Variation temporelle de l'expression photosynthétique des aiguilles du Cèdre

IV.1.3 Expression biochimique

Pour l'expression biochimique (mesure de la teneur des acides aminés, la proline, sucre totaux, protéine soluble et hydrosoluble, le poids de cendre composés polyphénolique) montre qu'il n'existe pas une différence significative ($p > 5\%$) entre les mois de prélèvements, sauf concernant les teneurs des acides aminés qui représentent une augmentation au mois de Mai dans le versant Sud et un pic des protéines au mois d'Avril dans le versant Nord. (Fig.21)



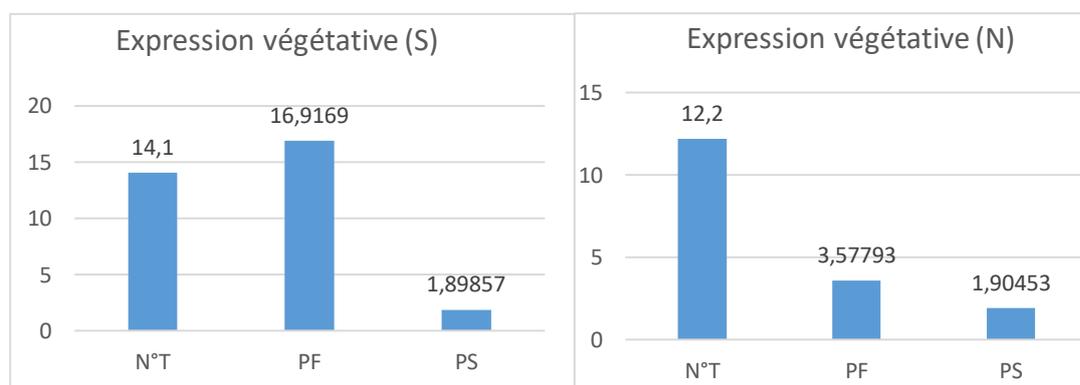
AA : acide aminé / **PHS** : protéine hydrosoluble/ **PS** : protéine soluble/ **PC** : poids de cendre / **CPPH** : composé poly phénolique

Fig. 21 : Variation temporelle de l'expression biochimique des aiguilles du Cèdre

IV.2. Variation des traits morpho-physiologique du Cèdre de l'Atlas selon les versants

IV.2.1 Expression végétative

La figure 22 nous montre la moyenne générale de quelque paramètre de l'expression végétative dans le versant Nord et le versant Sud. Où la moyenne de nombre de touffes (N°T) est égale à 14,1; le taux du poids frais (PF) est égale à 16,91g et le taux du poids sec (PS) est égale à 1,89 g dans le versant Sud, par contre dans le versant Nord on trouve la moyenne de nombre de touffes (N°T) est égale 12,20 ,le taux du poids frais (PF)=3,57 g et le taux du poids sec (PS) =1,90 g.



N°T : Nombre de touffes

PF : Poids frais (g)

PS : Poids sec (g)

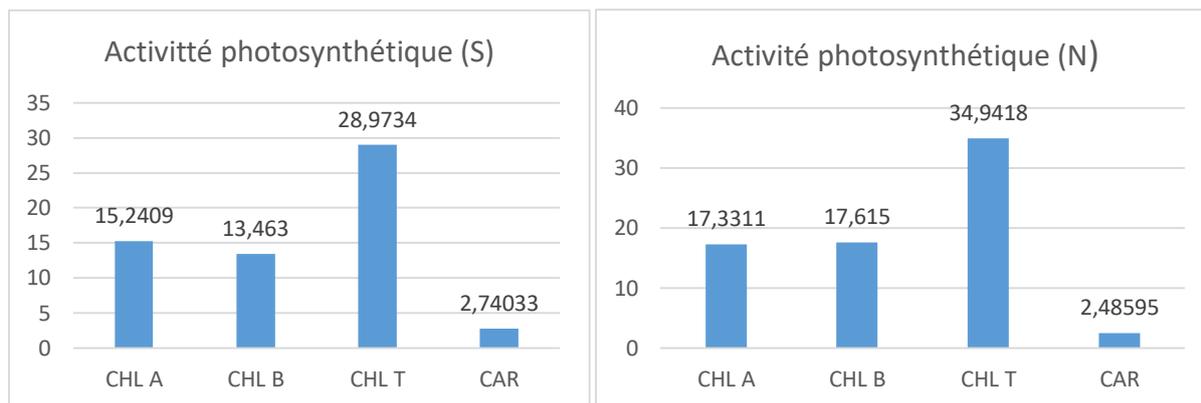
Fig. 22 : Variation morpho physiologique de l'expression végétative du Cèdre selon les versants

