



Mémoire de Fin d'Études

Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master 2 Recherche

« Biodiversité et environnement »

THÈME

**Etude de quelques Ptéridophytes entant que bio-indication de
santé dans la subéraie de Boumalek (PNEK**

Soutenu le : _06_/07_/2021

Présenté Par :Mekdiche Ghada

Devant le jury composé de :

Dr Rizi Hadia	MCB	Présidente	UCBET
Dr Beldi Moncef	MAA	Examineur	UCBET
Dr Louhi Haou Sihem	MCA	Encadreur	UCBET

Année universitaire 2020 - 2021

Remerciement

Tout d'abord, je remercie Allah le tout puissant qui m'a donné la foi, qui m'a guidé durant toute ma vie et qui m'a donné la volonté de continuer mes études.

Au début, il est très agréable d'exprimer mes reconnaissances à tous ceux qui m'ont aidé scientifiquement, matériellement et moralement à réaliser ce travail.

J'exprime aussi ma gratitude, la plus profonde à Mme Louhi Haou . S qui a bien voulu me confier ce sujet, et qui a assuré le suivi de ce travail, je lui reconnais son entière disponibilité, son aide inestimable et Ses conseils sans lesquels ce travail n'aurait pu aboutir.

Tous particulièrement, j'adresse mes remerciements à Mm Rizi .H et Mr Beldi.M, d'avoir accepté de juger ce travail.

Je remercie sincèrement tous mes enseignants durant les cinq années d'étude : Mm Louhi Haou, Mm Rizi, Mme Lazli, Mr Youbi, Mr Tiar, Mm Brahmia, Mm Bakaria et Mr Si tayeb. Si j'ai oublié de citer quelqu'un qu'il me pardonne !!!

MERCI...

Dédicace

Rien n'est aussi beau à offrir que le fruit d'un labeur qu'on dédie du fond du cœur à ceux qu'on aime et qu'on remercie en exprimant la gratitude et la reconnaissance durant toute notre existence.

Je dédie ce modeste travail :

A mon cher père qui a souhaité vivre pour longtemps juste pour nous voir qu'est-ce que nous allons devenir que Dieu le protège. A la bougie qui a éclairé mon chemin depuis ma naissance, à celle dont j'ai prononcé le premier mot, source de ma vie et de mon bonheur, à ma mère que Dieu la protège.

A mes frères : Baha Eddine et Abd Elwahab pour son soutien concret et moral que Dieu la garde pour moi.

A mon fiancé : Abd El bakiet sa reconnaissance pour tous les sacrifices qu'il m'a consentis ; et sa respectueuse famille.

A ma très chères copines : Hadjer .

A ma promotion 2^{ème} année Master et les autres promotions de biologie. Enfin à tous qui ont participé de près ou de loin pour l'accomplissement de ce modeste travail...

Mekdiche Ghada

Résumé :

La bio-indication est la définition de la qualité biologique d'un milieu physique ; décrit par l'analyse des assemblages d'organismes (animaux, végétaux, algues, etc.).

Les ptéridophytes sont des bio-indicateurs efficaces de certaines pollutions dans une forêt ou dans une zone urbaine telle le *Ceterach* et *L'Adiantum*. Comme d'autres végétaux ils jouent des fonctions multiples dans la vie des hommes.

Cette étude est une première approche sur l'évaluation du degré de présence des ces population dans l'indication de santé des forêts ; dans notre cas d'étude cest la subéraie.

Notre terrain s'est intéressé à un site (Boumalek) ; une zone rurale à caractère sylvo-pastorale. Nous avons opté notre choix sur une subéraie considérée comme climax dans certaines de ces partie et préclimacique dans d'autre (Haou. 1999 et 2014). Ces dernier temps cette subéraie à subit une variabilité d'actions de dégradation d'où l'intérêt d'évalué son état de santé. Le travail entrepris étant selon la méthode phytoécologique et un mode d'échantillonnage aléatoire simple basé sur la présence de l'espèce indicatrice. Les résultats de terrain et leur discussion ont montré que le site entre dans une étape de succession écologique régressive appelé sénescence d'où la faible fréquence de présence des Ptéridophytes caractérisé avant par des populations dense et bien venantes.

