



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

Université de Blida 1

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département de biotechnologies

## Mémoire de fin d'étude

En vue d'obtenir le diplôme de Master en Sciences Agronomiques

Option : Sciences Forestières

### Thème :

*Effets de la qualité des sols sur la biomasse végétale des  
subéraies : étude comparative entre la région de Chréa  
et la région d'El Kala.*

### Présenté par :

TALBI Mebarka Lina

BELAID Asma

### Devant le jury :

Président : M <sup>r</sup> AKLIA.	MAA	USDB 1
Promoteur : M <sup>r</sup> OUELMOUHOU B. S.	MAA	USDB 1
Co-promotrice : M <sup>me</sup> ZEMMOURI S.	MAA	USDB 1
Examinatrice : M <sup>me</sup> ADEL SELLAMI M.	MAA	USDB 1

2019 / 2020

# Remerciements

Il est primordial de remercier **ALLAH**, le tout-puissant de tout ce qu'il nous apporte dans la vie et de nous avoir donné la force, la santé et le courage pour réaliser ce travail.

À la mémoire de Mr. **Hammouche Bachir** enseignant à l'Université de Blida 1, qui nous a quittés pour un monde meilleur, que son âme repose en paix. Par ses connaissances en pédologie, il nous a apporté beaucoup d'aide et d'orientation au début de cette étude...

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à notre encadreur Mr **OUELMOUHOUB Samir**, de nous avoir offertes l'opportunité de travailler avec lui, pour ses conseils, sa compétence, sa patience, et son suivi tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Nous voulons également exprimer nos vifs remerciements à Mme **Zemmouri Samia**, notre co-encadreur, pour toutes les connaissances apportées en matière de pédologie, pour son aide précieuse, sa disponibilité et sa gentillesse.

Nos respects s'adressent au président du jury Mr **Akli Adel**, de nous avoir fait l'honneur de présider ce jury malgré tout ses engagements.

Nous tenons à remercier Mme **ADEL SELLAMI Madiha** de nous avoir honoré en acceptant d'examiner ce travail, et pour avoir pris le temps de le lire et de l'évaluer.

Un grand merci pour le chef de la spécialité Foresterie Mr **FELLAG Mustapha** pour ces encouragements.

Nos remerciements vont aussi vers :

- ❖ Mme **BEN YAHIADjazia** et Mr **TALBI Skander** ingénieurs dans le Parc national d'El Kala.
- ❖ Mr **BOUKLI HACENE Hicham**, cadre à la conservation des forêts de la wilaya de Blida.
- ❖ Nos professeurs qui nous ont enseigné et qui par leur compétence nous ont soutenu dans la poursuite de nos études et qui ont contribué à ce couronnement.

# DEDICACE

*Je dédie ce mémoire de Master à :*

*Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour son assistance et sa présence dans chaque pat de ma vie , que je ne puisse guerre exprimer mon éternelle gratitude.*

*Mon père, merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.*

*Mes frères et sœurs qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage.*

*Mes beaux frères et mes neveux : Nouh et Tayem*

*Tous les membres de la famille : Talbi et Benelhocine*

*mes amies : Abir ,Chaima, Jouhaina, Yasmine.*

*Ma binôme Asma*

*tous les étudiants de ma promotion*

*Mes enseignants à la faculté de Blida et ceux de la faculté de El Tarf*

*Et le meilleur pour la fin, un très grand merci pour mon encadreur Mr Ouelmouhoubpour ses efforts et ses orientations. Et Mme Zemouri Samia pour son suivi*

*Tous ceux que je porte dans mon cœur.*

Talbi Mebarka Lina

# DEDICACE

*Je profite de cette honorable occasion pour dédier ce mémoire à mes parents, ma mère qui a fortement participé à ma réussite et mon père qui m'a toujours encouragé.*

*A la mémoire de ma sœur Fatima.*

*A mes sœurs khadidja et Sarah et ses enfants Wassim et Razan.*

*Je le dédie à mes amis et mes collègues : Yousra, Wafa, Lina, Nessma, Romaiassa, khadidja, Nesrine, Soumia, Nawel, houda, Chahinez et Farida.*

*A mes oncles, tantes, cousins et cousines.*

*A mes grand-mère Fatma et Keira que dieu lui offre la santé.*

*A toute la famille Belaid et la famille Brahami.*

*A mon Promoteur Mr OUELMOUHOU Samir et ma Co-promotrice Mme ZEMOURI Samia je ne vous remercie jamais assez.*

*A tous mes enseignants en particulier : Mr et Mme AKLI je ne vous oublierai jamais, Mr FELLAG.M et Mme ADEL.M.*

*A toute ma promotion de Foresterie.*

*A tous ceux que j'aime et qui m'aiment et toute personne qui m'a donné le courage et l'aide dans ce travail.*

Belaidasma

## Résumé

L'objectif de cette étude est de mettre en évidence l'interaction entre le couvert végétal et le sol des subéraies de deux régions du pays : la région de Chréa et la région d'El Kala. A travers l'étude de la végétation accompagnant le chêne liège, l'analyse nous a permis de dégager un nombre remarquable d'espèces et de mettre en relation avec les caractéristiques édaphiques des stations retenues.

Malgré le manque de données pour établir une comparaison réelle, l'étude des profils pédologiques réalisés montrent une qualité de sol meilleure dans la région d'El Kala, où les subéraies dominent le paysage forestier, que dans l'Atlas tellien où les sols semblent plus dégradés.

Mots clés : Chréa, El Kala, Subéraie, Profil pédologique, Relation « sol - végétation ».

## Abstract

The objective of this study is to highlight the interaction between the vegetation cover and the soil of the suberaies in two regions of the country: the region of Chréa and the region of El Kala. Through the study of the vegetation accompanying the cork oak, the analysis allowed us to identify a remarkable number of species and to relate them to the edaphic characteristics of the selected stations.

Despite the lack of data to make a real comparison, the study of the soil profiles carried out shows a better soil quality in the El Kala region, where suberaies dominate the forest landscape, than in the Tellian Atlas where the soils seem more degraded.

Key words: Chréa, El Kala, Suberaie, Soil profile, soil - vegetationrelationship.

## ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على التفاعل بين الغطاء النباتي وتربة غابة الفلين في منطقتين من الوطن : منطقة الشريعة ومنطقة القالة. من خلال دراسة الغطاء النباتي المصاحب لشجرة بلوط الفلين، سمحت لنا التحليل بتحديد عدد ملحوظ من الأنواع و ربطها بالخصائص التكوينية للمحطات المختارة.

على الرغم من عدم وجود بيانات لإجراء مقارنة حقيقية ، فإن دراسة التربة التي أجريت تظهر جودة تربة أفضل في منطقة القالة ابن غابة الفلين هي المهيمنة على المناظر الطبيعية للغابات ، مقارنة بالأطلس التلي ، حيث تبدو التربة أكثر تدهور .

الكلمات المفتاحية: الشريعة ، القالة ، غابة الفلين ، خصائص التربة ، العلاقة بين التربة والنبات

## Liste des Figures :

<b>N</b>	<b>Titre</b>	<b>P</b>
<b>1</b>	Pays de la région méditerranéenne, limite bioclimatique et du bassin versant Méditerranéen.	<b>5</b>
<b>2</b>	Schéma général de dégradation des écosystèmes forestiers méditerranéens.	<b>8</b>
<b>3</b>	Points chauds de la biodiversité et endémisme dans la région méditerranéenne.	<b>9</b>
<b>4</b>	Carte de la distribution des subéraies dans la région Méditerranéenne.	<b>10</b>
<b>5</b>	Aire de répartition du chêne liège en Algérie.	<b>12</b>
<b>6</b>	Localisation géographique des parcs nationaux : Chréa et El Kala.	<b>22</b>
<b>7</b>	Diagramme ombrothermique de la région d'El Kala (1988-2018).	<b>28</b>
<b>8</b>	Diagramme ombrothermique de la région de Chréa(1995-2004).	<b>28</b>
<b>9</b>	Position de Chréa et d'El Kala sur le climagramme d'Emberger. Répartition bioclimatique du chêne liège.	<b>30</b>
<b>10</b>	Localisation des sites d'étude .	<b>34</b>
<b>11</b>	Profil pédologique schématique de type ABC.	<b>35</b>
<b>12</b>	Profil pédologique : identification des différents horizons.	<b>37</b>
<b>13</b>	Le calcimètre de Bernard .	<b>38</b>
<b>14</b>	pH mètre .	<b>39</b>
<b>15</b>	Conductimètre.	<b>39</b>
<b>16</b>	Dispositif de récolte d'échantillon de terre, pour étude de la banque de graines .	<b>41</b>
<b>17</b>	Répartition des taxons recensés par famille.	<b>46</b>
<b>18</b>	Répartition des espèces selon le type biologique	<b>47</b>
<b>19</b>	Origine biogéographique des espèces	<b>48</b>
<b>20</b>	Degré de rareté des végétaux	<b>49</b>
<b>21</b>	Statut des espèces selon l'IUCN	<b>49</b>
<b>22</b>	Horizon A (0-30 cm)	<b>50</b>
<b>23</b>	Horizon A <sub>0</sub>	<b>50</b>
<b>24</b>	Horizon A <sub>1</sub>	<b>51</b>
<b>25</b>	Horizon A <sub>2</sub>	<b>51</b>
<b>26</b>	Horizon B	<b>51</b>
<b>27</b>	Horizon C	<b>51</b>

**Liste des tableaux :**

<b>N</b>	<b>Titre</b>	<b>P</b>
<b>1</b>	Quelques espèces du cortège floristique du chêne liège.	<b>10</b>
<b>2</b>	Principales essences des forêts algériennes.	<b>12</b>
<b>3</b>	Les différents types du sol.	<b>15</b>
<b>4</b>	Principales propriétés du sol influençant la végétation.	<b>18</b>
<b>5</b>	Caractéristiques globales des régions de Chréa et d'El Kala.	<b>21</b>
<b>6</b>	Les moyennes mensuelles des précipitations de la région d'El Kala (Période : 1988-2018).	<b>25</b>
<b>7</b>	Moyenne mensuelle des précipitations corrigées de la région de Chréa (Période : 2000-2014).	<b>25</b>
<b>8</b>	Moyennes mensuelles des températures minimales et maximales enregistrées dans la région d'El Kala (période 1988-2018).	<b>26</b>
<b>9</b>	Températures moyennes mensuelles corrigées pour la région de Chréa durant la période (2000-2014).	<b>27</b>
<b>10</b>	Nombre d'espèces recensées pour chaque famille botanique	<b>46</b>
<b>11</b>	Résultats de l'analyse pédologique des échantillons de sol récoltés à Chréa.	<b>52</b>

**Liste des abréviations :**

P.N.E.K : parc national d'El Kala

P.N.C : parc national de Chréa

CH : Chaméphyte

GE : Géophyte

HE : Hémicryptophyte

PH : Phanérophyte

TH : Thérophyte

A-N-LYBIE : Sicilien-Nord-Africain-Lybien

CIRCUM-BOR : Circum-Boréal

CIRCUM-MED : Circum-méditerranéen

COSM : Cosmopolite

E-MED : Est-Méditerranéen

END E-N-A : Est- Nord-Africain

END : Endémique

END-NA : Endémique Nord-Africain

EUR : Européen

EURAS : Eurasiatique

EURAS-MED: Eurasiatique- Méditerranéen

EUR-MED : Européen-Méditerranéen

DFCI : Défense des Forêts Contre l'Incendie

DGF : Direction Générale des Forêts

FAO : Food and Agriculture organization

IUCN : The International Union for Conservation of Nature

LC : préoccupation mineure

VU : vulnérable

EN : en danger

DD : données insuffisantes

NA: non applicable



PAM : plantes aromatiques et médicinales

Ha : hectare

m : mètre

cm : centimètre

mm : millimètre

ppm : partie par million

ms : millisiemens

Km : kilomètre

C : Degré Celsius

g : gramme

P : Moyenne mensuelle des précipitations

T : Températures moyennes mensuelles

Q : Le quotient pluviothermique d'Emberger

M : température maximale moyenne du mois le plus chaud en °C.

m : température minimale moyenne du mois le plus froid en °C.

$(M+m) / 2$  : Moyennes des températures.

P: pluviométrie moyenne annuelle en mm.

GPS : Global Positioning system

Hcl : l'acide chlorhydrique

CO<sub>2</sub> : dioxyde de carbone

PH : Potentiel d'hydrogène

CEC : complexe d'échange cationique

Cl<sup>-</sup> : Chlore.

CaCO<sub>3</sub>: Calcaire

MO : Matière organique

SE : Station d'étude

C : Carbone

Co : carbone organique

K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> : bichromate de potassium

# Sommaire

REMERCIEMENT

DEDICACE

RESUME

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES ABREVIATIONS

INTRODUCTION.....	2
CHAPITRE 1 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
1- La forêt méditerranéenne et ses particularités.....	5
2- Adaptation de la végétation au climat et aux incendies.....	6
3- La biodiversité méditerranéenne.....	7
4- Cas particulier des subéraies.....	9
4-1- En Méditerranée.....	9
4-2- En Algérie.....	11
5- Etat actuel du patrimoine subéricole algérien.....	13
6- Les sols forestiers et leur importance dans le maintien de la biomasse végétale.....	14
6-1- Caractéristiques globales.....	14
6-2- Les différents types du sol.....	14
6-3- Les fonctions du sol : la relation sol végétation.....	16
6-4- Les variables de sol qui influencent la végétation.....	18
6-5- Conclusion.....	19
CHAPITRE 2 : CADRE DE L'ETUDE ET METHODOLOGIE.....	20
1 Cadre de l'étude.....	21
1-1- Présentation de la zone d'étude.....	21
1-2- Les facteurs abiotiques.....	23
1-2-1- Les facteurs édaphiques.....	23
1-2-1-1- Pédologie.....	23
1-2-1-2- Relief et topographie.....	23
1-2-2- Les facteurs climatiques.....	24

1-2-2-1- Les précipitations.....	24
1-2-2-2- La neige.....	25
1-2-2-3- Les températures.....	26
1-2-2-4- La Synthèse climatique.....	27
1-2-2-5- Le diagramme Ombrothermique.....	27
1-2-2-6- Le Climagramme d'Emberger.....	29
1-2-2-7- Les vents.....	29
1-2-3- Hydrographie.....	31
<b>1-3- Les facteurs biotiques.....</b>	<b>31</b>
1-3-1- Richesse faunistique.....	31
1-3-2- Richesse floristique.....	32
<b>1-4- Les facteurs anthropiques.....</b>	<b>33</b>
<b>I- Démarche méthodologique.....</b>	<b>33</b>
<b>2-1- Etude du sol.....</b>	<b>33</b>
2-1-1- Choix des sites.....	33
2-1-2- Réalisation de profils pédologiques.....	34
2-1-2-1- Matériel utilisé.....	36
2-1-2-2- Méthode des prélèvements pédologiques.....	36
2-1-2-3- Conditionnement.....	38
2-1-2-4- Analyse des échantillons récoltés.....	38
• Le calcaire total.....	38
• Le PH du sol.....	39
• Conductivité électrique CE.....	39
• La Matière organique (MO): La Méthode Anne.....	40
• Le phosphore assimilable la Méthode (JORET-HERBERT).....	40
2-1-3- Méthode d'étude de la banque de graines.....	40
2-1-3-1- Prélèvements des échantillons de sol.....	41
2-1-3-2- Incubation.....	42
<b>2-2- Echantillonnage de la végétation épigée.....</b>	<b>42</b>

<b>CHAPITRE 3 : RESULTATS</b> .....	44
<b>1- Bilan des données récoltées</b> .....	45
<b>2- Analyse floristique</b> .....	45
2-1- Répartition des taxons par famille.....	45
2-2- Types biologiques.....	47
2-3- Origine biogéographique.....	48
2-4- Degré de rareté.....	48
2-5- Statut des espèces.....	49
<b>3- Analyse pédologique</b> .....	50
3-1- Description des profils.....	50
3-1-1- Subéraie de Oued Abbarar.....	50
3-1-2- Subéraie de Ain Bergougaiia.....	50
3-2- Analyse de paramètres.....	52
<b>4- Synthèse et conclusion</b> .....	53
<b>CONCLUSION GENERALE</b> .....	54
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	56
<b>ANNEXE 1</b>	

## Introduction générale

## **Introduction générale**

La végétation de la région méditerranéenne est riche par sa diversité floristique et syntaxonomique. Cette diversité est liée à la variation de nombreux facteurs écologiques d'une part et à leur combinaison d'autre part (Benmezroua, 2015).

Le sol est un milieu généralement très hétérogène, dans l'espace et dans le temps, il régule la répartition de la végétation. Il se développe en fonction de la roche mère, de la topographie et des caractéristiques du climat (Ozenda, 1989).

Les sols et les plantes forment des couples dynamiques en interaction permanente, s'influencent mutuellement, mais chaque végétal vivant a des exigences en substances minérales, et en substances organiques, en eau et n'occupe donc qu'une partie limitée d'un sol de nature déterminée.

En Afrique du nord, l'interaction sol-végétation, a été étudiée par de nombreux auteurs, pédologues et phyto-écologues (Duchauffour 1977,1988; Pugos, 1996 ; Bottner 1982; Selmi, 1985 ; Michalet, 1991). En Algérie, divers problématiques ont été engagées dans diverses régions du pays, parmi lesquelles nous avons retenu :

Haddad (2011), dans la région de Biskra indiquant que paramètres édaphiques sont capitaux en matière de différenciation et d'orientation de la répartition spatiale des cortèges floristiques.

Lahouel (2014), s'est basé sur le littoral mostaganémois, en étudiant l'évolution de la matière organique, admettant la variabilité des composés humiques en fonction de différentes formations végétales étudiées.

Hasnaoui et Bouazza (2015), en conjuguant l'approche édaphique et floristique, révèlent le degré de régression des sols et des espèces végétales de la partie steppique de la wilaya de Saida.

Samai (2017), en ciblant une chênaie dans la région de Souk Ahras, indique que la relation entre le sol et la végétation dans cette zone est contrôlé par l'apport en matière organique.

Mimoun et Radjai (2018), dans la région de M'sila, mettent en évidence des affinités entre quelques variables édaphiques à travers des corrélations. En mettant l'accent sur le rôle des

profondeurs du sol dans l'atténuation des effets de l'aridité et de la salinité, permettant l'adaptation d'une végétation pérenne, dans ces conditions difficiles.

Notre étude s'insère dans la même optique, ciblant l'étude de la relation entre qualité des sols forestiers et biomasse végétale associée, dans des subéraies situées dans deux régions différentes : la région de Chrèa et la région d'El Kala.

Pour se faire, nous avons organisé notre travail autour de trois principaux chapitres. Le premier comporte une étude bibliographique détaillée, suivie du cadre de l'étude et de la méthodologie adoptée dans le second chapitre. Le troisième chapitre présente les différents résultats obtenus.

## Chapitre 1 : Etude bibliographique



## 1- La forêt méditerranéenne et ses particularités

La région méditerranéenne est un environnement très complexe, reflétant l'interaction de multiples facteurs, comme : le climat, la géomorphologie, les sols, l'hydrologie et l'usage des terres. Il est estimé qu'environ 25000 espèces végétales sont présentes dans la région (Myers *et al.*, 2000), parmi lesquelles 60 % sont endémiques (Thompson *et al.*, 2005).



**Figure 1** : Pays de la région méditerranéenne, limite bioclimatique et du bassin versant méditerranéen (Ewing *et al.*, 2010).

Selon les données publiées de la (FAO) 2013, la forêt méditerranéenne couvrait environ 85 millions d'hectares en 2010, soit 2% de la surface forestière mondiale. Les forêts typiques totalisent 25 millions d'hectares, dont 2.5 millions ha de subéraie, ce qui représente 10% de la couverture forestière totale.

Une grande hétérogénéité caractérise les forêts de la région, ce qui favorise l'adaptation de multiples formations végétales, elle demeure cependant soumise à un climat irrégulier et à des perturbations fréquentes qui entraînent une certaine fragilité de ses écosystèmes. Cette situation se complique davantage, du fait de l'extension des activités humaines, telles que l'agriculture, l'élevage et l'urbanisation, qui conduisent inéluctablement au recul du couvert forestier et à la réduction de sa biodiversité (Naggar, 1999).