IV.2.2 Activité photosynthétique

Pour les variations de l'activité photosynthétique de la chlorophylle et des caroténoïdes des 30 répétitions ne reflètent pas une grande différence entre les deux versants Nord et Sud, donc on marque :

Versant Nord : CHL A=17,33 / CHL B=17,61 / CHL T=34,94 / CAR=2,485

Versant Sud : CHL A=15,24 / CHL B =1 3,46 / CHL T= 28,97 / CAR=2,740

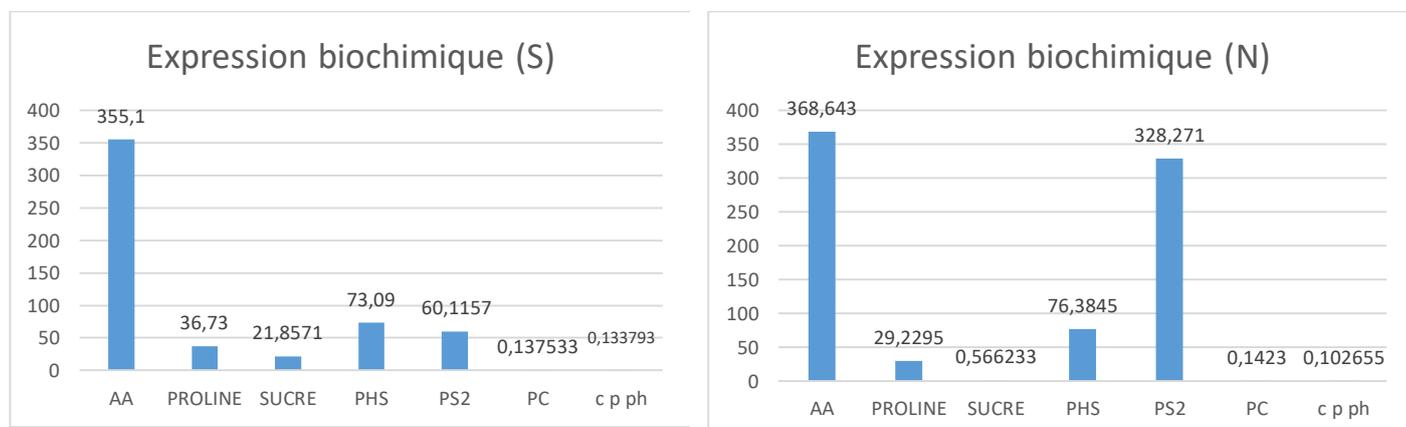


CHL-A : Chlorophylle A/ CHL-B : Chlorophylle B / CHL-T : Chlorophylle total CAR : Caroténoïde

Fig.23: Variation morpho physiologique de l'activité photosynthétique du Cèdre selon les versants

IV.2.3 Expression biochimique

On remarque dans la figure (24) qu'il y a une différences des valeurs entre les paramètres biochimiques, ce qui montre une augmentation des teneurs des acides aminés, des protéine soluble et hydrosoluble et la proline par rapport aux autre composés, et des faibles teneurs pour les sucres, le poids de cendre et les composés poly-phénoliques.



AA : acide aminé / PHS : protéine hydrosoluble/ PS : protéine soluble/ PC : poids de cendre / CPPH : composé poly phénolique

Fig. 24 : Variation morpho-physiologique de l'expression biochimique du Cèdre selon les versants.

En plus on remarque une différence des teneurs des sucres et des protéines solubles entre le versant Nord et le versant Sud.

IV.3. Etude comparée des traits morpho-physiologique des versants Nord et Sud

IV.3.1 Expression végétative

D'après les résultats illustrés dans la figure (25) on remarque qu'il existe une différence significative ($p > 0,05$) entre le nombre des touffes de versant nord et le nombre des touffes de versant Sud, donc le nombre des touffes dans le versant sud est supérieure de nombre des touffes dans le versant nord, alors qu'aucune différence significative ($p < 0,05$) n'a été enregistré entre le poids frais ainsi pour le poids sec des deux versants Nord et Sud.