Les mots clés : Bio-indicateur ; Ptéridophytes ; Subéraie ; phytoécologie

Summary:

Bioindication is the definition of the biological quality of a physical environment; described by the analysis of assemblages of organisms (animals, plants, algae, etc.). Pteridophytes are effective bioindicators of certain types of pollution in a forest or in an urban area such as Ceterach and Adiantum. Like other plants, they play multiple roles in the lives of men.

This study is first approach on the evaluation of the degree of presence of these population in the indication of forest health; in our case, it is the cork grove.

Our field was interested in a site (Boumalek) ; a rural area with a sylvo-postoral character.

We opted for a cork grove considered to be climax in some of these parts and pre-climatic in others (Haou.1999 and 2014) .lately this cork grove has undergone a variability of degradation actions hence the interest in assessing its state of health.

The work undertaken is using the phytoecological method and a simple random sampling method based on the presence of the indicator species.

The field results and their discussion showed that the site is entering a stage of regressive ecological succession called senescence, hence the low frequency of presence of Pteridophytes characterized before by dense and well-developing populations.

Key word :Bioindicateur ; Pteridophytes ; cork oak forest ; plant ecology

الملخص

المؤشرات الحيوية هي تعريف الجودة البيولوجية للبيئة المادية؛ توصف عن طريق تحليل تجمعات الكائنات الحية (الحيوانات، النباتات، الطحالب، إلخ).

البتيريدوفيت هي مؤشرات بيولوجية فعالة لأنواع معينة من التلوث في الغابة أو في منطقة حضرية، مثل النباتات الأخرى يلعبون وظائف متعددة في حياة الإنسان.

هذه الدراسة هي أول نهج لتقييم درجة وجود البتيريدوفيت كمؤشرات لصحة الغابات؛ هذه الدراسة تكون على مستوى غابة الفلين.

رحلاتنا الميدانية تكون على مستوى مرقع بومالك. الذي يعتبر منطقة ريفية ذات طابع زراعي ورعوي. لقد اخترنا غابة الفلين هذه لاحتواءها على مناطق في آخر مرحلة من مراحل التطور ومناطق أخرى في مرحلة ما قبل التطور الأخير (حو. 1999 و2014). في الأونة الأخيرة غابة الفلين هذه عانت من تقلبات وتراجع في حالتها الصحية. الدراسة في الميدان أجريت وفقا لطريقة الدراسة البيئية النباتية واخذ العينات بطريقة عشوائية والتي اعتمدت على وجود البتيريدوفيت كمؤشر بيولوجي. نتائج الدراسة الميدانية ومناقشتها أكدت أن هذه المنطقة في مرحلة الخلافة البيئية التراجعية والتي تسمى الشبخوخة. بسبب الوجود الضئيل للبتيريدوفيت والذي تميز بوجود تجمعات كبيرة في ماسبق.

الكلمات المفتاحية: المؤشرات الحيوية – البتيريدوفيت – غابة الفلين – الدراسة البيئية النباتية.

Sommaire :

Liste des tableaux	9
Liste des figures	10
Introduction	13
Chapitre.1. Synthèse bibliographique	16
1.1. Présentation des Ptéridophytes	17
1.1.1. Formes et aspects extérieurs des Ptéridophytes	17
1.1.2. Taxonomie	18
1.1.3. Distribution phytogéographique	19
1.1.4. Diversité et distribution des ptéridophytes en Algérie	20
1.2. Les forêts Algériennes	21
1.2.1. La subéraie dans la méditerranée	22
1.2.2. Les problèmes de La subéraie dans la méditerranée	23
1.2.2.1. L'incendie	23
1.2.2.2. Le surpâturage	25
1.2.2.3. Défrichement	25
1.2.2.4. Les ennemis naturels	25
CHAPITRE. 2. Matériels et méthodes d'étude	27
2.1. La méthode phytoécologique	27
2.1.2. Notion de relevé phytoécologique	27
2.1.3. Les facteurs écologiques	27
2.1.4. Facteurs édaphiques	28
2. 2.2.Méthode d'échantillonnage	29
2.2.1.Méthode aléatoire simple	29
2.2.2.Conditions et situations propices à l'application du plan	29
2.3. Présentation de la zone d'étude	29
2.3.1.Région d'El Tarf	29