Quatre principales formations végétales se partagent le paysage forestier méditerranéen, il s'agit particulièrement de :

- la Yeuseraie
- la subéraie
- la chênaie (chêne blanc ou pubescent)
- les résineux (Pins, Sapins)

La faible densité de leur feuillage profite ainsi au développement d'un sous-bois arbustif et herbacé, dense et sec, favorisant la majorité des départs des feux (Megrerouche, 2006).

A ce titre, soulignons que parmi les fléaux ravageurs menaçant la stabilité des écosystèmes forestiers méditerranéens restent les feux de forêts (Lehouerou, 1980 ; Trabaud, 1992 ; Pausas, 1997). Malgré les mesures DFCI adoptées par les pays du pourtour méditerranéen, la vigilance reste maintenue, pour pouvoir endiguer le phénomène et le limiter en termes d'intensité et de fréquence.

## **2- Adaptation de la végétation au climat et aux incendies**

Le climat méditerranéen est typiquement caractérisé par :

- la concentration des pluies pendant la période froide, au moment du repos végétatif ;
- la coïncidence de la sécheresse avec la chaleur pendant presque six mois, d'où sa qualification de climat xérothermique ;
- les pluies sont soudaines, violentes et torrentielles, le plus souvent irrégulières et mal réparties.

Par ailleurs, les déficits enregistrés en matière de pluviométrie, par rapport à la normale se répercutent largement sur l'état physiologique de la végétation, entraînant parfois des sécheresses. Cet état de fait, peut avoir un effet indirect sur l'accentuation des risques d'incendies. (Laouroux, 1971).

Après le passage du feu, la capacité de rémanence et de résilience de certaines essences forestières, se traduit par l'adaptation de capacités de survie au traumatisme (Quézel et Médail, 2003).

Ainsi, des résineux comme le pin d'Alep, sont dotés d'un caractère pyrophile et d'un pouvoir colonisateur post incendie. Suite à l'éclatement des cônes et à la dissémination des diaspores la dormance des graines est levée et la germination est stimulée, par la chaleur provoquée par le feu (Agee, 1998).

Par contre, les feuillus réagissent autrement post incendie, selon l'essence en question (chêne liège ou chêne vert) la voûte forestière évolue différemment, soit en maquis sur sol siliceux ou bien alors en garrigues sur sol calcaire. Ces deux formes de dégradation ont été regroupées sous un seul vocable : le matorral (Ouelmouhoub, 2003).

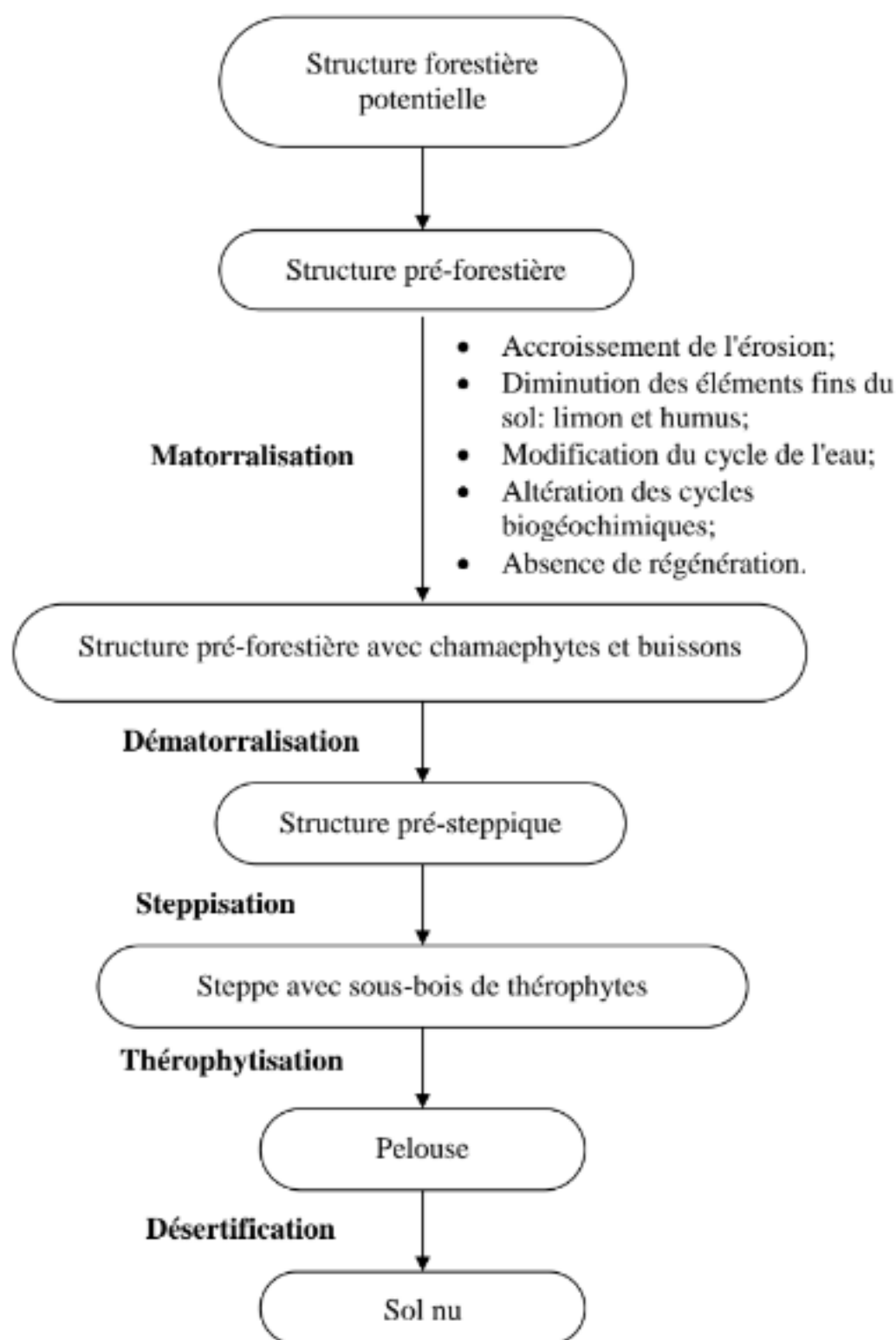
Barbero *et al.* (1990 in Ouelmouhoub, 2003) évoquent la matorralisation dans une succession de stades, pouvant aboutir progressivement vers un climax ou contrairement poursuivre la régression vers des stades plus dégradés, jusqu'à la disparition totale de la couverture végétale et l'apparition de sol nu (Figure 2).

### **3- La biodiversité méditerranéenne**

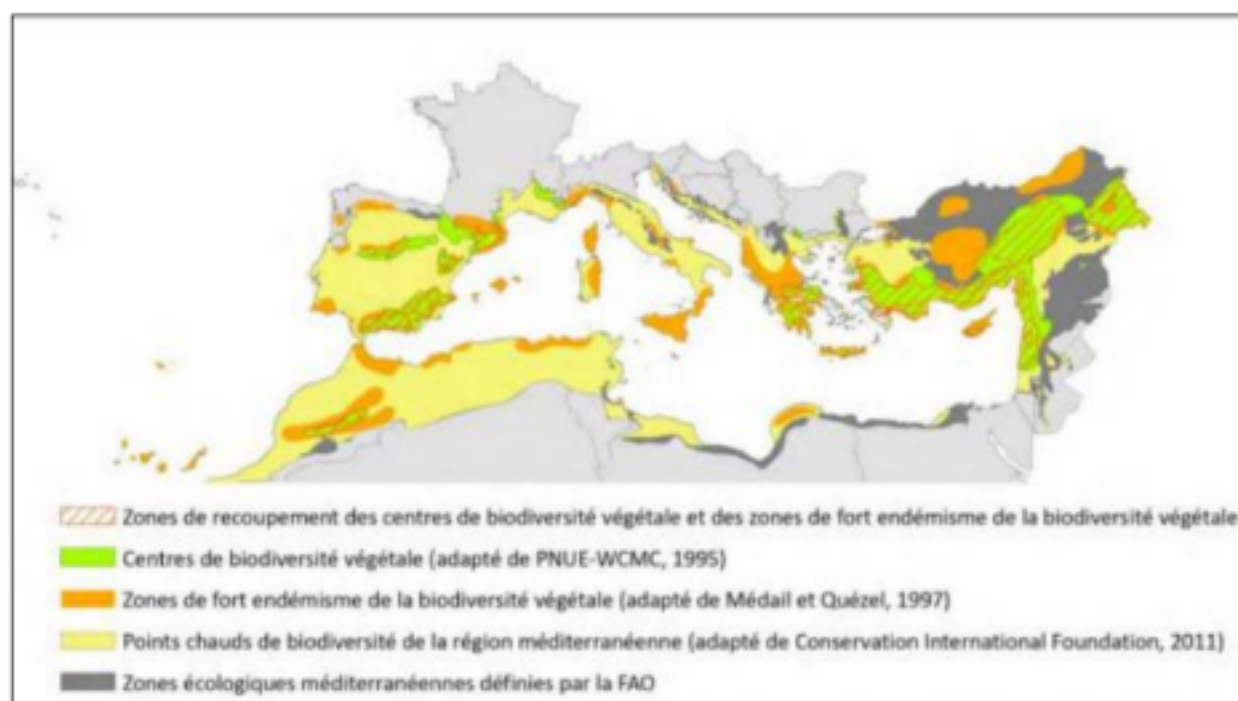
Une variabilité géographique et topographique exceptionnelle, telles que l'existence de côtes très découpées et de nombreuses chaînes de montagnes, une bi saisonnalité climatique prononcée ont fortement influencé la richesse et la distribution des espèces dans la région méditerranéenne.

La biodiversité végétale est qualifiée aujourd'hui comme étant un "hotspot" de la biodiversité mondiale avec un très fort endémisme (Myers *et al.*, 2000; Médail et Quézel, 1997).

Cette diversité floristique, se trouve menacée à l'heure actuelle, où la conjugaison de multiples facteurs de perturbation tels que : les incendies, les changements climatiques et la pression anthropique (surpâturage, cueillettes, défrichement, extension urbaine) des ressources végétales en général et forestières en particulier, menace l'équilibre des écosystèmes et pourrait conduire à leur appauvrissement, suite à l'extinction des espèces (Quézel et Médail, 2003).



**Figure 2 :** Schéma général de dégradation des écosystèmes forestiers méditerranéens (Barbero *et al.*, 1990 in Ouelmouhoub, 2003).



**Figure 3** : Points chauds de la biodiversité et endémisme dans la région méditerranéenne.  
(Source : Médail et Quézel (1997) in : FAO (2013).)

#### 4- Cas particulier des subéraies

##### 4-1- En Méditerranée

Les forêts de chênes liège sont une composante caractéristique des territoires méditerranéens. Elles représentent une surface totale d'environ 2.5 millions hectares au niveau mondial avec l'essentiel de ces surfaces en Algérie, en France, en Italie, au Maroc, au Portugal, en Espagne et en Tunisie (Ravenel et Rojas-Briales, 2013).

Elles fournissent un large éventail de biens et de services, avec la production de liège, de bois de feu, de fourrage, d'herbes aromatiques, de champignons, de miel et offrent de nombreuses possibilités de développer des activités de loisirs en milieu rural (écotourisme).

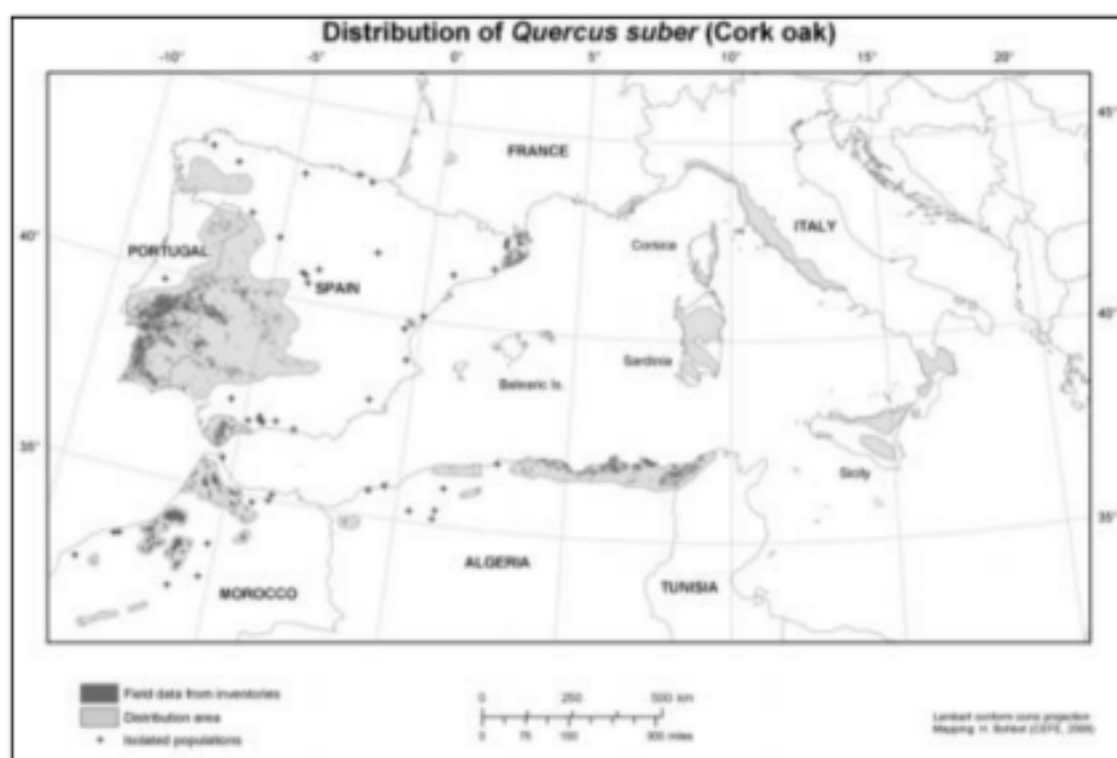
Malgré le fort impact des interventions humaines dans ces écosystèmes emblématiques de la région méditerranéenne, les subéraies restent très riches en biodiversité: 60-100 espèces de plantes à fleurs peuvent être trouvées dans un dixième d'hectare, cette caractéristique est liée au cortège floristique riche accompagnant la chêne liège (Ravenel et Rojas-Briales, 2013).

Le cortège floristique du chêne liège est représenté dans le tableau 1.

**Tableau 1** : Quelques espèces du cortège floristique du chêne liège.

Nom commun	Nom scientifique
Bruyère arborescente	<i>Erica arborea</i>
Bruyère à balais	<i>Erica scoporia</i>
Arbousier	<i>Arbustusunedo</i>
Calycotome épineux	<i>Calycotumspinosa</i>
Ciste à trois feuilles de sauvage	<i>Cistussalviaefolius</i>
Ciste de Montpellier	<i>Cistusmonspeliensis</i>
Lavande	<i>Lavandulastoechas</i>
Cytise à trois fleurs	<i>Cytisustriflorus</i>

(Source : Dessain et Tondelier, 1991)



**Figure4** : Carte de la distribution des subéraies dans la région Méditerranéenne (Aronson, Pereira et Pausas, 2009)

De plus, ces espèces formant le cortège floristique du chêne liège, sont dotées de mécanismes d'adaptation à la longue saison sèche estivale (Meyer *et al.*, 2004).

Selon les mêmes auteurs, toutes ces espèces ont une capacité à résister à la saison sèche selon plusieurs stratégies. Certaines d'entre elles adoptent une stratégie d'endurance comme *Olea europea*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea* et *Pistacia lentiscus*, grâce à leur enracinement profond. Une autre stratégie adoptée par certaines annuelles appelée stratégie de fuite qui consiste en l'achèvement de leur cycle de vie, avant le mois de juin qui coïncide avec le début de la saison sèche (*Allium triquetrum*, *Vicia angustifolia*, *Lagurus ovatus*, *Silene colorata*, *S. gallica*, *Bellis annua*).

Du point de vue stratégie démographique, la grande majorité de ces espèces adoptent une stratégie «K» qui correspond à une démographie très contrôlée où les écosystèmes sont âgés. Chez ces espèces le biotope est partagé en fonction de ses micro-variations, les espèces ne sont pas réellement en compétition (interactions faibles). C'est une adaptation qui s'est effectuée sur plusieurs années (Frontier et Pichod-Viale, 1993). C'est le cas d'*Erica arborea*, d'*Arbutus unedo* et de *Phillyrea latifolia*.

D'autres espèces comme les cistes (*Cistus salviaefolius* et *C. monspeliensis*), adoptent une stratégie «r». Dans ce cas, les espèces ne rejettent pas de souche, elles meurent mais assurent leur reproduction et occupent le terrain grâce à une forte pression séminale (Marsol, 1994). Il en ressort qu'au fil des années la subéraie a atteint un stade de stabilité dans certaines régions.

#### **4-2- En Algérie**

La répartition naturelle des essences et des formations forestières est liée aux caractères climatiques, pédologiques et orographiques (Lanier *et al.*, 1986).

Le chêne liège occupe une place bien particulière sous le climat méditerranéen, son écologie le cantonne aux sols dépourvus de calcaire, aux conditions climatiques relativement modérées du littoral : hiver doux, sécheresse estivale tempérée par une certaine humidité atmosphérique. En Algérie, ces conditions sont réunies au nord-est du pays, en particulier dans la région d'El-Kala (Zeraïa, 1982 et Yessad, 2000).

Selon Abdelguerfi (2003), le chêne liège occupe près de 11 % de la superficie forestière nationale (Tableau 2).

**Tableau 2** : Principales essences des forêts algériennes.

Essences Superficies (ha)	Taux (%)
Pin d'Alep 800.000	20
Reboisement P.A 800.000	20
Chêne liège 460.000	11,5
Chêne zeen et Afares 65.000	1,62
Chêne vert 360.000	9
Thuya 140.000	3,5
Genévrier 280.000	7
Cèdre 23.000 0,575	0,575
Pin maritime 12.000	0,3
Eucalyptus 60.000	1,5
Maquis et Garrigues 1.000.000	25
Total 4.000.000	100

(Source : Abdelguerfi, 2003)

En effet, les principales subéraies algériennes sont localisées dans le Tell oriental. Elles sont situées essentiellement en zones subhumides et humides au nord-est de l'Algérie jusqu'à la frontière tunisienne. Le chêne liège s'étend d'une manière assez continue le long de la zone littorale et reste disséminé sous forme d'îlots de moindre importance dans la partie ouest (figure 5). Elles se répartissent à travers 22 wilayas (Ouelmouhoub, 2005).



**Figure 5** : Aire de répartition du chêne liège en Algérie.

Source: (D.G.F, 2003 in Ouelmouhoub, 2005).



Le dernier inventaire de 2008, donne une amélioration dans la superficie mais elle reste toujours avec une dominance de vieilles futaies de l'ordre de 250 000 ha contre environ 11500 de jeunes peuplements à différents stades d'évolution (Abbas, 2013).

### **5- Etat actuel du patrimoine subéricole Algérien**

Les subéraies bien conservées, dotées d'une structure-architecture équilibrée avec la présence d'une régénération importante dans des conditions écologiques locales non perturbées, ne peuvent s'observer que dans certaines régions de l'est algérien.

La dégradation a affecté la majorité des peuplements qui sont en constante régression à cause de la combinaison de plusieurs facteurs biotiques et abiotiques (Guillaumin et al., 1985 ; Garolera, 1988 ; Garrec, 1994 ; Lieutier et al., 1994 ; Hammoudi, 2002 ; Douzon, 2004 ; IML, 2004 ; Sebei et al., 2004 ; Bouhraoua et Villemant, 2005 ; Messaoudene et al., 2006 ; LeutreuchBelarouci et al., 2009 ; Aouadi et al., 2010 ; Belhoucine, 2013). Les auteurs précités résument ces contraintes comme suit :

- la fréquence et l'ampleur des incendies ;
- le vieillissement des peuplements et une régénération naturelle déficiente,
- l'enrésinement par le pin d'Alep et le pin maritime et l'introduction d'espèces à croissance rapide, comme les eucalyptus ;
- l'absence de travaux sylvicoles (embroussaillage et abandon des forêts) ;
- l'absence d'entretien, de soins cultureux, de programmes d'aménagement et de restauration de la subéraie ;
- l'exploitation anarchique du liège ;
- le stress hydrique vécu durant des périodes de sécheresse de plus en plus fréquentes ;
- l'attaque parasitaire, notamment par les défoliateurs et les agents pathogènes.