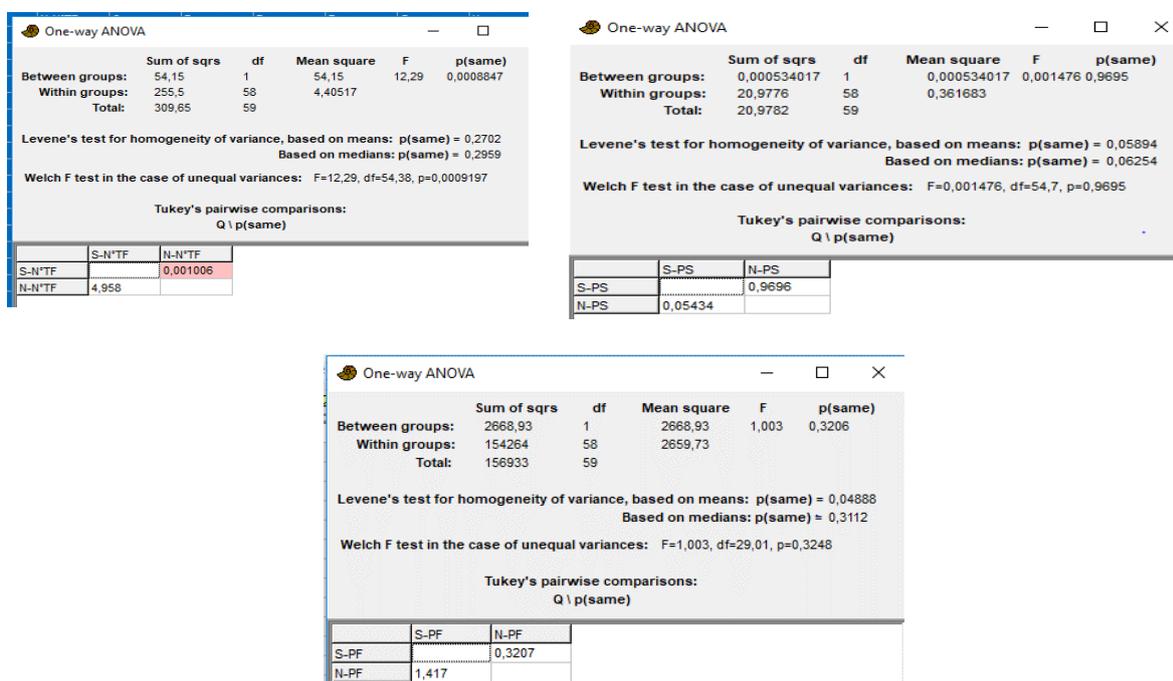


Fig. 25: Comparaison de l'expression végétative entre les deux versants

IV.3.2 Activité photosynthétique

Les résultats indiqués dans la figure (26) montre une différence significative entre les teneurs de la chlorophylle A des deux versants Nord et Sud ($p > 0,05$), donc la teneur de la chlorophylle A du versant Sud est supérieur de la teneur de la chlorophylle A de versant Nord ; on remarque également qu'il y a une différence significative entre la teneur de la chlorophylle B des deux versants où la teneur de la chlorophylle B de versant Nord est plus élevée de la teneur de la chlorophylle B du versant Sud ($p > 0,05$) ; marquant ainsi une différence significative entre la teneur de la chlorophylle totale entre les deux versants ($p > 0,05$) où la teneur de la chlorophylle

totale du versant Sud est plus élevée que la teneur de la chlorophylle totale du versant Nord; ces différences sont justifiées par le teste One Way Anova.

Par contre on ne remarque pas une différence significative entre la teneur du caroténoïde des deux versants Nord et Sud ($p < 0,05$).

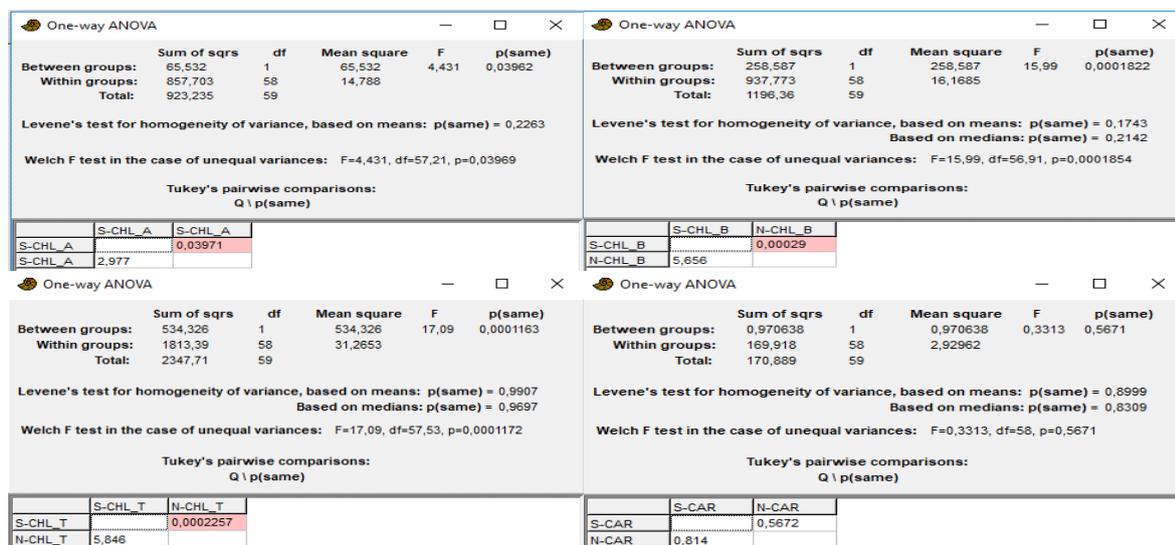


Fig. 26: Comparaison de l'activité photosynthétique entre les deux versants

IV.3.3 Expression biochimique

D'après les résultats illustrés dans la figure (27) qu'elles sont justifiées par le test statistique One Way Anova on marque qu'il n'existe pas une différence significative entre les teneurs des acides aminés, la proline, les sucres, les protéines hydrosolubles, les protéines solubles et le poids de cendre ($p > 0,05$) dans les deux versants Nord et Sud.