2.3.2.. Parc National d'El Kala	30
2.3.3.Localisation et caractérisation du site d'étude	31
2.4.Synthèse climatique	31
2.4.1.Température	32
2.4.2.Précipitations	33
2.4.3.Humidité	34
2.4.4.Vents	34
2.4.5.Géologie	35
2.4.6.Pédologie	36
2.5. Etude édaphique	36
2.5.1. Méthodes d'analyse édaphique	36
2.6. Méthode d'analyse numérique des données de terrain	36
CHAPITRE.3. Résultat et interprétation	38
3.1. Résultat édaphiques	42
3.2.Analyse physico-chimique du sol	42
3.3. Les analyses de terrain	42
3.4.Analyse numérique des données (AFC)	43
4.Discutions	45
Conclusion	49
Références bibliographique	51

Liste des tableaux :

N°	Titre	Page
Tableau N °1	Classification des ptéridophytes (Smith <i>et al.</i> 2006)	18
Tableau N °2	Superficie (ha) occupées par le chêne liège dans différents pays et selon de nombreux auteurs.	23
Tableau N °3	Variation mensuelle de la vitesse et direction des vents pour l'année 1992 (Station d'El Kala)	35
Tableau N °4	Triangle de texture du GEPPA, (1967 in Kerroum-Zohra, 2014)	35
Tableau N °5	Résultats des analyses granulométriques du sol des quatre stations.	42
Tableau N °6	Résultats des analyses physico-chimiques du sol des quatre stations.	43
Figure 07	Analyses des paramètres écologiques et biologiques des 7 relèves	45
Figure 08	Le pourcentage de litière, de végétation et les pierres dans les stations d'étude	45

Liste des figures :

N°	Titre	Page
Figure 01	deux espèces des ptéridophytes (A : selagénalla – B : Polypodiumvulgare)	18
Figure 02	L'échelle internationale de la classification de sol (Source : ABDELOUAHAB.S, 2011).	29
Figure 03	Situation géographique de la zone d'étude (Subéraie de Boumalek)	32
Figure 04	Fréquence des vents pour l'année1992 (station d'El Kala)	38
Figure 05		43
Figure 06	Résultats des analyses physico-chimique du sol (Fe. CaO. SiO ₂ .MgO.Al ₂ O ₃ .MnO. P ₂ O ₅ .ZnO.CaO. P ₂ O ₅)	44
Figure 07	Variation des paramètres biotique dans les stations d'études	45
Figure 08	Variation des paramètres abiotique dans les stations d'étude	46
Figure 09	Figure N°9 : Distributions des stationsdans la plan factoriel (3,2)	47
Figure 10	Figure n° 10. Distributions des paramètres écologiques dans le plan	48

Abréviation :

PNEK : Parc national d'El Kala

Fe : fer

CaO : l'oxyde de calcium

SiO₂ : dioxyde de silicium

MgO : l'oxyde de magnésium

Al₂O₃ : l'oxyde d'aluminium

MnO : l'oxyde de manganèse

P₂O₅ : pentoxyde de phosphore

ZnO : l'oxyde de zinc

Introduction

Introduction

La biodiversité est une notion d'une exceptionnelle ampleur. Elle englobe la variété de la vie à toutes les échelles (du local au global, du court au long terme) à tous les niveaux (génétique, spécifique, éco systémique), sous tous les angles (du structurel au fonctionnel, de l'artificiel au naturel). Elle se trouve ainsi à la base d'enjeux essentiels, non seulement pour les espèces végétales, fongiques et animales, mais surtout pour les sociétés humaines. Site 1

Les bio-indicateurs sont des outils d'évaluation de la qualité de l'environnement. Ils peuvent être considérés comme complémentaires (notamment pour la répartition spatiale de la pollution, la caractérisation des synergies, la pollution graduelle, ...) des réseaux de mesures physico-chimiques pour les raisons suivantes :