## **6- Les sols forestiers et leur importance dans le maintien de la biomasse végétale**

### **6-1- Caractéristiques globales**

Le sol est une interface fragile entre la lithosphère et la biosphère, en équilibre dynamique avec les paramètres biotiques, environnementaux et anthropiques. Il s'agit d'une ressource non renouvelable à l'échelle humaine, puisque tout élément sorti du système, ne peut y revenir que de manière artificielle, sous une forme chimique très différente de son état initial. Le sol a trop longtemps été considéré comme non susceptible d'évoluer rapidement. Les contraintes naturelles ou anthropiques conduisent à des évolutions pouvant être importantes et rapides, souvent irréversibles (Tamm *et al.*, 1988).

Les sols forestiers sont en moyenne plus acides, plus pauvres en éléments nutritifs, mais plus riches en matière organique que les sols agricoles (Badeau *et al.*, 1999).

Le sol forestier ne peut être déconnecté de l'écosystème, car les interactions plante-sol sont très fortes et commandent pour une large part le fonctionnement du sol: c'est une limite majeure à l'approche expérimentale qui ne prend en compte que des mécanismes individuels. Ce fonctionnement complexe se traduit dans le cycle biogéochimique des éléments qui représente l'ensemble des processus mis en jeu dans leur circulation interne à la plante (sous-cycle biochimique) et à l'écosystème (sous-cycle biologique), ainsi que dans les entrées et les sorties de cet écosystème (sous-cycle géochimique) (Switzer *et al.*, 1972).

### **6-2- Les différents types du sol**

Classification Ecologique des sols est synthétisée dans le tableau 3, d'après Duchaufour, 1983 (*in* Samai, 2017).

**Tableau 3 : Les différents types du sol.**

1) Sols dont la pédogenèse est très liée à l'évolution des matières organiques. Sols des régions soumises à des climats froids ou tempérés.		
Sols peu évolués	Climatiques	Sols désertiques, Sols gelés ou cryosols
	D'érosion	Régosols, lithosols
	D'apport	Sols alluviaux et colluviaux
Sols peu différenciés, humifères, désaturés, avec un profil uniformément coloré par un humus riche en complexes organométalliques rapidement insolubilisés.	Pauvre en alumine, sur roches cristallines	Rankers
	Riche en alumine, sur roches volcaniques	Andosols
Sols calcimagnésiques, caractérisés par un blocage de l'humification, à un stade précoce, par le calcaire actif. Forte incorporation d'humus peu évolué dans le profil.	Humifères	Rendzines
	Peu humifères	Sols bruns calcaires Sols bruns calciques
	Très humifères	Sols humo calcaires Sols lithocalciques humifères
Sols isohumiques, caractérisés par une incorporation profonde, par voie biologique, de matières organiques stabilisées par une maturation climatique prolongée.	À complexe saturé	Chernozems, Sols châtaîns, Sols gris forestiers
	À complexe désaturé	Brunizems
	Sous climat de plus en plus aride	Sols marrons Sierozems
Vertisols. Sols à argile gonflante. Incorporation profonde par mouvements vertiques de complexes organominéraux très stables et de couleur foncée.	Foncés	Vertisols
	Colorés	Sols vertiques
Sols brunifiés à profil ABC, caractérisés par un humus de type mull à rotation rapide, peu épais, résultant surtout de l'insolubilisation par le fer libre suffisamment abondant et formant un pont ferrique avec les argiles.	Horizon B d'altération	Sols bruns
	Horizon B d'accumulation d'argile	Sols lessivés
		Sols continentaux ou boréaux
Sols podzoliques. La matière organique est peu évoluée et forme des complexes organo-minéraux mobiles. Altération par complexolyse	Pas ou peu hydromorphes	Sols podzoliques Podzols
	Hydromorphes	Sols podzoliques

dominante. Migration du type chéluviation.	(à nappe)	Podzols
II ) Sols dont la pédogenèse est très liée au climat chaud et humide, mais assez indépendante de l'évolution des matières organiques. Comportement particulier des sesquioxydes de fer et d'alumine.		
Sols fersiallitiques. Évolution des oxydes de fer du type « rubéfaction ». Climats de type méditerranéen et tropical sec.	Rubéfaction incomplète	Sols bruns fersiallitiques
	Rubéfaction complète, complexe saturé ou presque	Sols rouges fersiallitiques
	Désaturation et dégradation partielle du complexe	Sols fersiallitiques acides
Sols ferrugineux. Abondance des oxydes de fer cristallisés (goethite et hématite). Argile de néoformation dominante (kaolinite)	Altération incomplète	Sols ferrugineux
	Altération complète	Ferrisols
Sols ferrallitiques. Altération complète des minéraux primaires sauf le quartz. Teneur élevée en sesquioxydes. Oxydes de fer et d'alumine cristallisés	Kaolinite dominante	Sols ferrallitiques
	Hydromorphie	Sols ferrallitiques hydromorphes
III ) Sols dont la pédogenèse est liée à des conditions locales de station.		
Sols hydromorphes. Oxydoréduction du fer liée à la présence permanente ou temporaire d'une nappe.	Oxydoréduction marquée. Sols à nappe	Pseudogley, Stagnogley, Gley
	Oxydoréduction atténuée. Hydromorphie par imbibition capillaire	Pélosols, Planosols
Sols salsodiques. Évolution conditionnée par l'ion sodium.	Forme saline	Sols salins
	Forme sodium échangeable	Sols alcalins

(Source : Duchaufour, 1983 in Samai, 2017).

### 6-3- Les fonctions du sol : la relation sol végétation

Le sol a de nombreuses fonctions. Il est un milieu biologique dans/et sur lequel se développent des êtres vivants. Ce développement va dépendre de la qualité de ce sol ou fertilité (quantité de carbone, d'azote, capacité d'échange cationique, etc...). Il est aussi un

acteur déterminant du cycle de l'eau (stockage et régulation) et de la qualité de cette eau (source de pollution, capacité de rétention des polluants mais aussi biodégradation de ceux-ci) (Quenea, 2004).

Le sol est l'élément principal de l'environnement qui règle la répartition de la végétation. Il se développe en fonction de la roche mère, la topographie et les caractéristiques du climat (Ozenda, 1989).

Les sols sont des milieux particuliers qui permettent la vie végétale, mais chaque espèce vivante a ses exigences en substances minérales et en substances organiques, en eau et n'occupe donc qu'une partie limitée d'un sol de nature déterminée (Samai, 2017).

L'ensemble de ces influences biotiques et abiotiques ont de multiples implications en termes de genèse, d'organisation spatiale et de fonctionnement des sols, ainsi que de structuration des communautés de plantes. Enfin, les sols et les plantes sont intimement liés et interdépendants (Freschet *et al.*, 2018).

A une échelle plus locale et au sein d'un type de climat, les propriétés du sol (influencées notamment par l'histoire du lieu, sa topographie et la nature de la roche mère) et le régime de perturbation sont deux des principaux facteurs qui déterminent la présence des espèces et les communautés végétales (Chapin *et al.*, 2011).

De façon générale, les variables du milieu, en particulier les propriétés du sol, agissent comme des « filtres » qui éliminent certaines espèces au profit d'autres selon leur capacité à tolérer des conditions, plus ou moins défavorables pour leur croissance et leur survie. A l'instar d'un tamis qui ne laisse passer que certains grains de sable, selon leur taille, seules les espèces présentant des caractéristiques (valeurs de traits fonctionnels), qui leur confèrent une adaptation à des conditions environnementales données sont « filtrées » et donc présentes localement. Cette idée a été conceptualisée par la « théorie des filtres environnementaux » (theory of environmental filtering) (Diamond, 1975 et Weiher, *et al.*, 2011).

La végétation joue un rôle essentiel dans la protection du sol, elle exerce une protection mécanique directe sur l'écoulement fluvial favorise l'infiltration et donne de l'ombre, ce qui conserve l'humidité et l'activité biologique nécessaire à l'équilibre du sol. L'infiltration en profondeur est facilitée par la fissuration préparées au sein du sol par le système racinaire (Mimoune et Radjai, 2018)

La plupart des plantes sont en effet en interaction directe avec le sol tout au long de leur existence, de la graine jusqu'aux débris végétaux, et reposent largement sur lui pour leur alimentation en eau, leur nutrition minérale et leur ancrage. En retour, les plantes sont des ingénieures du sol. Elles influencent notamment les propriétés physico-chimiques (pH,

agrégation, porosité) et hydriques du sol et constituent l'essentiel des apports de matières organiques aux sols, ce qui les place en amont de tous les réseaux trophiques. (Freschet *et al.*, 2018).

Les plantes contribuent également à la formation et au maintien d'agrégats stables (matières organiques protégée de la dégradation) de sol par l'intermédiaire de leurs parties aériennes (et l'accumulation de litières) qui atténuent l'impact des gouttes de pluie sur l'éclatement des agrégats (Le Bissonnais *et al.*, 2005).

#### 6-4- Les variables de sol qui influencent la végétation

Le sol est un système hétérogène, poreux et polyphasique constitué de trois phases : solide, liquide et gazeuse (Hillel, 1974 *in* Hubert, 2008). Aux interfaces entre ces différentes phases, d'importants phénomènes de rétention d'eau et de substances chimiques, d'échanges d'ions et de molécules peuvent avoir lieu (Hillel, 1982).

De très nombreux facteurs édaphiques influencent la végétation, il peut s'agir de facteurs physiques (texture, densité, structure, température, etc.), de facteurs chimiques (quantité de matière organique, potentiel redox, capacité d'échange anionique et cationique), ou de la disponibilité en ressources (eau, éléments minéraux) (Chapin *et al.*, 2011).

**Tableau 4** : Principales propriétés du sol influençant la végétation.

	<b>Contraintes abiotiques</b>	<b>Effets sur le fonctionnement des plantes</b>
<i>Facteurs physiques</i>	Faible contenu en argiles	Faible disponibilité en éléments minéraux limitant la croissance des plantes, et plus particulièrement leurs parties aériennes
	Forte compaction	Forte densité de sol en profondeur et absence de pores limitant la croissance racinaire
	Sols sableux et absence d'agrégation	Sols érosifs et faible ancrage des plantes
	Sols âgés et/ou forte profondeur de l'interface sol/roche-mère	Faible disponibilité en éléments minéraux, en particulier du phosphore, entraînant une forte dépendance aux associations mycorhiziennes ou à des organes racinaires spécialisés
	Sols inondés	Faible disponibilité en oxygène et éléments minéraux limitant la croissance des plantes et favorisant le développement d'aérenchymes
	Température	Faibles et fortes températures réduisant la croissance des plantes
<i>Facteurs chimiques</i>	Faible contenu en eau liquide	Faible disponibilité en eau et éléments minéraux en milieux arides et sols gelés limitant la croissance des plantes et peuvent entraîner un flétrissement
	Faible contenu en matières	Faible disponibilité en éléments minéraux, en particulier

organiques	azote limitant la croissance des plantes
Forte salinité	Stress osmotiques et toxicité en sodium et chlore
Forte teneur en métaux lourds	Toxicité des métaux lourds, en particulier de l'aluminium, notamment dans les sols acides où ils sont présents dans la solution du sol
Sols acides	Faible disponibilité en éléments minéraux, en particulier azote, phosphore et potassium limitant la croissance des plantes
Sols calcaires	Déficience en microéléments, en particulier fer, zinc entraînant des dysfonctionnements métaboliques

(Source : Gardner *et al.*, 1999 et Epstein *et al.*, 2005)

### 6-5- Conclusion

Le sol constitue donc une composante fondamentale dans l'étude des écosystèmes. Il présente le point de rencontre entre le monde minéral et le monde du vivant. C'est le siège d'interactions physico-chimiques dont les produits finaux sont les sels minéraux qui sont vitaux pour la biocénose. Le sol est plus ou moins développé suivant la nature de la roche mère, la topographie du lieu et les caractères du climat : parmi ces derniers « l'eau » joue un rôle prédominant (Duchaufour, 1977).

Par ailleurs, la végétation reflète, en grande partie, les propriétés du sol, qui la conditionnent. Réciproquement le végétal influence, de manière importante, l'évolution du sol et donc oriente la pédogénèse, par le biais de l'humification qui joue un rôle intermédiaire entre le sol et la flore. Ce qui s'exprime par la trilogie : végétation / humus / sol (Duchaufour et Toutain, 1985). Par conséquent, toute modification naturelle ou artificielle du couvert végétal d'un écosystème implique la transformation de l'humus ensuite celle du sol (Belouahem, 2012).

La relation sol végétation, peut être considérée comme étant une complémentarité entre un support physique, réservoir d'eau et d'éléments organiques et minéraux, lesquels éléments trouvent leur origine en partie au niveau de la biomasse végétale. Cette dernière, exploite les ressources édaphiques fournies et restitue en partie des débris végétaux, composant une part importante de la matière organique existante au niveau des sols.

Cet état de fait a suscité notre intérêt à l'étude de l'effet de la qualité des sols des subéraies, dans la répartition du couvert végétal. Le cadre de l'étude ainsi que la démarche méthodologique adoptée seront détaillés dans le chapitre suivant.

## Chapitre 2 : Cadre de l'étude et méthodologie



## I- Cadre de l'étude

### 1-1- Présentation de la zone d'étude

Notre travail porte sur une mise en évidence d'une relation entre la qualité du sol et la biomasse végétale dans des subéraies, situées sur deux territoires géographiques différents.

Le premier concerne la région de Chréa, où la subéraie présente un milieu relictuel, l'essence arborée se présente de manière discontinue et dispersée, alors que la seconde basée sur la région d'EL Kala, montre des peuplements assez dense, dominant le paysage forestier de la région. La situation telle qu'elle se présente a suscité tout notre intérêt, afin de tenter de comprendre la part des propriétés édaphique dans cette répartition spatiale particulière.

Les principales caractéristiques des deux zones seront détaillées dans les paragraphes qui suivent. Les situations géographique et administrative, ont été jumelées et synthétisées dans le tableau 5 et la figure 6.

**Tableau 5** : Caractéristiques globales des régions de Chréa et d'El Kala.

Site	P.N.C	P.N.E.K
<b>Secteurs</b>	Chréa, El Hamdania et Hammam Melouane	Brabtia, Tonga et Bougous
<b>Situation administrative</b>	Territoire inclus dans les wilayas de Blida et Médéa, chevauchant les limites de la wilaya de AinDefla. (Chekchak 1985). La wilaya de Blida compte près de 17857 ha soit 67.1% de la superficie totale.	La wilaya d'El-Tarf abrite tout le Parc, qui s'étend sur 26% de sa surface, incluant les communes : Bouteldja, Ain Assel, El Kala, El Aioun, Souarekh, Ramel Souk, Bougous et Zitouna (Saoula, 2013).
<b>Situation géographique</b>	Il se trouve au sein du massif de l'Atlas Tellien, au niveau de l'Atlas Blidéen précisément dont il couvre les versants nord et sud. (Chekchak, 1985)	Il se situe à l'extrême Nord Est algérien. Il est limité à l'Est par la frontière Algéro-Tunisienne, au Nord il est limité par la mer Méditerranée, à l'Ouest par le vaste marais de la Mekkada, au sud et à l'Est par les versants Nord et Nord-est des monts de la Medjerda (Benyacoub, 1993).
<b>Historique du parc national</b>	L'idée de sa création, remonte à 1912, sous l'impulsion de la société d'histoire naturelle de l'Afrique du Nord. Le parc a vu le jour le 3 septembre 1925 par arrêté gouvernemental, fixant le statut type des parcs nationaux en Algérie. (Meddour, 1994)	A vocation agricole et forestière, la zone humide d'El Kala entretient des sols gorgés d'eau (marécages) servant autrefois à la culture du coton. Deux sites lacustres ont été inscrits sur la liste Ramsar relative aux zones humides d'importance internationale : les lacs Tonga et Oubeira (Djamai, 2020).
<b>Statut international</b>	Réserve de Biosphère (M&B) en 2003	Réserve de Biosphère par l'UNESCO en 1993.

(Source : Cf. références citées)

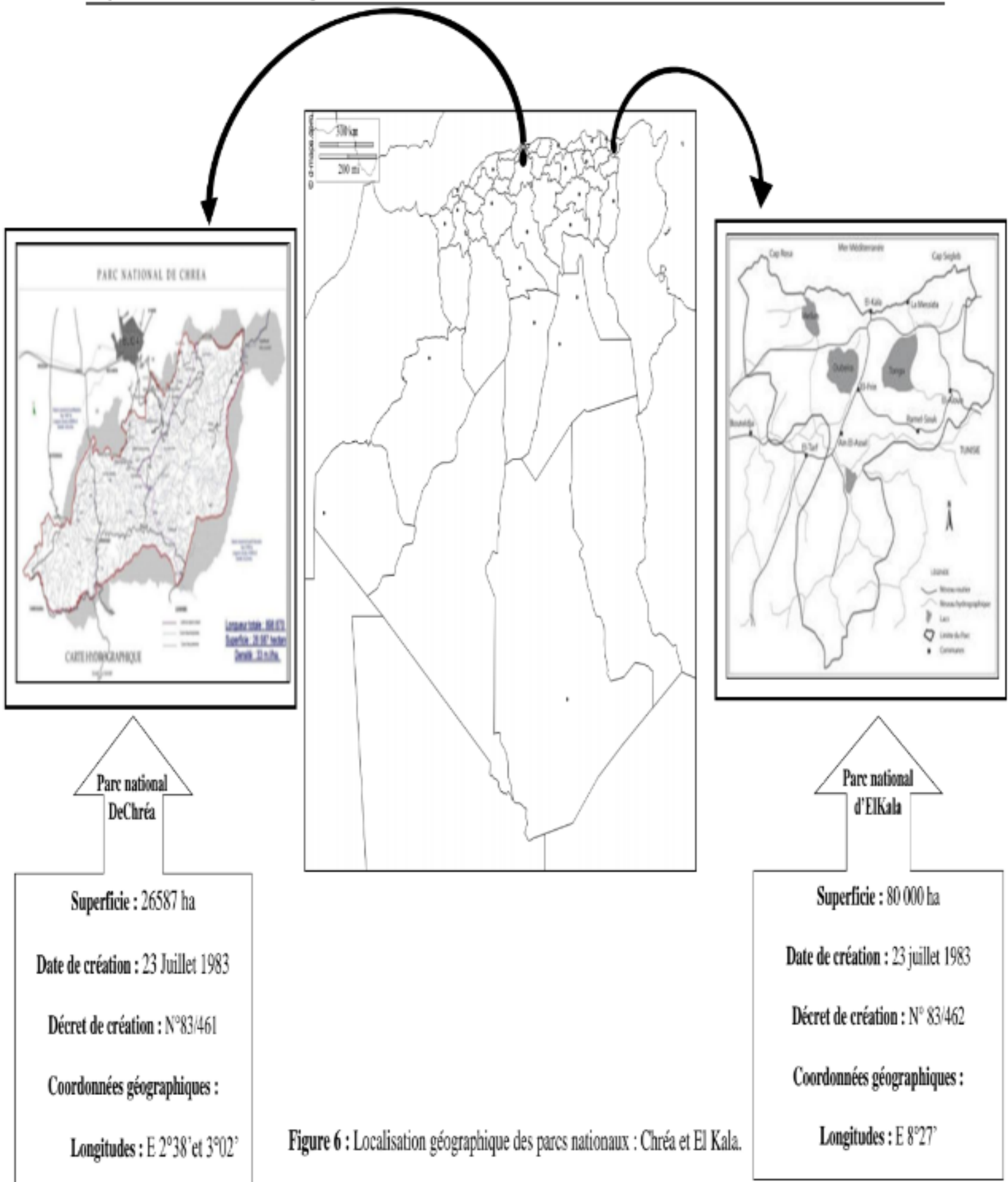


Figure 6 : Localisation géographique des parcs nationaux : Chréa et El Kala.