Par contre concernant les résultats des teneurs des composés poly phénoliques il existe une différence significative ($p < 0,05$) entre le versant Nord et le versant Sud.

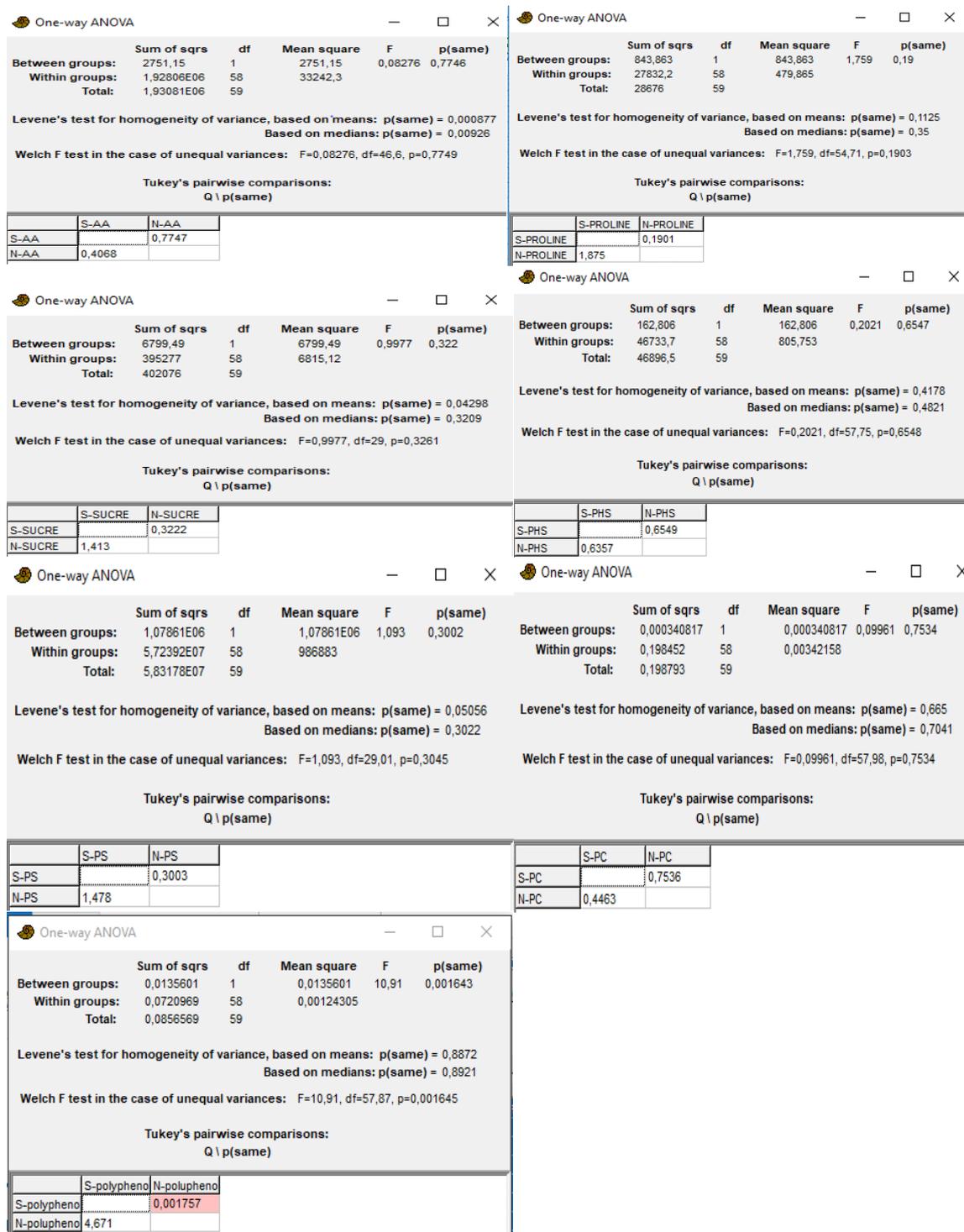


Fig. 27: Comparaison de l'activité biochimique entre les deux versants