- * installation rapide et facile avec une faible infrastructure,
- * grande souplesse au niveau de la modification, extension ou déplacement de ces réseaux,
- * faible coût, tant au niveau de l'investissement que du suivi,
- * réalisation d'études préliminaires permettant ensuite de choisir avec précision les emplacements les mieux adaptés à l'implantation de capteurs physico-chimiques,
- * densification à faible coût des réseaux de capteurs physico-chimiques
- * détection des polluants nouveaux ou accidentels non pris en compte par les capteurs en place.). Site 2

Les forêts sont soumises à une série de perturbations qui sont elles-mêmes fortement influencées par le climat. Les perturbations comme les incendies, les sécheresses, les glissements de terrain, les espèces envahissantes, les foyers d'insectes et de maladies, et les phénomènes climatiques comme les ouragans, les tempêtes de vent et les tempêtes de glace influent sur la composition, la structure et les fonctions des forêts (Dale *et al.*, 2001). On s'attend à ce que les changements climatiques aient un effet sur la susceptibilité des forêts aux perturbations, ainsi que sur la fréquence, l'intensité, la durée et l'époque de ces perturbations. Par exemple, l'accumulation accrue de matières combustibles, des saisons des incendies plus longues et la survenance de conditions météorologiques plus extrêmes suite à un climat en mutation augmenteront, selon les prévisions, la fréquence et l'intensité des feux de forêt (Mortsch, 2006).

Depuis la fin des années 1990 et le début des années 2000, **les publications de toutes natures sur les interactions entre forêts et santé publique se sont multipliées**. Des programmes de recherche ont vu le jour. Les centres d'intérêt, partis de la forêt *stricto sensu*, se sont élargis dans la direction des forêts urbaines et des espaces verts en ville. Il est

désormais facile de trouver en France des prestataires de service proposant de remettre en contact le citadin et la forêt pour améliorer sa santé physique et psychique.

Un champ des connaissances foisonnant ; as encore stabilisé .Ce foisonnement peut intriguer, voire inquiéter le professionnel de santé, le forestier ou « l'honnête homme du XXI^e siècle », qui cherchent à se faire une idée personnelle de ce qu'il est possible d'affirmer dans un domaine aussi vaste, sur des bases étayées.

Notre travail s'intéresse à l'évaluation de l'état des populations de quelques ptéridophytes considéré comme bio-indicateurs de santé des forêts. Nous nous intéressons à la subéraie de Boumalek située en pleine Est du Lac Mellah (région faisant partie intégrante du PNEK). Cette dernière a subis une dégradation intense par les riverains qui habitent autour, de même les travaux de restauration de la réserve naturels de PNEK.

Notre travail est structuré en trois (03) parties :

- 1- La première partie étant une synthèse bibliographique concernant la problématique et les méthodes d'étude qui la suivent.
- 2- La seconde partie constitue de la présentation et la caractérisation de la zone d'étude et les méthodes d'étude choisies sur terrain et analyses.
- 3- La troisième partie concerne les résultats obtenus et leurs discussions et on finit par une conclusion et perspective.

Chapitre I

Synthèse bibliographique

Chapitre.1. Synthèse bibliographique

Un bio-indicateur est un indicateur constitué par une espèce végétale, fongique ou animale ou par un groupe d'espèces (groupe éco-sociologique) ou groupement végétal dont la présence (ou l'état) renseigne sur certaines caractéristiques écologiques (c'est-à-dire physicochimiques, microclimatique, biologiques et fonctionnelle) de l'environnement, ou sur l'incidence de certaines pratiques. **Site 3**

On les utilise notamment pour la bio évaluation environnementale (suivi de l'état de l'environnement, ou de l'efficacité de mesures compensatoires ou restauratrices).