## **1-2- Les facteurs abiotiques**

### **1-2-1- Les facteurs édaphiques**

#### **1-2-1-1- Pédologie**

Les sols de l'Atlas blidéen sont jeunes de formation, ils sont composés dans leur grande partie par des substratums schisteux durs et très siliceux. Selon Boudani(1989), ces schistes alternent le plus souvent avec des bancs de quartzites. Ces derniers constitués de gros éléments (cailloux, graviers de nature siliceuse avec de faible proportion de calcaire, phosphore et chlore), et sont excessivement perméables. Des analyses effectuées par l'Institut National de la Recherche Forestière en 1977, confirment la tendance siliceuse des sols de la zone d'étude, ainsi que leur pauvreté en éléments nutritifs (Halimi, 1980).

Par ailleurs, les sols de la région d'El Kala, sont en général des sols bruns forestiers pierreux, profonds, reposant sur une roche mère constituée principalement de grès de Numidie et d'argile (Tlili, 2003). Riches en humus et en éléments fins acides; ils sont marqués par la présence de sable fin, graviers, cailloux, ainsi que des affleurements rocheux formés principalement de grès (Adjami ,2008).

L'évolution successive ou simultanée du sol et de la flore vers un climax présente un intérêt non négligeable, dans la mise en évidence de la relation « sol - végétation » et les interactions qu'ils exercent l'un sur l'autre(Belouahem, 2012). Il est donc évident, qu'il est impossible de comprendre le fonctionnement des écosystèmes humides étudiés, sans faire appel à uneétude de sol.

#### **1-2-1-2- Relief et topographie**

Le Parc National de Chréa s'étend sur une région montagneuse résultant de plissement alpin dont le point le plus élevé culmine au pic de Sidi Abd El Kader à1629 m.

L'Atlas blidéen forme la partie centrale de l'Atlas tellien d'orientation générale Sud-Ouest / Nord-Est, dont la superficie est de 1572 km<sup>2</sup>.Le relief tourmenté accentué par le ravinement et l'érosion faisant apparaître de nombreux talwegs et bas-fonds à microclimats particuliers avec une grande diversité des précipitations, des températures et de végétation, dont les principaux talwegs sont Oued Chiffa, Oued Kebir, Oued Messaoud et Oued Mektâa (Chekchak, 1985).

L'allure générale du relief forme donc une limite entre les influences maritimes du Nord et les influences continental du Sud. Cela peut être mis en évidence par la comparaison du contraste entre les deux versants opposés (Halimi, 1980).

Par ailleurs, la mosaïcité des paysages rencontrés au P.N.E.K est due en grande partie à une diversité topographique très marquée et aux substratums géologiques variés.

En effet, le relief de la zone d'étude est caractérisé par une diversité orographique présentant des variations altitudinales appréciables. Le long d'une coupe Nord Sud, le relief passe de 0 à 1200 m d'altitude, partant du cordon dunaire littoral jusqu'aux montagnes telliennes en passant par les plaines sub-littorales lesquelles sont marquées par les dépressions marécageuses (De Belair, 1990).

En allant du Nord vers le Sud de la région, on distingue un système de collines basses, présenté par les collines du Djebel El Koursi, puis viennent les collines hautes, essentiellement gréseuses, qui sont représenté par les monts de Bougous et enfin, au sud de ces formations, les reliefs devient plus importants puisqu'ils augmentent jusqu'à (1202m) (Djebel El Ghorra) point culminant de la région (Yousfi, 2010).

### **1-2-2- Les facteurs climatiques**

Le climat, en région méditerranéenne, est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes.

#### **1-2-2-1- Les précipitations**

D'une manière générale le climat du Tell oriental est assez instable, c'est-à-dire très variable d'une année à l'autre pour une même station. Ceci est valable beaucoup plus pour la pluviosité, qui montre une certaine irrégularité (Belouahem,2012). En effet, le parc national de Chréa est compris entre les isohyètes 760 et 1400 mm/an de précipitations moyennes annuelles (Teffahi, 2015).

En parallèle, la région d'El Kala, compte parmi les régions les plus abondamment arrosées du pays, avec des précipitations pouvant avoisiner les 1300 mm/an (Raachi 2007).

Les données climatiques étudiées concernent des périodes différentes pour la zone d'étude. Les périodes considérées pour les deux régions ne sont pas égalées en termes de durée. Cette dernière a été dictée, selon les données disponibles recueillies (tableau 6 et 7).

**Tableau 6:** Les moyennes mensuelles des précipitations de la région d'El Kala  
(Période : 1988-2018).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	Cumul
P (mm)	79,2	78,1	70,0	69,5	48,4	14,3	1,9	12,2	40,2	66,9	106,6	100,0	723,0

(Source : Djamai, 2020).

A partir du tableau ci-dessus, nous remarquons que le mois le plus pluvieux est le mois de novembre avec 106,60 mm. Tandis que le mois le moins pluvieux est celui de juillet avec 1,90 mm.

**Tableau 7 :** Les moyenne mensuelle des précipitations corrigées de la région de Chréa  
(période : 2000-2014).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	Cumul
P (mm)	101.6	90.5	74.0	76.4	65.4	10.9	4.1	6.8	40.4	51.4	115.0	109.5	746.0

(Source : OMN in Khenafif, 2018).

D'après le tableau 5, le mois le plus pluvieux qui ressort est le mois de novembre avec 115mm. Tandis que le mois le moins pluvieux est celui de juillet avec 4,1mm.

### 1-2-2-2- La neige

Sur l'Atlas Blidéen, le nombre de jours de neige est presque égal au nombre de jours d'enneigement, ce qui prouve que la neige ne persiste pas. L'enneigement est maximum en altitude (1550 m) où la neige atteint 50cm (Halimi, 1980).

Dans le P.N.E.K, la neige est quasiment absente, mais les températures les plus basses sont enregistrées en altitude, durant l'hiver au Djebel Ghorra (point culminant avec 1200 m d'altitude), avec environ 5 à 6 mois de gelée blanche par an (Adjami, 2008).

### 1-2-2-3- Les températures

La température représente un facteur limitant de toute première importance car, elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 1984).

La température est en général influencée par l'altitude, l'exposition, l'orientation du relief, l'éloignement de la mer, la réverbération au sol ainsi que par le couvert végétal (Chabi, 1998). Le tableau 6, concerne des données de température retenues pour le P.N.E.K.

**Tableau 8 :** Moyennes mensuelles des températures minimales et maximales enregistrées dans la région d'El Kala (période 1988-2018).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Moyenne annuelle
m (°C)	7,2	7,4	9,5	11,5	14,2	18,0	20,3	21,4	19,4	16,2	11,9	10,1	14,0
M (°C)	17,0	17,1	20,1	21,6	24,9	28,5	31,5	32,5	29,8	27,0	22,1	18,3	22,1
$(M+m)/2$ (°C)	11,5	12,1	13,9	16,4	19,9	23,8	26,7	27,3	24,7	21,5	16,8	13,3	17,1

(SOURCE : Djamai 2020)

- **m**: Moyennes des températures minimales;
- **M**: Moyennes des températures maximales;
- **(M+m) / 2**: Moyennes des températures.

Par ailleurs, pour ce qui est des températures moyennes mensuelles au P.N.C, leur minimum se situe toujours en janvier pour toutes les stations. Les températures les plus basses sont enregistrées à Chréa avec 3°C. Le maximum a lieu généralement en août, la station de Chréa s'avère donc plus fraîche en été.

Les températures maximales moyennes, du mois le plus chaud (M), varient entre 26.3° C et 33.6°C, et les températures minimales moyennes du mois le plus froid (m) oscillent entre 0.4° C et 7.3°C. (Teffahi, 2015)

**Tableau 9** : Températures moyennes mensuelles corrigées pour la région de Chréa durant la période (2000-2014).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
T moy (°C)	4.96	5.21	8.32	10.85	15.04	20.94	24.65	24.28	19.41	15.66	9.24	5.82

**Source** : ONM (2014, Modifié).

#### **1-2-2-4- La Synthèse climatique**

De nombreux auteurs ont utilisé dans leurs travaux des indices climatiques combinant divers paramètres, comme les précipitations mensuelles et annuelles, les minima et maxima thermiques et les températures annuelles, afin de définir le climat d'une région donnée et préciser ainsi son caractère dominant et son originalité (Benhalima,2016).

Pour rendre significatives les données climatiques exposées plus haut (tableaux 4, 5, 6 et 7). Plusieurs auteurs ont proposé des indices climatiques qui sont des combinaisons des moyennes des différentes composantes du climat, notamment la température et la précipitation (Emberger, 1955).

#### **1-2-2-5- Le diagramme Ombrothermique**

D'après Le Houérou (1977 et 1993), un diagramme ombrothermique est un type particulier de diagramme climatique, représentant les variations mensuelles le long d'une année, des éléments du climat d'une région (précipitation et température). En se basant sur une période donnée et permettant de mettre en évidence la durée de la période sèche.

Les diagrammes Ombrothermiques des régions d'El Kala et de Chréa, montrent l'existence de deux périodes humides et d'une période sèche, qui s'étale comme suit : la première saison humide est comprise entre le mois de Janvier et le mois de Mai, la seconde entre les mois de septembre et de décembre, avec la période sèche s'étalant entre le mois de Mai et le mois de septembre (figures 7 et 8).

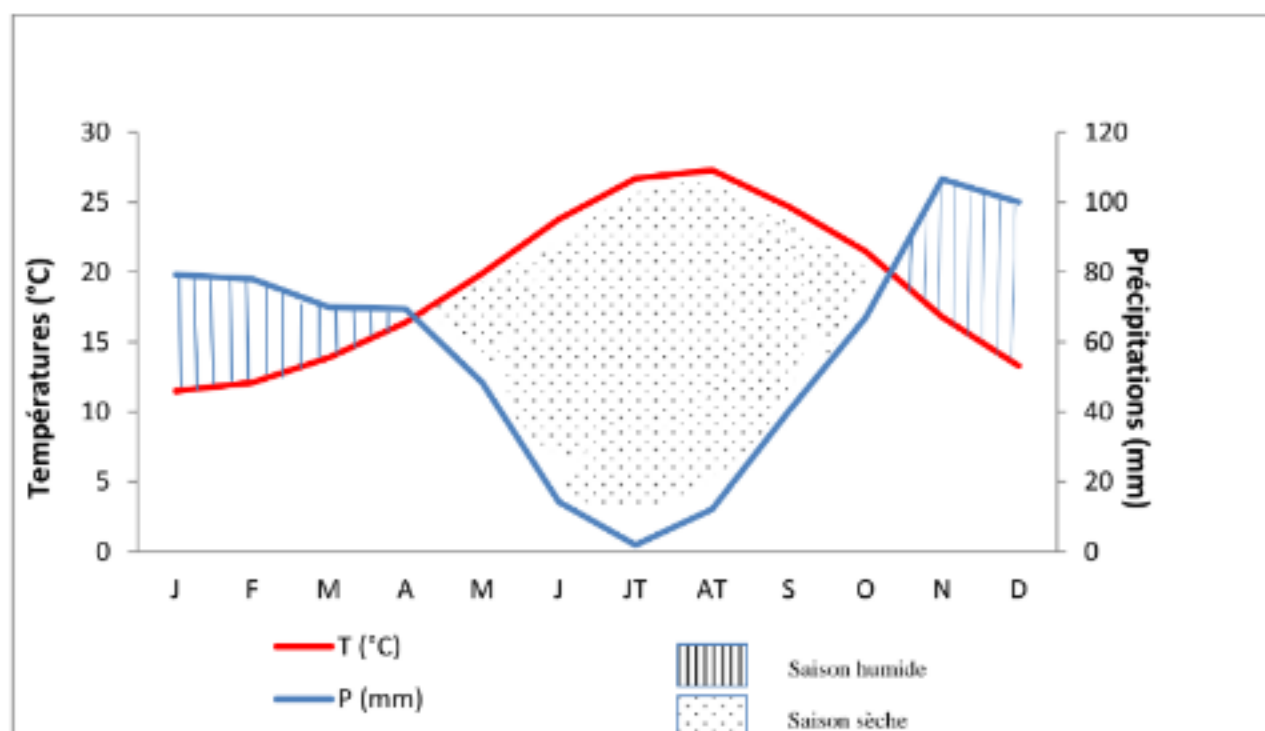


Figure 7 : Diagramme ombrothermique de la région d'El Kala (1988-2018).

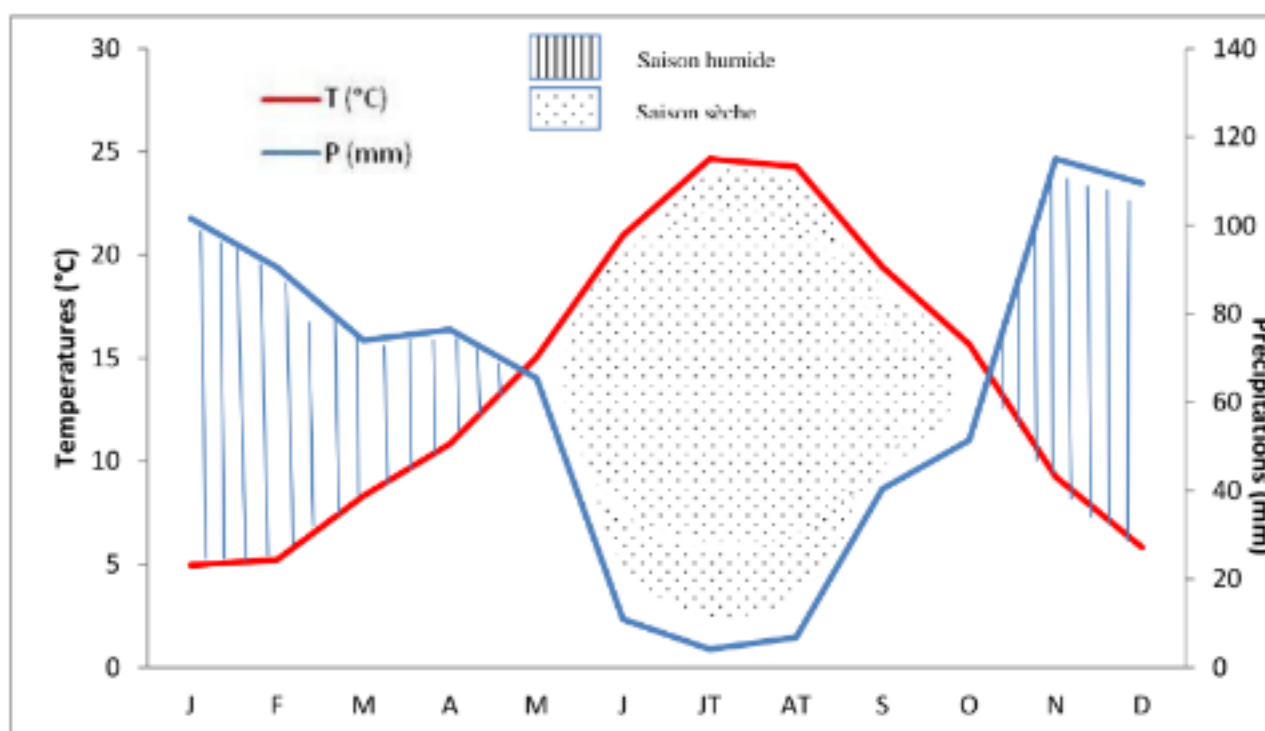


Figure 8 : Diagramme ombrothermique de la région de Chréa (1995-2004).



### **1-2-2-6- Le Climagramme d'Emberger**

Le quotient pluviothermique d'Emberger (Q) permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une région donnée et de la situer dans le climagramme. C'est un quotient qui est en fonction de la température moyenne maximale (M) du mois le plus chaud, de la moyenne minimale (m) du mois le plus froid, et de la pluviosité moyenne annuelle (P) (Emberger, 1952).

Il est calculé par la formule suivante :  $Q = 3.43 \times P / (M - m)$

où : Q : quotient pluviothermique en mm / °C

3,43: constante relative considérée pour l'Algérie et le Maroc.

M : température maximale moyenne du mois le plus chaud en °C.

m : température minimale moyenne du mois le plus froid en °C.

P: pluviométrie moyenne annuelle en mm.

L'application du quotient pluviothermique sur les données climatiques exploitées pour les deux régions, a révélé que les deux stations : El Kalaet Chréa, appartiennent à l'étage sub-humide à hiver doux (figure 9).

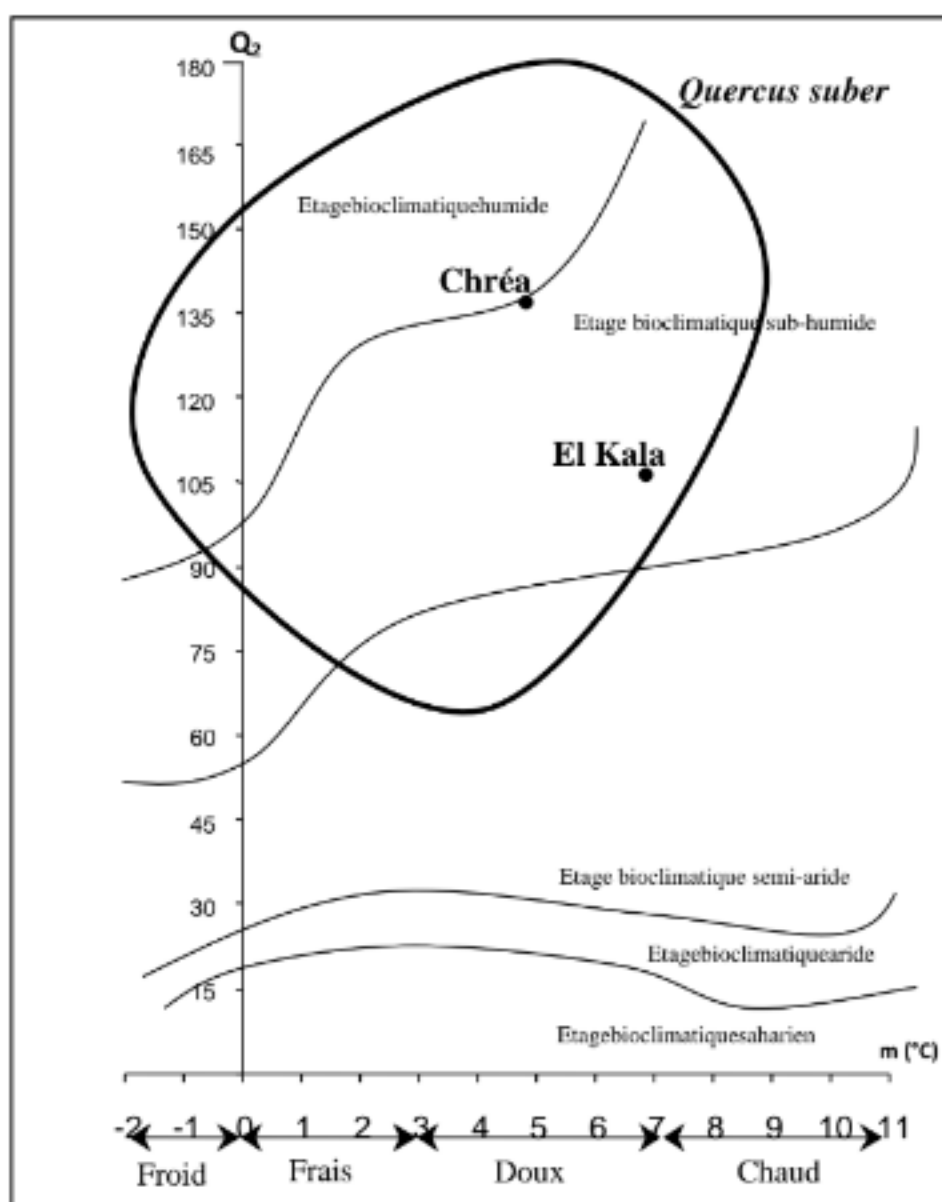
Le fait marquant (ou remarquable) qui s'impose à nous c'est que d'Ouest en Est une véritable variation bioclimatique s'établit selon deux étages de végétation bien individualisés, c'est à dire subhumide et humide à variantes tempérée et chaude.

### **1-2-2-7- Les vents**

Le vent accentue les effets des éléments du climat (température, humidité et précipitation). Il est fortement influencé par les conditions topographique locales (Ouarti, 2018).

Selon Seltzer (1946), ce sont des vents modérés soufflant du Nord-Ouest qui dominant dans la région d'El-Kala, notamment durant la période allant de juin à octobre. Cependant il est utile de relever que le Sirocco (vent du Sud) se manifeste en juillet et août surtout, mais très peu l'hiver. Ainsi, il souffle en moyenne 14,2 jours par an à El-Kala.

A Chréa, ce sont les vents du Nord-Est qui prédominent. En ce qui concerne le sirocco, il se manifeste en moyenne un à trois jours/an. (Teffahi, 2015).



**Figure 9 :** Position de Chréa et d'El Kala sur le climagramme d'Emberger. Répartition bioclimatique du chêne liège (d'après Daget, 1977).

### **1-2-3- Hydrographie**

Le Parc National d'El-Kala est caractérisé par un important complexe humide et un réseau hydrographique dense constitué par des Oueds dont les plus importants sont : Oued ElKebir, Oued El-Hout, Oued Bougous, Oued Ballouta, Oued Bouaroug ; et les lacs dont certains sont d'importance internationale tel que le lac Tonga (2700 ha), Oubeïra (2200 ha), El-Mellah (800 ha)...etc. Quant aux sources, elles sont nombreuses et réparties à travers tout le Parc. Les sources de Bouglez, Bourdim et El-Bhaim comptent parmi les plus importantes. Le climat de cette zone est de type méditerranéen (Emberger, 1971).

Le P.N.C totalise une longueur de chevelu hydrographique évaluée à 657 km linéaire, soit une densité hydrographique de 24.7ml/ha. La position géographique du site en fait donc un régulateur le plus important du cycle de l'eau dans la région centre du pays et par conséquent un réservoir hydrique vital pour cette dernière. (FAO, 2016)

Sur les versants septentrionaux, on distingue une série d'oueds d'orientation générale Sud-ouest et Nord-est qui déversent leurs eaux dans une artère de drainage collective du bassin versant de l'oued Mazafran. Parmi ces oueds on peut citer : l'oued El Kebir au nord et l'oued de la Chiffa au sud. Durant la saison sèche, le réseau d'écoulement se réduit à un simple filet d'eau, il se transforme en véritable torrent en hiver entraînant une forte érosion. Le parc renferme plusieurs points d'eau (81 sources) dont certains sont permanents (P.N.C, 1999).

### **1-3- Les facteurs biotiques**

#### **1-3-1- Richesse faunistique**

La faune est assez riche et diversifiée dans la région d'El Kala. Les études disponibles au niveau du P.N.E.K, révèlent 43 espèces de mammifères existantes ou presque la moitié du nombre d'espèces de mammifères recensées pour l'Algérie (90). 204 espèces d'oiseaux nicheurs et de rapaces, inféodés au milieu aquatique et forestier (350 espèces pour l'Algérie), 24 espèces de reptiles et amphibiens (82 pour l'Algérie) 823 espèces d'invertébrés dont 523 espèces d'insectes. Les espèces animales les plus emblématiques à la région sont le renard roux ou doré, le lynx caracal, la mangouste et l'hyène rayée. Quant au Cerf de Berbérie, c'est le mammifère le plus imposant du point de vue taille (Djamai,2020).

La Loutre *Lutra lutra* est une espèce endémique de l'Algérie et de la Tunisie. Rare et menacée d'extinction et confinée au lac Tonga, elle reste tributaire de l'intégrité de son biotope (Ghalmi 1997).

Par ailleurs, la faune du parc national de chréa compte 31 mammifères, la majorité de ces espèces sont recensées au niveau de l'habitat à chêne (64%), dont le singe magot qui constitue la principale espèce au niveau des gorges de la chiffa ou évoluent actuellement sept groupes ainsi que certaines espèces rares et endémiques comme l'hyène rayée. Avec plus de 130 espèces d'oiseaux appartenant à 35 familles différentes (FAO, 2016).

### 1-3-2- Richesse floristique

Le P.N.E.K a une superficie boisée représentant 69 % de sa surface totale. Cette couverture forestière est dominante dans toutes les communes du parc. La formation dominante est la subéraie (340 km<sup>2</sup>), suivi du maquis (17 km<sup>2</sup>). Le pin maritime est la deuxième espèce forestière (145 km<sup>2</sup>). Les plantations d'eucalyptus couvrent plus de 86 km<sup>2</sup>. L'exploitation de cette richesse (essentiellement le bois d'eucalyptus et le liège) a permis de générer des postes de travail dans la région (Grimes, 2005).

La flore du P.N.E.K. se caractérise par une grande diversité structurale ainsi qu'un haut degré d'endémisme. Avec 231 espèces rares et très rares, appartenant à 62 familles et représentant 27% de la flore du parc, soit 15% de la flore rare à l'échelle nationale. Cependant, on compte 550 Spermaphytes et 300 Cryptophytes dont 25 Fougères, 110 Champignons, 40 Mousses, 65 Algues et 50 Lichens (De Belair, 1990).

Le parc national de Chréa (P.N.C) est un ensemble d'écosystèmes boisés de grande importance. Cette situation particulière se reflète sur le plan écologique et botanique par l'existence d'une diversité biologique à grande valeur écologique. Il abrite ainsi de nombreuses espèces végétales à grande valeur écologique estimées à plus de 1600, avec des peuplements de cèdre (*Cedrus atlantica*) sur près de 1200 ha. Cette formation forestière emblématique de la région offre un micro climat particulier qui constitue le poumon de la région du centre. (FAO, 2016).

#### **1-4- Les facteurs anthropiques**

L'une des spécificités majeures des régions méditerranéennes, c'est d'avoir été l'objet, depuis la plus lointaine antiquité, d'une occupation humaine particulièrement dense. Les forêts qui les couvraient alors, ont donc, très tôt, enduré la présence de ces populations qui exigeaient tout d'elles: espace, nourriture, chauffage, matériaux de construction, pâturage,... etc.

Près d'une soixantaine d'articles (d'historiens, paléontologues, forestiers, etc...) se sont déjà penchés sur cette problématique (Bensaid et al. 2006).. En effet, l'établissement de l'Homme dans la Numidie avec ses pratiques agricoles et culturelles traditionnelles, se marque nettement dans l'étude de Benslama *et al.*(2010).

L'extension des milieux ouverts (pelouses et/ou prairies) est due principalement à l'action de l'Homme et de son bétail. En effet, les défrichements pour l'agrandissement des parcelles agricoles ou pour l'urbanisation (ouverture des routes), le surpâturage ainsi que les incendies ont toujours favorisé ce type de végétation (formations basses) aux dépens de la forêt (Belouahem, 2012).

Le sous-bois de P.N.E.K est également composé d'une multitude de produits tels que l'arbousier, le myrte, le thym et le lentisque attire des investissements pour une exploitation et la production comestible, des huiles et des PAM.

Le P.N.C est un territoire humanisé abritant une population résidente et non résidente qui participe à la fois à son utilisation (à travers divers usages agricoles ou autres) et sa sauvegarde par le biais des gestionnaires de ce patrimoine forestier particulier (FAO, 2016).

## **II- Démarche méthodologique**

### **2-1- Etude du sol**

#### **2-1-1- Choix des sites**

Pour choisir nos sites d'études, nous avons retenus comme critères, deux éléments essentiels à savoir :

- l'homogénéité de la végétation : la formation végétale ciblée est la subéraie, la présence du chêne liège avec son cortège floristique est un critère indispensable aussi bien pour les prélèvements de sol que pour l'étude de la végétation (*Cf.* Paragraphe 2.2) ;
- l'accessibilité au site afin de pouvoir se déplacer aisément avec le matériel transporté.

Ainsi, et suite à une investigation du terrain, deux sites présentant une physionomie similaire, ont pu être choisis, dans les deux régions retenues par la présente étude. Il s'agit de :

- la forêt de Oued Abbarar, située dans la région de Chréa .
- la forêt d'Ain Bergougala, située dans la région d'El Kala (Figure10).

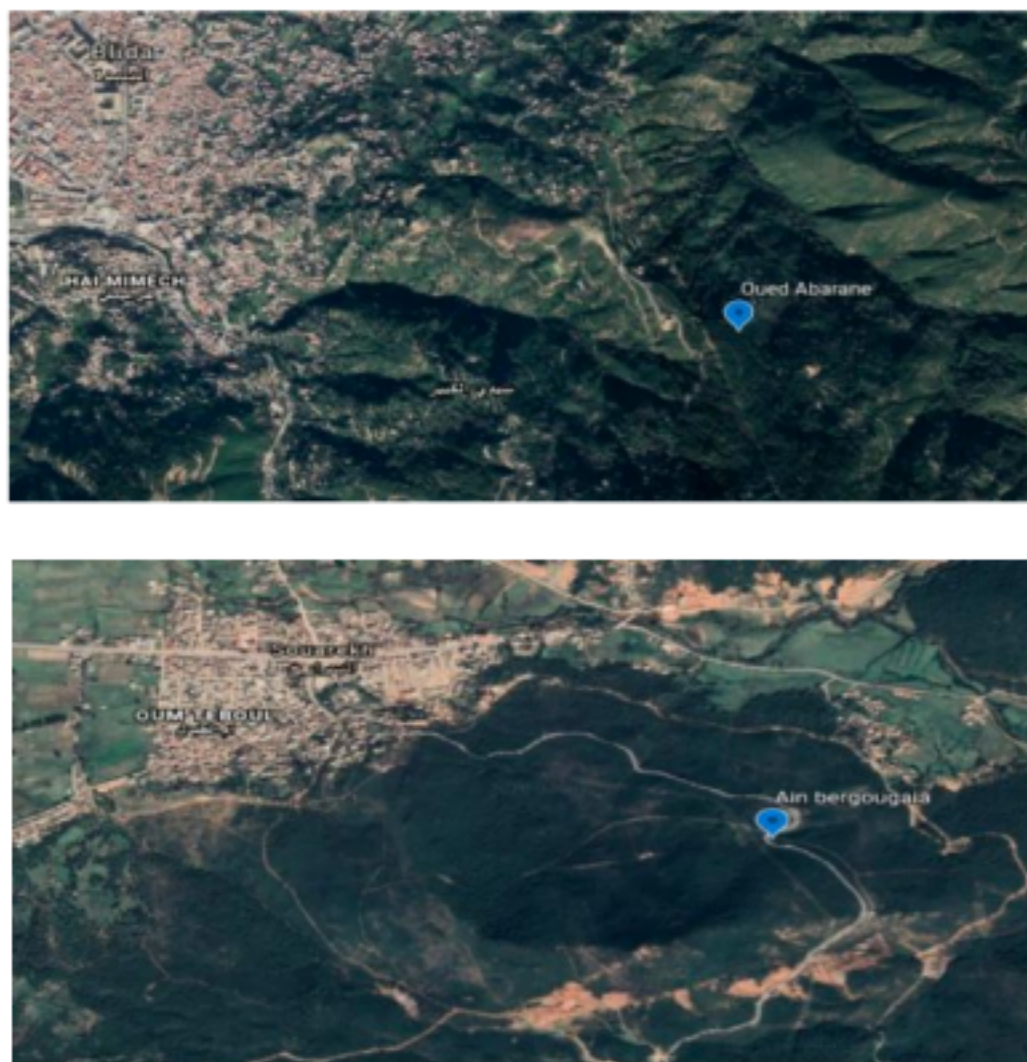


Figure 10 : Localisation des sites d'étude (Google earth, 2020).

### 2-1-2- Réalisation de profils pédologiques

Bourguignon et Bourguignon (2008), définissent le profil du sol comme étant des fosses pédologiques, permettant d'étudier les différents horizons du sol. Ces derniers se présentant en tranches parallèles à la surface, sont nécessaires à observer pour décrire un sol (Figure 11).

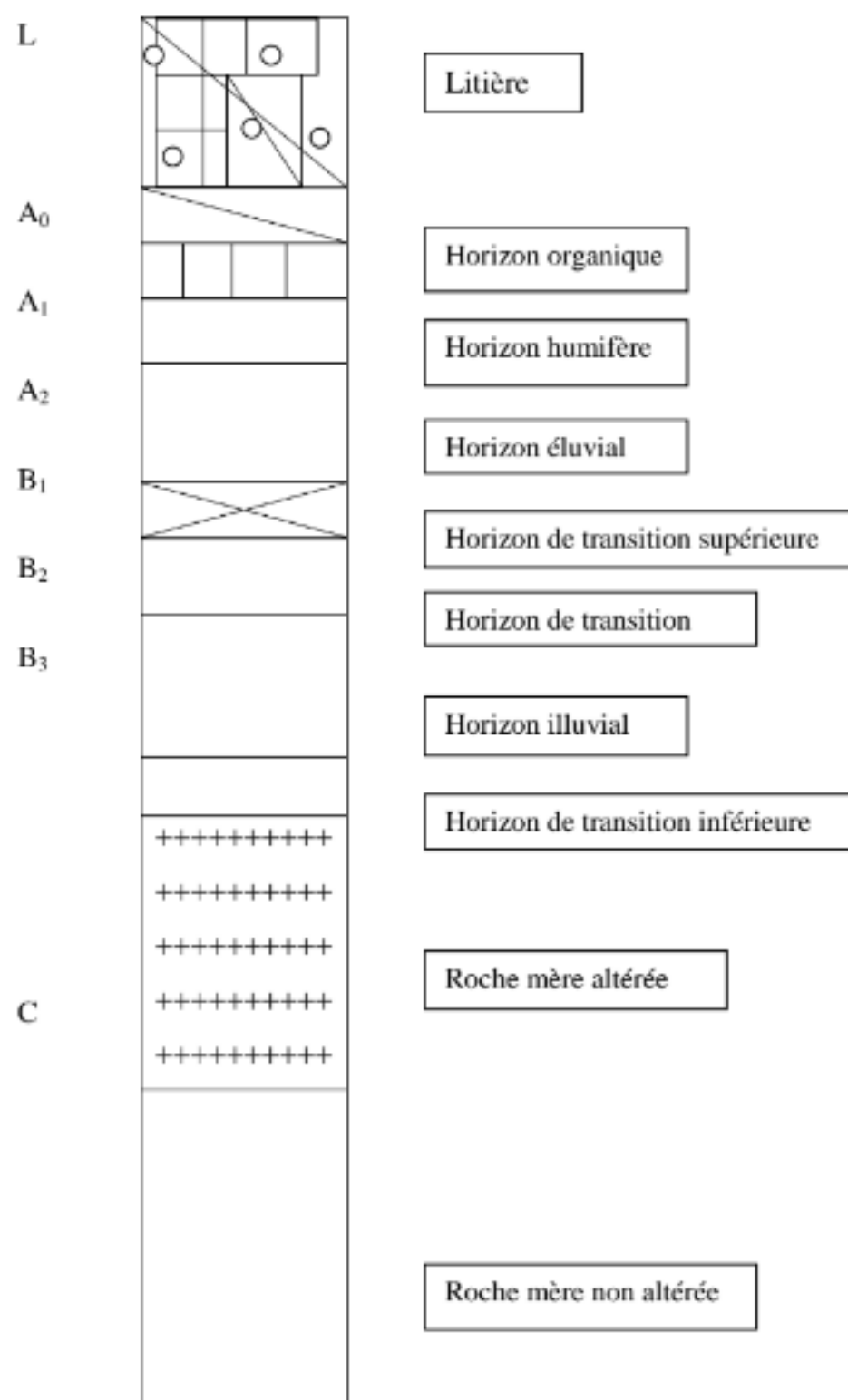


Figure 11 : Profil pédologique schématique de type ABC. (Bourguignon et Bourguignon, 2008).

### 2-1-2-1- Matériel utilisé

Afin de réaliser nos profils pédologiques, nous nous sommes munis du matériel suivant :

- un GPS
- un marteau
- une tarière pédologique
- une truelle
- un couteau
- un mètre ruban
- des sachets en plastique
- des étiquettes
- de l'acide chlorhydrique (Hcl)

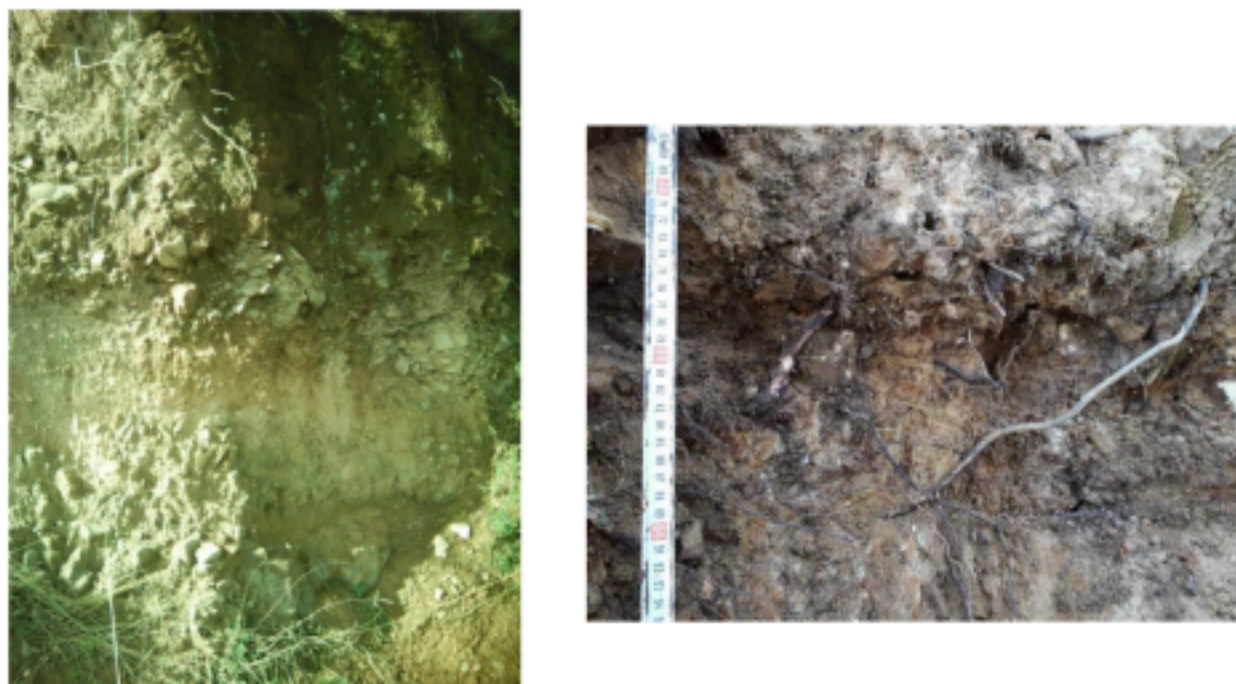
### 2-1-2-2- Méthode des prélèvements pédologiques

Avant d'entamer le travail sur terrain, nous nous sommes fixé sur les deux objectifs suivants :

- creusage d'un trou de 70 cm de profondeur dans le sol pour observer le profil pédologique (identification des horizons) ;
- identification et analyse des horizons du profil à travers six (06) caractéristiques établies pour chaque horizon (le P<sup>H</sup>, structure, couleur, consistance, texture, présence de racine et de cailloux, présence de petits animaux et insectes).

Afin de faciliter la tâche, nous avons évité de creuser le profil, nous avons essayé de repérer les talus se trouvant à l'extrémité des massifs forestiers, sur les bords de pistes ou de routes (Zemmouri, *Com. Pers.*). Ces structures se présentent sous forme d'une coupe verticale, qu'il fallait juste rafraichir de haut en bas, à l'aide d'un marteau pour enlever la couche superficielle qui a pu se salir ou se dessécher. Réalisant ainsi, des conditions similaires aux profils pédologiques creusés (Figure 12).