Le principe est d'observer des effets biologiques ou éco systémiques, au niveau de l'individu et/ou de populations ou écosystèmes (à l'échelle de la biosphère ou de grands biomes éventuellement) ; donnant exemple : La petite oseille (*Rumex acetosella*) indique des sols très pauvres en argile et en humus, très secs, très peu fertiles alors que la grande oseille (*Rumex acetosa*) indique des sols équilibrés, très fertiles. **Site 4**

Ces effets doivent être mesurables via l'observation de divers degrés d'altérations morphologiques, comportementales, tissulaires ou physiologique (croissance et reproduction), conduisant dans les cas extrêmes à la mort de ces individus ou à la disparition d'une population.

Les Ptéridophytes par exemple sont des bio-indicateurs efficaces de certaines pollutions dans une forêt ou une ville. Comme d'autres végétaux ils jouent des fonctions multiples dans la vie des hommes ; ils occupent une place essentielle et ont une importance dans notre vie quotidienne que sur la planète terre en général selon Ministère d'E.C.N.T (1997). Longtemps ignorée, l'importance des Ptéridophytes a été mal connue. Les quelques exemples suivants peuvent nous aider à comprendre l'importance des Ptéridophytes aussi bien dans notre vie quotidienne qu'en Sciences:

- leur beauté ornementale : certaines espèces appartenant aux genres *Adiantum*, *Davallia*, *Drynaria*, *Nephrolepis*, *Platycerium* sont souvent cultivées dans les jardins où elles favorisent une atmosphère calme ;
- leur caractère médicinal, alimentaire et autre : certaines espèces des ptéridophytes sont d'usage alimentaire, médicinal. Par exemple, l'espèce *Pteridium aquilinum* est consommée presque par toutes les tribus de l'Afrique centrale. Certaines espèces aquatiques,

(*Azollanilotica*) sont considérées comme engrais chimiques, aliments des bétails et des poissons, d'après Tardieu - Blot (1964).

- leur abondance : les Ptéridophytes sont particulièrement abondants dans les forêts tropicales sempervirentes, rencontrées sous les climats chauds et humides du globe. Au Madagascar, par exemple, Rakotondrainibe et al. (2002) cité par Rasolohery(2002) ont dénombré 42575 individus/ha dans le parc national de « Ranomafana » ;

- leur caractère bio- indicateur : les fougères et leurs alliées sont très sensibles aux variations du degré d'humidité atmosphérique, de l'ensoleillement et de la nature du sol. Ainsi, la composition floristique des communautés varie en fonction de l'altitude, de la topographie et du degré d'anthropisation des milieux selon Rolland et Vian (1994).

1.1. Présentation des Ptéridophytes

1.1.1. Formes et aspects extérieurs des Ptéridophytes

L'aspect végétatif est bien distinct en organes bien différenciés en racines, tige et feuilles ou frondes, par opposition aux thalles de cryptogames proprement dites. Chez les Ptéridophytes, il y a « *une génération sporophytique* » diploïde et prédominante. Ceci se traduit par un appareil végétatif perfectionné, muni d'organes et de tissus structurellement et fonctionnellement différenciés (tissus conducteurs, assimilateurs, de soutien, ...).

Le sporophyte possède des racines nécessaires à l'absorption de l'eau et des sels minéraux. Le gamétophyte ou le prothalle porte les organes de reproduction, selon Rakotondrainibe Et Callend (1999).

La fronde adulte est formée d'un long pétiole prolongé par le rachis qui supporte le limbe. Elle porte des sporanges groupés en amas appelés sores. Les sporanges sont enfermés dans une sorte de poches limitées par une membrane de protection : appelée « *indusie* ». La place des sores et de l'indusie est constante pour les différents genres et espèces.

Chez les Ptéridophytes, l'homosporie est répandue, mais certaines d'entre elles produisent des sporanges de 2 types : les microsporangies et les macrosporangies. Ce phénomène est désigné sous le nom de l'hétérosporie, selon la source : Ptéridophytes et leur évolution .