**Figure 12 :** Profil pédologique : identification des différents horizons (Original, 2020).

Nous nous sommes munis du mètre ruban, pour mesurer la profondeur du profil, et ce jusqu'à arriver à la roche mère.

Ensuite la délimitation des horizons selon leurs couleurs et marquer les transitions. Il était particulièrement important de déterminer la profondeur des horizons (A, B et C), d'effectuer également des observations complémentaires relatives à la porosité, l'activité biologique, l'enracinement,... etc., qui ont été jugées nécessaires pour la description.

C'est au niveau de chaque horizon qu'un prélèvement fut effectué, commençant par l'horizon le plus profond, en continuant graduellement jusqu'à remonter en surface, pour éviter une éventuelle interférence entre les particules et les éléments constituant les différents horizons, assurant ainsi, une bonne représentativité des échantillons récoltés.

Chaque échantillon a été récupéré à l'aide d'une truelle et mis dans des sachets en plastiques (de contenance de 1kg), soigneusement numérotés, datés et localisés.

La présence ou l'absence du calcaire dans le sol, a été testée à l'aide de l'acide chlorhydrique (Hcl). Ce dernier a été aspergé sur la surface de l'horizon. La réaction révélant ou pas une effervescence, aidera à situer la tendance calcaire du sol en question.

Le même protocole a été réalisé sur les deux zones d'étude, en l'occurrence Chréa et El Kala.

### 2-1-2-3- Conditionnement

Chaque échantillon a été mis à sécher rapidement après le prélèvement (1 à 2 jours), le séchage a eu lieu à l'abri à l'air libre, pendant environ une semaine. Les échantillons ont ensuite été tamisés au tamis. Afin d'effectuer des analyses physico-chimiques nécessaires, et mieux comprendre ainsi le fonctionnement, la nature et l'état du sol en question.

### 2-1-2-4- Analyse des échantillons récoltés

En fonction de la disponibilité d'appareils et de réactifs chimiques nécessaire, les échantillons récoltés seront analysés au laboratoire pour définir quelques paramètres pédologiques indispensables pour dégager les propriétés physico-chimiques de nos sols. Les principaux éléments édaphiques retenus sont :

- **Le calcaire total**

Le calcaire total est dosé par la méthode gazométrique. Cette méthode utilise le calcimètre de Bernard. L'échantillon est attaqué à l' HCl. On mesure le volume de CO<sub>2</sub> dégagé ; une Mole de CO<sub>2</sub> correspondant à une mole de CaCO<sub>3</sub>.



**Figure 13 :** Le calcimètre de Bernard (ZemmouriCom. Pers).

- **Le PH du sol**

Le pH ou potentiel Hydrogène est une mesure de l'acidité du sol. C'est un paramètre qui mesure la concentration des protons  $H^+$  qui sont fixés sur le complexe argilo-humique. La mesure est effectuée sur une suspension terre/solution soit dans le témoin soit dans des solutions normales de KCl par la méthode électro métrique au moyen d'un pH -mètre à lecture directe



**Figure 14 :** pH mètre (ZemmouriCom. Pers).

- **Conductivité électrique CE**

La salinité globale est ordinairement exprimée par la conductivité électrique ou conductance spécifique d'une solution entre deux électrodes de  $1\text{ cm}^2$  de surface, distance de 1cm. Il est bien connu que les solutions salines, à l'opposé des solutions pures, sont plus conductrices de courant électrique. La conductivité électrique est mesurée par le conductimètre.



**Figure 15 :** Conductimètre (ZemmouriCom. Pers).

- **La Matière organique (MO): La Méthode Anne**

Le dosage de la matière organique est réalisé à partir du dosage de l'un de ses constituants: le carbone organique. Le carbone organique (CO) est estimé à 58% de la matière organique (MO) d'où:

La méthode de détermination du carbone organique est basée sur l'oxydation de ce dernier par le bichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_7$ ) en milieu acide sulfurique.

- **Le phosphore assimilable la Méthode (JORET-HERBERT)**

La détermination du phosphore assimilable se fait on agitant 4g de sol avec une Solution d'oxalate d'ammonium  $[(NH_4^+)_2C_2O_4 \cdot H_2O]$  à PH = 7 pendant 2 heures ,dosage se fait aussi par un photomètre ultraviolet

### **2-1-3- Méthode d'étude de la banque de graines**

Pour évaluer le potentiel de contribution de la banque de graines dans la constitution de la biomasse végétale des subéraies, nos sites d'étude ont fait l'objet de prélèvements supplémentaires d'échantillons de sols.

Il s'agit de mettre en évidence une technique d'émergence, retenue pour étudier la banque de graines des sols. Elle consiste à placer en incubation des échantillons de terre, afin de compter et d'identifier les plantules qui apparaissent (Lecketal., 1989). Ces auteurs, préconisent cette méthode, compatible dans le cas d'une étude réalisée au niveau d'une communauté végétale. C'est-à-dire, lorsque l'ensemble du stock des semences d'un peuplement, et non d'une population bien spécifique, est considéré. Cette méthode ne donne pas tout le stock de semences contenues dans le sol mais permet de connaître (ou d'évaluer) proportion des espèces formant la banque de graines.

### 2-1-3-1- Prélèvements des échantillons de sol



**Figure 16** : Dispositif de récolte d'échantillon de terre, pour étude de la banque de graines (Original, 2020).

Dans chaque site, des prélèvements ont été réalisés dans des placettes choisies de manière aléatoire. Chaque échantillon de sol correspond à une surface de (20\*25) cm de côté sur 5cm de profondeur de sol minéral (Figure 13). Certains auteurs considèrent, l'importance des cinq premiers centimètres du sol dans l'étude de la banque de graines, et estiment que ce stock germinatif diminue avec la profondeur (Leck *et al.*, 1989 in Taton et Bonnet, 2003; Archibold, 1979; Zabiewicz et Gaskin, 1978). La litière a été éliminée des prélèvements car elle contiendrait peu de diaspores Boulet (1985). En outre, elle est toujours consommée (ainsi que les semences contenues) lors des incendies.

Les prélèvements ont été divisés en deux strates selon la profondeur 0-2 cm (strate 1) et 2-5 cm (strate 2). Le nombre d'échantillons à récolter, devait s'effectuer sur cinq placettes circulaires choisies aléatoirement d'environ deux ares, à raison de trois échantillons par placette : 15 échantillons de sol par site aurait fait l'objet d'une incubation, pour observer les germinations. Vu les circonstances sanitaires relatives à la pandémie (Covid-19), seuls trois échantillons de sols par site ont pu être récupérés (au total six sur les deux régions), soit seulement 20% du protocole expérimental achevé.

Les échantillons de sol, ont été prélevés durant la première quinzaine du mois de mars et disposés dans des sacs plastiques scellés pour le transport. A cette période printanière, toute dormance psychrolabile des graines est sensée être levée.

### **2-1-3-2- Incubation**

Le protocole expérimental décrit ci-dessous n'a pas pu être appliqué rigoureusement, vu les conditions de confinement imposées par la pandémie et l'impossibilité de poursuivre convenablement notre expérimentation.

Les échantillons de sol devaient être étalés sur un centimètre d'épaisseur dans des bacs de germination de dimension (50\*25) sur une couche de sable stérile. Ils sont censés être placés par la suite dans une serre, protégés des apports extérieurs par une gaze. L'incubation devait se faire à une température ambiante, dépendant des conditions d'ensoleillement et de température à l'extérieur de la serre, ils devaient être soumis à une photopériode naturelle et bénéficier d'arrosages réguliers avec de l'eau de pluie. Ainsi, les conditions de germination sont favorables et les pertes par prédation, sécheresse, gelée,... etc., sont évitées.

Les observations devaient être effectuées chaque semaine. Lors des observations, les positions des bacs doit être inter-changées, afin d'éliminer un quelconque effet de lumière et de température suivant leur situation dans la serre (Trabaud, 1994).

Cependant, et suite à l'entrave causée par les conditions sanitaires précitées, nous avons néanmoins essayé d'étaler nos échantillons dans des endroits à l'abri de la chaleur, et arrosé de manière régulière, pour tenter d'observer des germinations.

Les résultats n'ont pas été significatifs. De ce fait, la banque de graine s'est avérée, comme étant une initiation d'un essai non abouti, suite à un processus expérimental non achevé.

### **2-2- Echantillonnage de la végétation épigée**

En parallèle à l'étude pédologique engagée dans le site d'Oued Abarane (Chréa), nous avons réalisé des relevés floristiques par le biais d'un échantillonnage subjectif (Braun Blanquet, 1952 ; Guinochet, 1973 ; Chevalier *et al.*, 2010). Ce type d'échantillonnage consiste à choisir au niveau de chaque station, des échantillons paraissant les plus représentatifs et

suffisamment homogènes. Intégrant ainsi, l'ensemble des situations structurales et de faciès de végétation rencontrés.

Nos relevés floristiques ont été exécutés sur des surfaces déterminées grâce à l'aire minimale ; cette dernière a été fixée pour les forêts de chêne liège à 100 m<sup>2</sup> (Zeraïa, 1982 et Khelifi, 1987). Cette surface a été retenue lors de la réalisation des relevés floristiques, en respectant les conditions d'homogénéité géomorphologiques et floristiques. Pour certains relevés, où la densité de la végétation rendait les déplacements difficiles, la délimitation d'une telle surface était impossible.

Pour chaque relevé, la liste floristique des plantes supérieures est réalisée et chaque espèce est qualifiée par le coefficient d'abondance - dominance de Braun Blanquet (1952) :

**5** : recouvrement supérieur à 75%, abondance quelconque.

**4** : recouvrement de 50% à 75%, abondance quelconque.

**3** : recouvrement de 25% à 50%, abondance quelconque.

**2** : espèce très abondante, recouvrement supérieur à 5%.

**1** : espèce peu abondante.

**+** : espèce très peu abondante, recouvrement faible.

Il n'a pas été possible de réaliser dans de bonnes conditions des relevés de végétation pour le site d'Ain Bergougaya (El Kala), lors de la campagne de récolte des échantillons de sol. Afin de mettre en évidence la relation sol - végétation, nous utiliserons des relevés floristiques effectués antérieurement (Ouelmouhoub, 2014, *Com. Pers.*). Considérant une stabilité relative de la phytomasse, après avoir constaté l'absence de perturbation majeure, les incendies plus particulièrement, durant les six dernières années.

La campagne d'échantillonnage a été fixée initialement pour le printemps de l'année 2020, période où la plupart des espèces végétales trouvent leur optimum de développement. Ce qui faciliterait l'identification des taxons non reconnus sur terrain.

Nous étions contraints de limiter notre investigation à la mi-mars de l'année en cours, durant cette période, nous avons pu constituer 15 relevés floristiques répartis sur les deux sites retenus.

Pour certaines espèces dont l'identification a été délicate (les herbacées annuelles en particulier), nous avons eu recours principalement à la flore de Quézel et Santa (1962-1963).

## Chapitre 3 : Résultats.



## **1- Bilan des données récoltées**

Le travail sur terrain a été amorcé au courant du mois de Février 2020, le repérage des sites s'est fait suite à une première investigation concernant la région de Chréa. Laquelle région a été placée en priorité, au vue de sa proximité. Nous avons pu réaliser huit relevés floristiques et un profil pédologique dans la subéraie d'Oued Abbarar.

Pour la région d'El Kala, et malgré le confinement imposé par la pandémie Covid-19, nous avons pu réaliser un profil pédologique dans des conditions similaires (sur le plan homogénéité floristique) à celles retenues pour l'Atlas Blidéen, s'agissant en l'occurrence de la forêt d'Ain Bergouguaia. Pour la biomasse végétale, nous avons pu exploiter sept relevés floristiques réalisés au printemps de l'année 2014 (Ouelmouhoub, Com. Pers.).

Le dépouillement de la matrice des 15 relevés floristiques retenus, a pu révéler sensiblement le même nombre de taxons pour les deux stations d'étude à savoir : 46 espèces pour Chréa et 47 espèces pour El Kala, avec un lot de 21 espèces communes entre les deux régions. La richesse floristique totale maintenue pour l'analyse, est donc de 72 espèces (Annexe 1).

Quant aux profils pédologiques réalisés, nous sommes contraints de présenter seulement les résultats de la région de Chréa, où les échantillons de sols ont pu être analysés à l'École Supérieure des sciences Agronomiques d'El Harrach, alors que les échantillons de sols récoltés à l'est du pays, n'ont pas pu être analysés dans aucun laboratoire, vu les conditions sanitaires particulières précitées.

## **2- Analyse floristique**

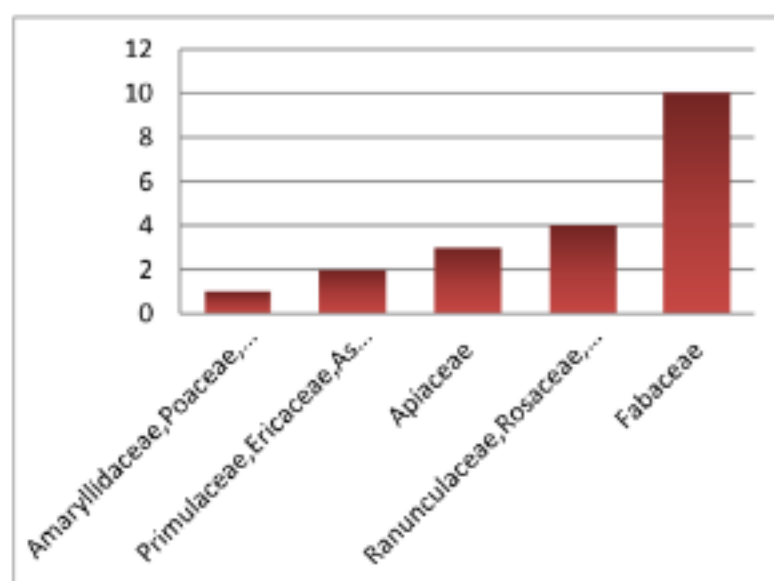
### **2-1- Répartition des taxons par famille**

Les investigations menées sur le terrain ont permis l'élaboration du tableau 10, qui montre la répartition des 72 espèces recensées selon leur appartenance aux différentes familles botaniques (Figure 17).

**Tableau10** :Nombre d'espèces recensées pour chaque famille botanique

Familles	Nombre d'espèces
Amaryllidaceae,Poaceae,Araceae,Cistaceae,Convolvulaceae,Cytinaceae,Thymelaeaceae,Dioscoreaceae,Onagraceae,Geraniaceae,Iridaceae,Araliaceae,Hypericaceae,Linaceae,Myrtaceae,Orchidaceae,Oleaceae,Pinaceae,Anacardiaceae,Polygalaceae,Polytrichaceae,Dennstaedtiaceae,Rhamnaceae,Rubiaceae,Selaginellaceae,Smilacaceae,Urticaceae,Adoxaceae,Violaceae	1
Primulaceae,Ericaceae,Asparagaceae,Gentianaceae,Caprifoliaceae,Rubiaceae,Fagaceae	2
Apiaceae	3
Ranunculaceae,Rosaceae,Asteraceae,Lamiaceae	4
Fabaceae	10

Source : Données personnelles.



**Figure 17** : Répartition des taxons recensés par famille.

Parmi les 42 familles, la famille des fabacées occupe la première place avec 10 espèces, suivie par la famille des Ranunculacées, Rosacées, Asteracées, Lamiacées avec 4 espèces pour chacune.

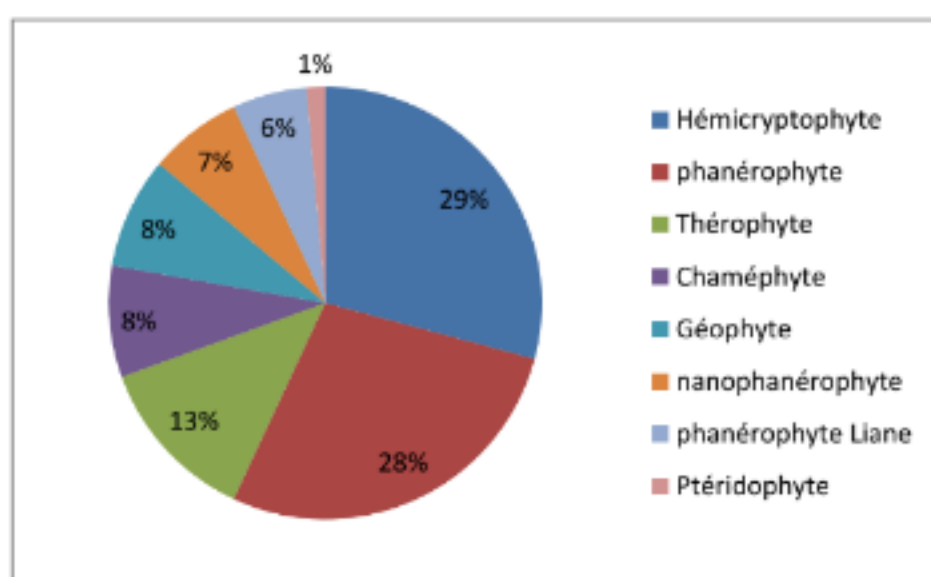
La famille des Apiacées est représentée par 3 espèces. En ce qui concerne la famille des primulacées, des Ericacées, des Asparagacées, des Gentianacées, des Caprifoliacées, des Rubiacées et des Fagacées, elles sont représentées par 2 espèces chacune.

Parmi les 29 familles restantes, nous pouvons citer : les poacées, les Cistacées, les Oléacées, les Violacées ... etc., qui sont représentées par une seule espèce chacune.

## 2-2- Types biologiques

Les types biologiques sont des caractéristiques morphologiques grâce aux quelles les végétaux sont adaptés au milieu dans lesquels ils vivent (Dajoz,1996).

Selon Raunkiaer (1904-1905), les types biologiques sont considérés comme étant des stratégies adaptatives de la végétation aux conditions du milieu. Selon Gaussen *et al.* (1982) Le spectre biologique est le pourcentage des divers types biologiques recensés (figure 18).



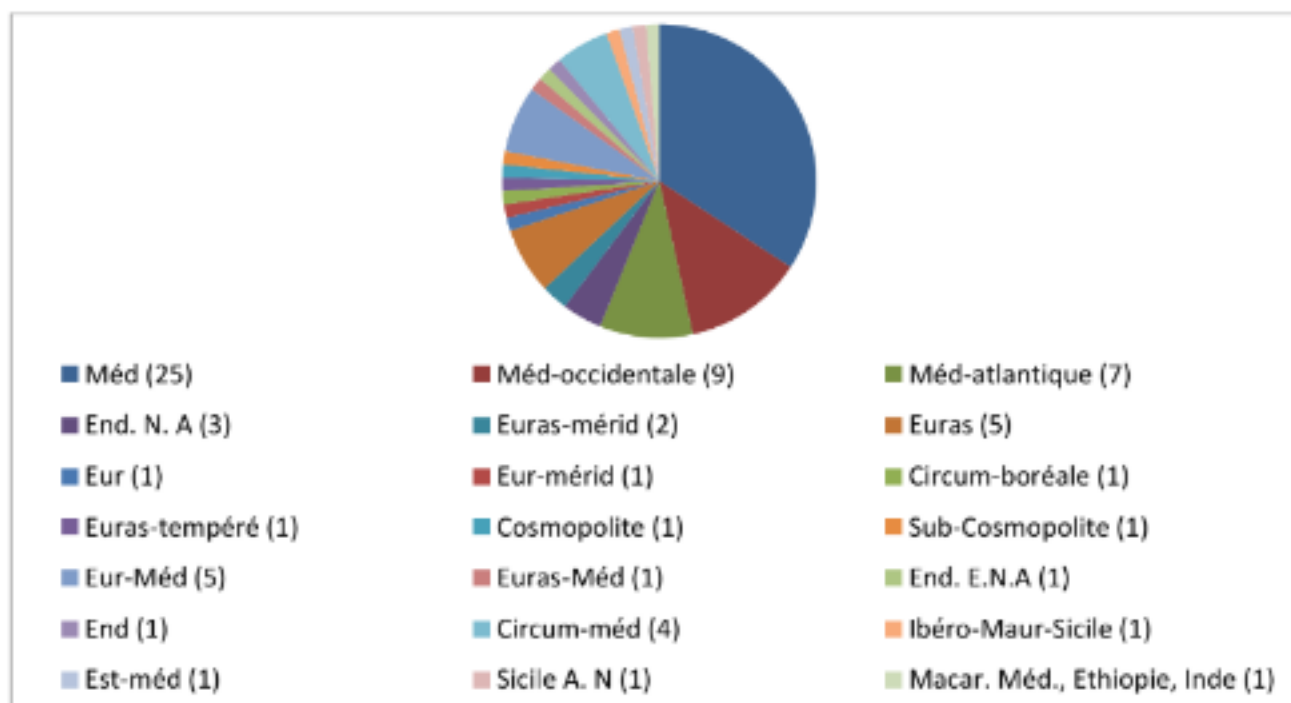
**Figure 18 :** Répartition des espèces selon le type biologique

Le spectre biologique des espèces inventoriées met en évidence que les Hémicryptophytes avec 29% et les Phanérophytes avec 28% des espèces sont proches, ce qui explique la richesse du sol en matière organique. Suivis des 13% de Thérophytes qui témoignent la thérophytisation ont pour origine le phénomène d'anthropisation. Quant aux Chaméphytes et les Géophytes avec 8% chacun, alors que les nanophanérophytes et les phanérophytes lianes

sont respectivement de 7% et 6% et en dernier les ptéridophytes sont en minorité : 1% des espèces observées.

### 2-3- Origine biogéographique

La biogéographie est définie comme étant l'étude et la compréhension de la répartition des organismes vivants à la lumière des facteurs et processus présents et passés (Hengeveld, 1990).

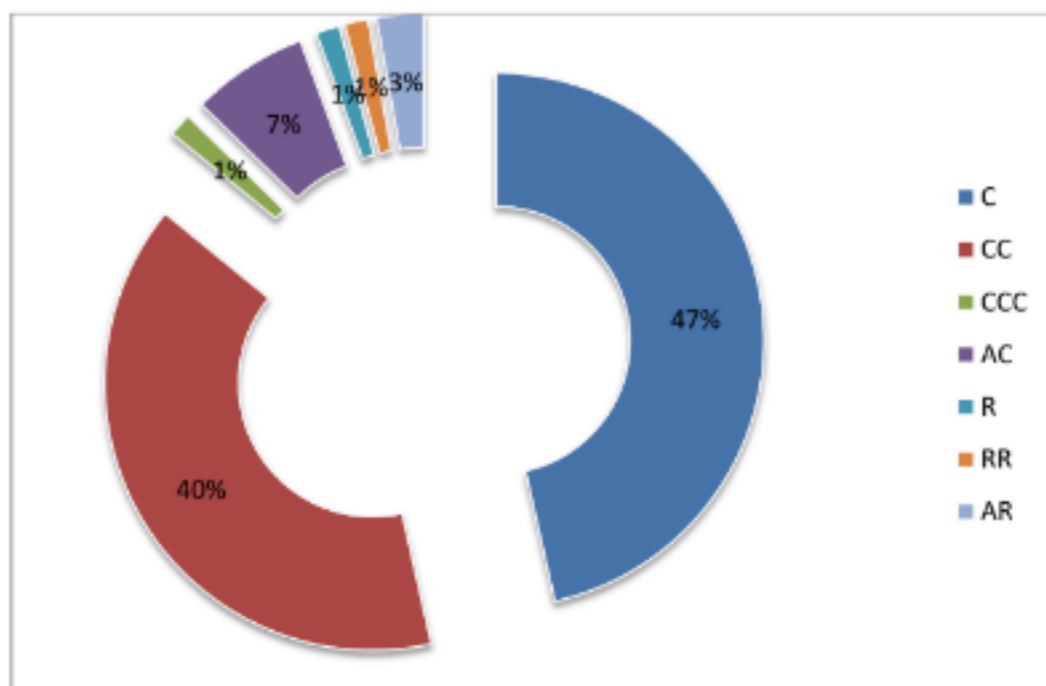


**Figure19 :** Origine biogéographique des espèces

Près de 35% des espèces (25 espèces) de la flore recensée sont d'origine méditerranéenne, 9 espèces d'origine méditerranéenne occidentale et 7 espèces d'origine méditerranéenne-atlantique. 5 espèces pour chaque origine Eurasiatique et Eurasiatique méditerranéenne. En ce qui concerne l'origine Circum méditerranéenne, elle est de 4 espèces. Quant aux espèces endémiques du nord de l'Afrique on compte 3 espèces. Et une espèce pour le reste des origines révélées.

### 2-4- Degré de rareté

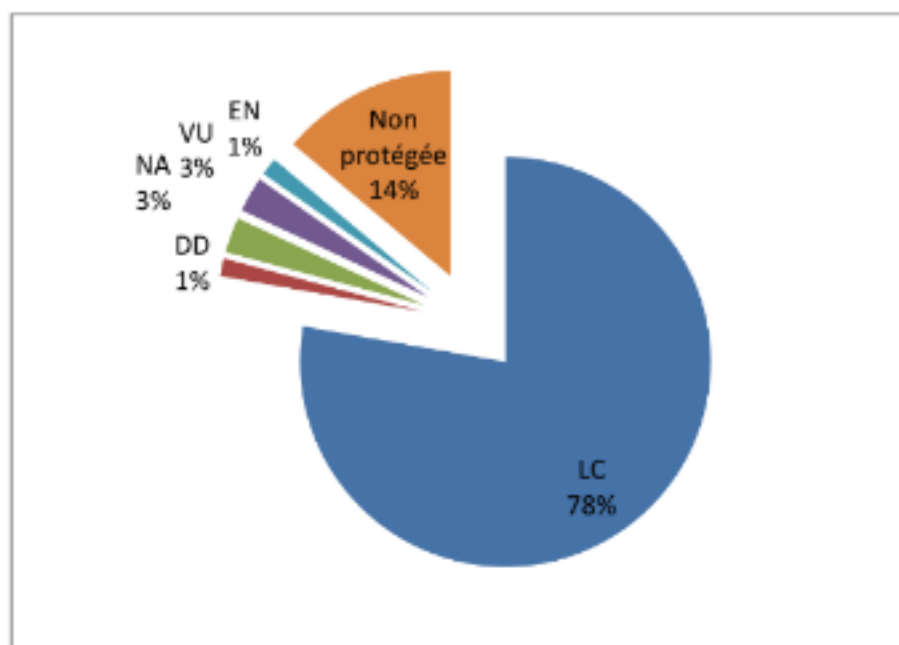
Le degré de rareté, le nombre d'espèces disparues ou protégées, permettant d'obtenir des outils pertinents de suivi de l'état de la biodiversité.



**Figure 20** : Degré de rareté des végétaux

Les végétaux communs sont les plus observés avec un taux de 47%, suivis par les trèscommuns de 40%. On retrouve une seule espèce classée dans la catégorie rare : le *Prunus avium* ; et une dans la catégorie très rare représentée par le *Blackstonia perfoliata*.

### 2-5- Statut des espèces



**Figure 21** : Statut des espèces selon l'IUCN

En analysant la figure 21, il ressort que :

- 78% des espèces sont classés dans la catégorie préoccupation mineure (LC) du statut d'IUCN ;
- *Teucrium fruticans* est la seule espèce classée dans la catégorie en danger (EN) représentée par 1% ;
- 3% pour chacune des catégories : vulnérable (VU) et non applicable (NA) ;
- 1% des espèces pour la catégorie : données insuffisantes (DD) ;
- 14% des espèces recensées ne sont pas apparues dans la liste de l'IUCN.

### 3- Analyse pédologique

#### 3-1- Description des profils

##### 3-1-1- Subéraie de Oued Abbarar

**0 - 30 cm (Horizon A) :** couleur brun foncé, texture sableuse, structure polyhydrique friable, présence de résidus et humus, poreux, effervescence à l'HCl nulle.



Figure 22 : Horizon A (0-30 cm)

**30 - 70 cm (Horizon C) :** couleur brune grisâtre, texture sableuse avec une présence de gravier, structure particulière (roche altérée), très pauvre en matière organique, très poreux, pas de réaction à l'HCl.

**70-120cm (la roche mère) :** schisteuse.

##### 3-1-2- Subéraie de Ain Bergougaiia

**0-16cm (horizon A<sub>0</sub>) :** couleur brune, texture sableuse, structure particulière, présence de résidus et humus, poreux, effervescence à l'HCl nulle.



Figure 23 : Horizon A<sub>0</sub>

**16-52cm (horizon A<sub>1</sub>):** couleur brune jaunâtre, texture sableuse, très poreux, présence des galeries, chevelu racinaire intense(fines) pas de réaction à l'HCl.



Figure 24 : Horizon A<sub>1</sub>

**52-75cm (horizon A<sub>2</sub>) :** couleur jaune, texture sableuse, structure particulaire, très pauvre en matière organique, très poreux, pas de réaction à l'HCl.



Figure 25 : Horizon A<sub>2</sub>

**75-90cm (horizon B) :** couleur brune rougeâtre, texture argileuse, Structure particulaire dure et compacte, pauvre en matière organique, peu poreux, pas de réaction à l'HCl.



Figure 26 : Horizon B

**90-120cm (horizon C) :** pierreux issu de l'altération de la roche mère (grès et argile de Numidie) avec présence de taches ocres, grises, jaunes. Effervescence à l'HCl nulle.



Figure 27 : Horizon C

### 3-2- Analyse de paramètres

Comme signalé plus haut, l'analyse des échantillons récoltés au laboratoire n'a concerné que la région de Chréa, où nous avons pu définir les paramètres regroupés dans le tableau 11.

**Tableau 11** : Résultats de l'analyse pédologique des échantillons de sol récoltés à Chréa.

	<b>L</b> Litière (carotte)	<b>H1</b> 0 cm- 35 cm	<b>H2</b> 35 cm- 105 cm	<b>H3</b> 105 cm- 125 cm
<b>p<sup>H</sup></b>	6.7 (sol neutre)	5.7 (sol acide)	6.9 (sol neutre)	6.7 (sol neutre)
<b>Carbone (%)</b>	-	3.198 %	1.23 %	1.107 %
<b>Matière organique (%)</b>	-	5.5 % (sol	2.12 %)	1.904 %
<b>Conductivité (ms)</b>	0.2 ms Sol non salé	0.1 ms Sol non salé	0.3 ms Sol non salé	0.2 ms Sol non salé
<b>Calcaire (%)</b>	1.445 % Sol non calcaire	0.72 % Sol non calcaire	0.73 % Sol non calcaire	2.16 % Sol non calcaire
<b>Phosphore (ppm)</b>	0.289 ppm Très faible	0.321 ppm Très faible	0.292 ppm Très faible	0.308 ppm Très faible
<b>Granulométrie</b>	Sol limoneux fins	Sol limoneux Très fins	Sol limoneux fins	Sol limoneux Très fins

Source : Données personnelles.

A la lecture de ce tableau, il ressort que dans le sol de la subéraie de Oued Abbarar :

- le P<sup>H</sup> est globalement neutre, tendant légèrement vers l'acidité ;
- le carbone et la MO diminuent au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la litière, mais maintiennent des seuils permettant de juger d'une bonne incorporation de la MO et la séquestration du Carbone, même en allant en profondeur ;
- la conductivité se situe entre 0,1 et 0,3 ms, révélant une tendance non salée ;
- les teneurs en Calcaire et Phosphore sont faibles ;
- la texture limoneuse (sols limoneux fins à très fins) est dominante.



#### **4- Synthèse et conclusion**

Dans les deux subéraies étudiées, le patrimoine floristique inventorié reste non négligeable. Les conditions édaphiques semblent convenir à la biomasse végétale installée, malgré la particularité des deux régions situées dans deux contextes différents.

Au niveau du Tell, la subéraie de Oued Abbarar située à une altitude moyenne de 700 m, présente un territoire exigü, mais bénéficie de conditions écologiques favorable au maintien d'une diversité végétale assez importante, avec son exposition nord, l'influence de l'altitude et de l'humidité provenant du littoral. Toutefois, le qualificatif de relique lui reste associé, vu l'étendue modeste de ses groupements sur l'ensemble de la région de Chréa.

Par ailleurs, la région d'El Kala représente l'une des aires naturelles de répartition du chêne liège au niveau de la Méditerranée. La répartition de l'essence est plus importante, la subéraie se présente sous divers stades dynamiques : allant des stades les plus dégradés au stade climacique. Le cortège floristique s'installe aisément sur des sols gréseux (grès de Numidie), très favorable à l'entretien de sa biomasse végétale.

Les éléments de comparaison reste pas assez complets vu l'interruption forcée de notre expérimentation, mais offre des pistes intéressante pour poursuivre ce travail dans de meilleures conditions.

## Conclusion générale

## **Conclusion générale**

A travers les résultats obtenus, un certain nombre de conclusions peuvent être dégagées au sujet de la biomasse végétale existante au niveau des deux subéraies étudiées.

L'analyse de la végétation nous a permis de préciser la distribution des espèces et de dégager quelques composantes botaniques. La dualité entre les différents domaines de la région méditerranéenne est traduite par la dominance de quatre groupes de familles : les Fabacées par un ensemble de dix espèces, les Ranunculacées, les Rosacées, les Asteracées, les Lamiacées par quatre espèces chacune. Ensuite les Apiacées avec seulement trois espèces.

Ce brassage d'éléments donne une végétation du type He > Ph > Th >Ch> Ge.

La Thérophytisation des structures végétales fait penser à la dégradation de certains écosystèmes qui ont tendance à se transformer en pelouses (Bouazza et al, 1998). Alors que les phanérophytes nous renseignent sur le pâturage. La diminution de leur fréquence voire de leur nombre, est signe d'un phénomène de surpâturage.

Sur le plan biogéographique c'est l'élément méditerranéen qui domine la zone d'étude avec un pourcentage de 34%, la seconde position revient à la méditerranée occidentale de 12%, la troisième position est celle du méditerranée atlantique avec 10%.

Ce travail a consisté également à caractériser la matière organique, ainsi que les autres paramètres physico-chimiques du sol, dans les deux parcs (PNEK, PNC), il est informatif et utile surtout sur la biodiversité et la richesse des deux régions. Les principaux paramètres édaphiques participant à la diversité du tapis végétal relèvent essentiellement de la matière organique et de la granulométrie.

L'observation de profil pédologique de Oued Abbarar (PNC) a démontré que le sol est dégradé, avec une superposition de deux horizons seulement (horizon A et horizon C) sur une roche mère schisteuse. Tandis que celui de Ain Bergougaya (PNEK) est un sol évolué avec les différents horizons et une grande activité biologique traduite par une forte porosité en dessus d'une roche mère gréseuse (Selmi ; 1985).

Une relation de symbiose relie donc, les deux composantes « sol-végétation » qui s'entretiennent mutuellement, pour garantir la pérennité des forêts en général et des subéraies en particulier.

## Références bibliographiques

Références bibliographiques

**Abbas M, 2013-** Incidence économique des feux de forêts sur les subéraies. Journées d'étude sur la réhabilitation des subéraies incendiées et Reboisement. Université de Tlemcen du 16 - 17 janvier 2013.

**Abdelguerfi, A., (a) 2003 :** Plan d'action et de stratégie nationale sur la biodiversité, Tome I, 93p.

**Adjami, Y., 2008-** Etat sanitaire des subéraies du Nord-Est Algérien. Etudes des facteurs de dépérissement du chêne-liège (*Quercus suber* L.). Essais insecticides contre les insectes du gland. Magister .université Badji-Mokhtar Annaba. p 5-25.

**Agee J.K., 1998 -** Fire and pine ecosystems. In "*Ecology and Biogeography of Pinus*". Ed. D.M. Richardson :193-218 pp.

**Archibold, O.W., 1979 -** Buried viable propagules as a factor in post-fire regeneration in northern Saskatchewan. *Can. J. Bot.*, 57:54-58.

**Badeau V., Dambrine E. et Walter C., 1999. -** Propriétés des sols forestiers français: Résultats du pre- mier inventaire systématique, *Etud. Gest. Sols*, 6, 3: 165-180.

**Bayer E., Buttler K.P., Finkenzeller X. et Grau J., 2009 -** Guide de la flore méditerranéenne. Caractéristiques, habitat, distribution et particularités de 536 espèces. Ed. Delachaux et Niestlé. Paris, 287 P.

**Belouahem. D., 2012-** Etude écologique des peuplements forestiers des zones humides dans les régions de SKIKDA, ANNABA et EL TARF (Nord-Est algérien). Thèse doctorat d'Etat. Université Badji-Mokhtar Annaba. 20-113 p

**Benhalima, y., 2016 -** contribution a l'étude des champignons phytopathogènes du chêne liège (*Quercus suber* L.), la suberaie de Hafir. Wilaya de Tlemcen. master. univ., de Tlemcen. 33p

**Benmezroua, H., 2015 -** contribution à l'étude de la biodiversité dans les monts de Tlemcen. Mémoire de master. Univ., Aboubaker Belkaid Tlmcen. 77p

**Bensaid S., Gasmi A., Benhafied I., 2006.-** Les forêts d'Algérie de Césarée la romaine à ce jour, *Forêt Méditerranéenne* tome XXVII, n° 3 :267-274.

**Benslama M., Andrieu-Ponel V., Guiter F., Reille M., de Beaulieu J. L., Migliore J., Djamali M., 2010. -** Nouvelles contributions à l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation en Algérie :analyses polliniques de deux profils sédimentaires du complexe humide d'El Kala. *C. R. Biologies* 333 :744 -754.

**Benyacoub S., Louanchi M., Baba Ahmed R. et al. 1998.-** Plan directeur de gestion du parc national d'El Kala et du complexe des zones humides. Projet GEF (Global Environment Facility), Banque Mondiale, p.220.

- Boudani F., 1989.**- Contribution à l'étude de l'influence de l'altitude, du PH et du peuplement arborescent sur l'évolution de la strate herbacée de Chréa (versant nord) .Mém. Ing.agro.,Univ. Sci. tech., Blida.83p.
- Boulet, C., 1985** - Bilan floristique d'une garigue de chêne kermès soumise à deux types de perturbations contrôlées. Contribution à la reconnaissance au stade plantule de quelques unes des espèces observées. Thèse Université de Droit, Economie, Sciences Aix-Marseille, 223 p.
- Bourguignon C. et Bourguignon L., 2008** - Le sol, la terre et les champs - Pour retrouver une agriculture saine. Ed. Sang de la Terre. Paris, 224 p.
- Braun - blanquet J., 1952** - Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. 297p.
- Chabi Y, 1998**- Biologie de la reproduction des mésanges dans les chênaies du Nord-Est de l'Algérie. Thèse de doctorat. Université d'Annaba, 162p.
- Chapin, F.S.I., Maston, P.A. & Vitousek, P.M., 2011.**- Principles of terrestrial ecosystem ecology, 2nd edn. edn. Springer, New-York
- Chekchak C., 1985.** -Cartographie de la végétation d'une partie du parc national de Chréa. Mém. Ing. Agro., inst, nati, agro, El-Harrach, 131 p.
- Chevalier R., Gauthier G. et Archaux F., 2010** - Relevés floristiques pour le suivi de la biodiversité végétale des écosystèmes forestiers : éléments de réflexion pour faire les bons choix. Revue Forestière Française, 141 - 154 pp.
- Daget Ph., 1977** - Le bioclimat méditerranéen : analyse des formes climatiques par le système d'Emberger. *Vegetatio* 34 (2) : 87 - 103.
- Dajoz R., 1996** – Précis d'écologie. 2ème et 3ème cycles universitaires. Dunod éd. Paris.551 p.
- De Belair G, 1990**- Structure et fonctionnement et perspectives de gestion de quatre éco-complexe lacustre et marécageux (El-Kala, est Algérien), thèse DoctUniv.U..S.T.L. Montpellier France.
- Dessain G. et Tondelier M., 1991.**- Le liège de méditerranée. Ed. Naratim, 80p
- Diamond, J.M., 1975**- "Assembly of species communities".(eds M.L. Cody & J.M. Diamond), *Ecology and evolution of communities*, pp. 342-444.BelknapPress, Cambridge, MA, US.
- Djamai S., 2020**- Variations Spatiales des Macro-invertébrés benthiques dans le lac Tonga (El-Kala – Wilaya El-Tarf).Thèse doctorat, Université Mohamed Boudiaf - M'sila. 19p

**Duchaffour Ph., 1977.-** Pédologie. Pedogénèse et classification. Masson paris.

**Duchaffour Ph., 1983.-** Pédogénèse et classification 2eme édition. Mass. Ed. (1- 2,26-29, 196-199).

**Duchaffour Ph. et Toutain F., 1985.-** Apport de la pédologie à l'étude des écosystèmes. Bull. Ecol.T. 17 (1) pp. 1-9.

**Duchaffour Ph., 1977.-** Pédologie et classification. Masson & Cie Editeurs. Paris. T. 1, 477p. ; T. 2, 495 p.

**Emberger L., 1971-** Travaux de Botanique et d'Ecologie. Masson et Compagnie, Paris

**Emberger, L., 1952-** sur le quotient pluviométrique. Compte rendu hebdomadaires des séances de l'académie des sciences, 234(26), 2508-2510

**Epstein, E. & Bloom, A.J., 2005 -** Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives, 2nd edn. edn. Sinauer Associates, Inc., Sunderland.

**FAO . 2016-** Améliorer la gouvernance des espaces boisés méditerranéens à travers la mise en œuvre de démarche participative. Parc national de Chréa – Algérie

**Freschet, G.T., Violle, C., Roumet, C. & Garnier, E., 2018 -** Interactions entre le sol et la végétation : structure des communautés de plantes et fonctionnement du sol. Les sols au cœur de la zone critique : écologie (eds P. Lemanceau & M. Blouin), pp. 83-99. ISTE éditions, London, UK

**Frontier S., Pichod-Viale D., 1993 –** Ecosystèmes, structure, fonctionnement, évolution. – 2ème édition. Masson: 447p.

**Gardner, C.M., Laryea, K.B. & Unger, P.W., 1999 -** "Soil physical constraints to plant growth and crop production". (ed. (eds. Land and Water Development Division, Food and Agriculture Organization.

**Gausson H ., Leroy JF. Et Ozenda P., 1982 –** Précis de botanique 2. Les végétaux supérieurs. Masson Edit. Paris. pp. 500-501

**Ghalmi R., 1997.-** Etude préliminaire du régime alimentaire de la loutre (*Lutra lutra*) dans le nord-est algérien (Parc National d'El-Kala). mémoire D.E.S, Université de Liège, 57p.

**Grimes. Samir., 2005-** Projet régional pour le développement d'aires protégées marines et côtières dans la région méditerranéenne (Projet MedMPA) : Plan de gestion de l'aire marine du Parc National d'El Kala (Wilaya d'El Tarf). 16-20 p

**Guinochet M., 1973 -** Phytosociologie. Masson. Paris, 227p.

**Haddad A., 2011 -** Contribution à l'étude de la répartition spatiale de la végétation spontanée de la région de Biskra. Dip., magistère univ., Mohamed Khider Biskra.

**Halimi A., 1980-** L'Atlas blidéen : climat et étage végétaux. O.P.U., Alger, 523p

**Hasnaoui O., Bouazza M., 2015** - Indicateurs de dégradation des bio-ressources naturelles de l'Algérie occidentale : cas de la steppe de la wilaya de Saida.

**Hengeveld.,1990** – Dynamic Biogeography. Cambridge University Press, Cambridge.

**Khelifi H., 1987** - Contribution à l'étude phytoécologique et phytosociologique des formations à chêne liège dans le Nord Est algérien. Thèse. Magister. USTHB. Alger, 151p.

**Lahouel N., 2014** - Caractérisation édapho-floristique dans les écosystèmes forestiers dans la région du littoral Mostaganémois (Oranie-Algérie). Thèse doctorat, univ., ABB Tlemcen.

**Lanier, L., Abbas, M. et Bensaada, M., 1986** - Rapport de mission effectuée à M'Sila. Inst. Nat. Rech. For., Alger, 23-25 février 1986, 3 p.

**Le Bissonais, Y., Cerdan, O., Lecomte, V., Benkhadra, H., Souchere, V. & Martin, P., 2005.**-"Variability of soil surface characteristics influencing runoff and interrill erosion", *CATENA*, 62, 111-124.

**Le Houerou, H.,N.,1977**-étude bioclimatique des steppes algériennes. Bull. Soc. H. N. A. F. N. 68, Fasc, 3, 4, pp 33-34

**Le Houerou, H.,N.,1993.** Changement climatique et désertification in sécheresse n°2,vol4 ,pp 95-111

**Lehouerou H.N., 1980** - L'impact de l'homme et de ses animaux sur la forêt méditerranéenne, n°1, tome 2, pp 31 - 44.

**Marsol L., 1994** – Etude des stations forestières des secteurs schisteux des Maures, du cap Sicie et des îles d'Hyères, évaluation de leurs potentialités et de leurs dynamiques après incendie. – Association Forêt Méditerranéenne Meuseille France: 32p.

**Médail, F. & Quézel, P., 1997.** Hot-spots analysis for conservation of plant biodiversity in the Mediterranean basin. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 84: 112–127

**Meddour R., 1994**- contribution phytosociologique de la portion Centro-oriental 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.

**Megrerouche, R., 2006**- Magistère ,univmentouricnst 1, sensibilité de la végétationforestière aux incendies cas de la forêt domaniale de Chett abaha in smara constantine.

**Meyers S., Reed C., Bosdeveix R., 2004** – Botanique - Biologie et Physiologie végétale. – Ed. Maloine: 461 p.

**Mimoune A., Radjai F., 2018** - Relation sol-végétation Cas d'Oued K'Sob( commune de M'sila ), dip., Master, univ., Mohammed Boudiaf, Msila .



**Myers, N., Mittlemeier, R.A., Mittlemeier, C.G., Da Fonseca, G.A.B. & Kent, J., 2000-** Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853–858.

**Naggar M, 1999-** L'aménagement sylvo-pastoral : un outil pour un développement durable des ressources forestières IOBC/wprs Bull. 22 (3) : 181p.

**Ouarti,M.,2018-** contribution à l'étude de la biodiversité phytoplanctonique dans le lac oubéira à El kala, Master univ.,8 mai Galma. 20-29 pp

**Ouelmouhoub S., 2003** - Contribution à l'étude de subéraies de la région d'El-Kala : dynamique post incendie des successions végétales et leurs biodiversités. Mémoire de Magister. I.N.A. Alger. 88 P.

**Ouelmouhoub, S., 2005** - Gestion multiusage et conservation du patrimoine forestier : cas des subéraies du Parc National d'El Kala (Algérie). Mémoire Master of Science du CIHEAM-IAMM : Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier. 129 p

**Ozenda., 1989** - Le déplacement vertical des étages de végétation en fonction de la latitude un modèle simple et ses limites. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (8), V, (3) :535-540.

**Pausas J G., 1997** - Resprouting of *Quercus suber* in NE SPAIN after fire. *Journal of Vegetation Science*. 8 : 703 - 706.

**PNC, 1999-** Plan de gestion du parc national de Chréa, 211p.

**Quenea K., 2004.-**Etude structurale et dynamique des fractions lipidiques et organiques réfractaires de sol d'une chrono séquence forêt/maïs (Cestas, sud-ouest de la France), Thèse de doctorat de l'université Paris VI, Spécialité : Fonctionnement physique, chimique et biologique de la biosphère continentale

**Quézel P. et Médail F., 2003** - Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Ed. Elsevier, Paris, 571 p.

**Quézel P. et Santa., (1962-1963)** - Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris, C.N.R.S, 2 tomes, 1170 p.

**Raachi, M, L., 2007.** - Etude préalable pour une gestion intégrée des ressources du bassin versant du lac Tongaou nord-est algérien. Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en géographie. Université Du Québec À Montréal.

**Ramade F., 1984** - Eléments d'écologie (Ecologie fondamentale). Ed. McGraw-Hill. Paris 397p.

- Raunkiaer C., 1904** – Biological type with reference to the adaptation of plants to survive the unfavourable season. In Raunkiaer. 1934, pp: 1-2.
- Ravenel H., Rojas-Briales E., 2013** -"Etat des forêts méditerranéennes " Département des Forêts de la FAO
- Samai I., 2017**- Etude des relations sol-végétation de la chênaie d'Ouled Bechih (Souk-Ahras) « dynamique de la matière organique » these doctorat, univ., Badji Mokhtar Annaba. 6-14pp.
- Saoula H., 2013** - Etude du chêne liège dans son environnement naturel : dynamique et typologie des subéraies dans la région d'El Kala. Mémoire Master 2 SEE, Univ. El Tarf,
- Seltzer P., 1946**- Le climat de l'Algérie. Travaux de l'Inst. Météo. et physique du globe. Alger, 219p.
- Switzer G.L. and Nelson L.E., 1972**.- Nutrient accumulation and cycling in loblolly Pine (*Pinustaeda L.*) . Plantation Ecosystems: The first twenty years, Soil Sci. Proc., 36: 143-147.
- Tamm C.O. and Hallbacken L., 1988**.- Changes in soil acidity in two forest areas with different acid deposition: 1920s and 1980s, *Ambio*, 71,1:56-61.
- Tatoni T. & Bonnet V., 2003** - Analyse spatiale et fonctionnelle de la réponse de la végétation après incendie en basse Provence calcaire. *Forêt méditerranéenne*, XXIV (4):385-401
- Teffahi M., 2015**- Etude de l'avifaune du parc national de Chréa en particulier les oiseaux des zones humides. Mém. Master bio. Dv. du. Univ. Blida 1. 17 p.
- Thomas J. P., 1975** - Ecologie et dynamisme de la végétation des dunes littorales et des terrasses sableuses quaternaires de Jijel à El Kala (Est algérien). Thèse de spécialité en écologie végétale, U.S.T.L, Montpellier, 113 p.
- Thompson, J.D., Lavergne, S., Affre, L. Gaudeul, M. & Debussche, M. 2005**.- Ecological differentiation of Mediterranean endemic plants. *Taxon*, 54: 967–976.
- Tilin. 2003** - Etude synchronique de la dynamique post-incendie dans les subéraies de plaine du parc national d'El-Kala (Wilaya d'EE Tat) Mémoire Ing Agro Univ d'El Tarf 53P-annexes.
- Tomas F., 1974**.- Annaba et sa région: organisation de l'espace dans l'extrême Est algérien. Thèse de doctorat à Université de Saint-Étienne. France
- Trabaud L., 1992** - Réponses des végétaux ligneux méditerranéens à l'action du feu. *Pirineos*, 140 : 89 - 107.

**Trabaud L., 1994** - Diversité de la banque de semences du sol d'une forêt méditerranéenne de *Quercus ilex*. *Biological Conservation*, 69 : 107 - 114.

**Weiher, E., Freund, D., Bunton, T., Stefanski, A., Lee, T. & Bentivenga, S., 2011**- "Advances, challenges and a developing synthesis of ecological community assembly theory", *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366, 2403-2413.

**Yessad S. A., 2000.** -Le cheneliège et le liège dans-les pays de la Méditerranée occidentale. Louvain la Neuve : Forêt Walone ASBL. 90p

**Yousfi S., 2010** - Contribution à l'étude du phénomène d'ennéagement des subéraies dans la région d'El Kala. Mém. Ing. Agro. Option : GAP. Univ. El Tarf, 56 p.

**Zabiewicz J. A. et Gaskin R. E. 1978** - Effect of fire on gorse seeds. Proceeding 31<sup>st</sup> - New Zealand Weed and pest control conference, Christchurch. New Zealand Grassland Society : 47 - 52.

**Zeraia L., 1982.**- Le cheneliège phytosociologie édaphologie, régénération et productivité. Alger institut National de la Recherche Forestière 159p

## Annexes

**Annexe 1 : Liste floristique totale (Chr ea et El Kala)**

<i>Espèce</i>	<i>Famille</i>	<i>Type Biologique</i>	<i>Origine biogéographique</i>	<i>Degré de rareté</i>	<i>Statut (IUCN)</i>
<i>Allium roseum</i>	Amaryllidaceae	Géophytes	Méd	C	LC
<i>Ampelodesmosmauritanicus</i>	Poaceae	H�micryptophyte	M�d-occidentale	CC	DD
<i>Anagallis monelli</i>	Primulaceae	H�micryptophyte	M�d-occidentale	CC	NA
<i>Arbutusunedo</i>	Ericaceae	Phan�rophyte	M�d-atlantique	C	LC
<i>Arisarumvulgare</i>	Araceae	G�ophyte	Circum-M�d.	C	LC
<i>Asparagus acutifolius</i>	Asparagaceae	Phan�rophyte	M�d	CC	LC
<i>Blackstoniaperfoliata</i>	Gentianaceae	Th�rophyte	M�d	RR	LC
<i>Calicotomespinosa</i>	Fabaceae	Nanophan�rophyte	M�d-occidentale	CC	LC
<i>Calicotomevillosa</i>	Fabaceae	Cham�phyte	M�d	AC	/
<i>Centaureumbellatum</i>	Gentianaceae	Th�rophyte	Eur. M�d.	CC	LC
<i>Cistusaltivaefolius</i>	Cistaceae	Cham�phyte	Euras. M�d.	CC	LC
<i>Clematiscirrhosa</i>	Ranunculaceae	Phan�rophyte Liane	M�d	C	LC
<i>Clematisflammula</i>	Ranunculaceae	Phan�rophyte Liane	M�d	C	LC
<i>Convolvulus arvensis</i>	Convolvulaceae	H�micryptophyte	Euras	CC	LC
<i>Coronillajuncea</i>	Fabaceae	Cham�phyte	M�d-occidentale	C	LC
<i>Crataegus monogyna</i>	Rosaceae	Phan�rophyte	Eur-M�d	C	LC
<i>Cyclamen africanum</i>	Primulaceae	G�ophyte	End. E.N.A	CC	/
<i>Cytinushypocystis</i>	Cytinaceae	G�ophyte	M�d	C	LC
<i>Cytisustriflorus</i>	Fabaceae	Nanophan�rophyte	M�d-Occidentale	C	LC
<i>Cytisusvillosus</i>	Fabaceae	Phan�rophyte	M�d-occidentale	C	LC
<i>Daphnegenidium</i>	Thymelaeaceae	Phan�rophyte	M�d	C	LC
<i>Daucus carota</i>	Apiaceae	Th�rophyte	Eur	C	LC
<i>Discoreacommunis</i>	Dioscoreaceae	Pan�rophyte liane	M�d-atlantique	C	LC
<i>Epilobiumtetragonum</i>	Onagraceae	H�micryptophyte	Euras	AC	LC
<i>Erica arborea</i>	Ericaceae	Phan�rophyte	M�d	C	LC
<i>Eryngiumtricuspidatum</i>	Apiaceae	H�micryptophyte	M�d-occidentale	CC	NA
<i>Fediacornucopiae</i>	Caprifoliaceae	Th�rophyte	M�d	CC	/
<i>Galium rotundifolium</i>	Rubiaceae	H�micryptophyte	Euras	CC	LC
<i>Genistaferox</i>	Fabaceae	Nanophan�rophyte	End N-A	C	/
<i>Genistatricuspidata</i>	Fabaceae	Nanophan�rophyte	End N-A	CC	/
<i>Genistaulicina</i>	Fabaceae	Nanophan�rophyte	End.	AR	/
<i>Geraniumrobertianum</i>	Geraniaceae	H�micryptophyte	Cosmopolite	CC	LC
<i>Gladiolusbizantinus</i>	Iridaceae	G�ophyte	M�d	C	LC
<i>Hedera helix</i>	Araliaceae	Phan�rophyte	Eur-M�d	CC	LC
<i>Hyoserisradiata</i>	Asteraceae	H�micryptophyte	Eur-M�d	CC	LC
<i>Hypericumperforatum</i>	Hypericaceae	H�micryptophyte	Euras.	C	LC
<i>Hypochaerisachyrophorus</i>	Asteraceae	Th�rophyte	Circum-m�d	CCC	LC
<i>Lathyrusarticulatus</i>	Fabaceae	Th�rophyte	M�d	CC	LC
<i>Linumcorymbiferum</i>	Linaceae	Th�rophyte	M�d	CC	LC
<i>Loniceraimplexa</i>	Caprifoliaceae	Phan�rophyte	M�d	CC	LC
<i>Lotus hispidus</i>	Fabaceae	Th�rophyte	M�d-atlantique	AC	LC
<i>Melissa officinalis</i>	Lamiaceae	H�micryptophyte	M�d	AR	LC
<i>Myrtuscommunis</i>	Myrtaceae	Phan�rophyte	M�d	CC	LC
<i>Ophrys tenthredinifera</i>	Orchidaceae	G�ophyte	Circum-m�d	C	VU
<i>Phillyrea media</i>	Oleaceae	Phan�rophyte	M�d	CC	LC

<i>Pinus halepensis</i>	Pinaceae	Phanérophyte	Méd	CC	LC
<i>Pistacialentiscus</i>	Anacardiaceae	Phanérophyte	Méd	CC	LC
<i>Polygala nicaeensis</i>	Polygalaceae	Hémicryptophyte	Méd	C	LC
<i>Polytrichum</i> sp.	Polytrichaceae	Hémicryptophyte	Eur-mérid	C	/
<i>Prunus avium</i>	Rosaceae	Phanérophyte	Euras-mérid	R	LC
<i>Pteridium aquilinum</i>	Pteridaceae	Ptéridophyte	Sub-cosmopolite	C	LC
<i>Pulicaria odora</i>	Asteraceae	Hémicryptophyte	Circum-méd	CC	LC
<i>Quercus ilex</i>	Fagaceae	Phanérophyte	Méd	C	LC
<i>Quercus suber</i>	Fagaceae	Phanérophyte	Méd-occidentale	C	LC
<i>Ranunculus macrophyllus</i>	Ranunculaceae	Hémicryptophyte	Méd-occidentale	CC	LC
<i>Ranunculus spicatus</i>	Ranunculaceae	Hémicryptophyte	Ibéro-Maur-Sicile	C	/
<i>Reuter alutea</i>	Apiaceae	Hémicryptophyte	Est-méd	C	VU
<i>Rhamnus alaternus</i>	Rhamnaceae	Phanérophyte	Méd	C	LC
<i>Rosa canina</i>	Rosaceae	Phanérophyte	Euras-tempéré	C	LC
<i>Rubiaperegrina</i>	Rubiaceae	Phanérophyte	Méd-Atlantique	CC	LC
<i>Rubus ulmifolius</i>	Rosaceae	Phanérophyte	Eur-méd	C	LC
<i>Ruscus aculeatus</i>	Asparagaceae	Chaméphyte	Méd-atlantique	C	LC
<i>Satureja vulgaris</i>	Lamiaceae	Hémicryptophyte	Euras.	CC	LC
<i>Sellaginella denticulata</i>	Selaginellaceae	Hémicryptophyte	Méd-atlantique	CC	LC
<i>Serratula cichoracea</i>	Asteraceae	Hémicryptophyte	Sicile A. N.	AC	/
<i>Smilax aspera</i>	Smilacaceae	Phanérophyte Liane	Macar. Méd., Ethiopie, Inde	C	LC
<i>Smyrniolumolusatum</i>	Apiaceae	Hémicryptophyte	Méd	CC	LC
<i>Teucrium fruticosum</i>	Lamiaceae	Chaméphyte	Méd	AC	EN
<i>Teucrium pseudocorodonia</i>	Lamiaceae	Chaméphyte	End. N. A.	C	/
<i>Urtica urens</i>	Urticacées	Thérophyte	Circum-boréale	C	LC
<i>Viburnum tinus</i>	Adoxaceae	Phanérophyte	Méd	CC	LC
<i>Viola suavis</i>	Violaceae	Hémicryptophyte	Méd-Atlantique	C	LC