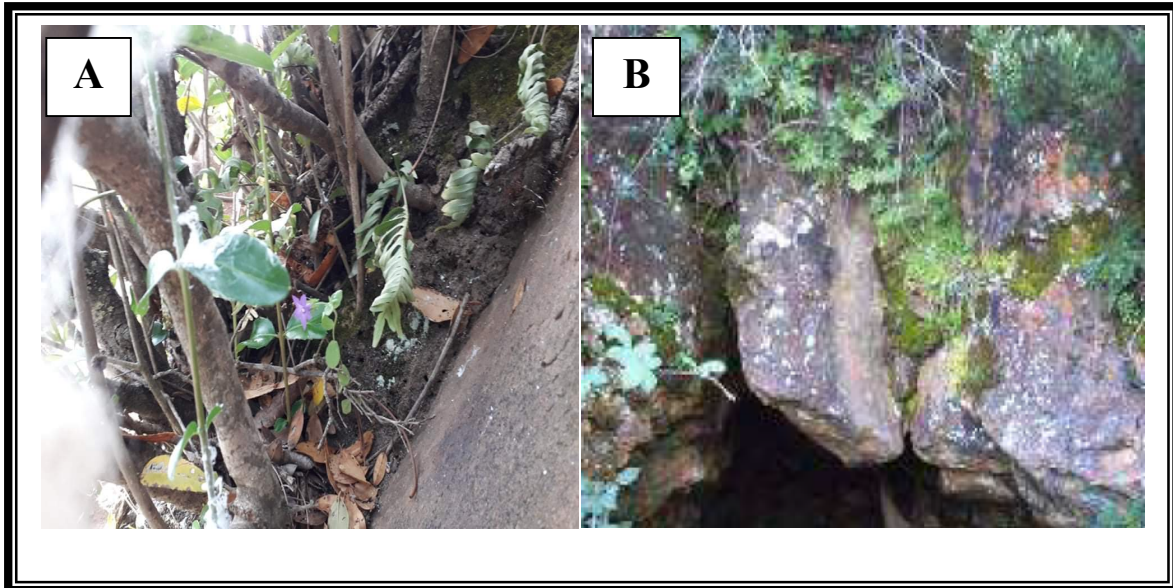


Figure N° 1 : deux espèces des Ptéridophytes :(A) selaginella ,(B) Polypodiumvulgare(Photo. Haou S).

1.1.2. Taxonomie

Actuellement les Ptéridophytes sont regroupées en fougères '*proprement dites*' et comptent 04 classes, 11 ordres, et 37 familles (TableauI) et leurs alliées les Lycophytes qui comptent 3 familles : les *Lycopodiaceae*, les *Isoetaceae* et les *Selaginellaceae* (Smith *et al.*, 2006).

Tableau N°1 : Classification des ptéridophytes (Smith *et al.* 2006)

Classe	Ordre	Famille	
Psilopsida	Ophioglossales	OphPsilotaceae	
	Psilotales	ioglossaceae	
Equisetopsida	Equisetales	Equisetaceae	
Marattiopsida	Marattiales	Marattiaceae	
Polypodiopsida	Osmundales	Osmundaceae	
	Hymenophyllales	Hymenophyllaceae	
	Gleicheniales		Gleicheniaceae
			Dipteridaceae
			Matoniaceae
Schizaeales	Lygodiaceae		

		Anemiaceae	
		Schizaeaceae	
	Salviniales	Marsileaceae	
		Salviniaceae	
	Cyatheales	Thyrsopteridaceae	
		Loxomataceae	
		Culcitaceae	
		Plagiogyriaceae	
		Cibotiaceae	
		Cyatheaceae	
		Dicksoniaceae	
		Metaxyaceae	
		Polypodiales	Lindsaeaceae
			Saccolomataceae.
			Dennstaedtiaceae
Pteridaceae			
Aspleniaceae			
Thelypteridaceae			
Woodsiaceae			
Blechnaceae			
Onocleaceae			
Dryopteridaceae			
Lomariopsidaceae			
Tectariaceae			
Oleandraceae			
Davalliaceae			
Polypodiaceae			

1.1.3. Distribution phytogéographique

Selon Kornas (1993), 12000 espèces de Ptéridophytes ont été décrites dans le monde, leur distribution est large on compte ainsi 3000 espèces le Sud et le Centre d'Amérique, 4500

espèces dans le Sud- Est Asiatique et l'Islande, 600 espèces en Afrique tropicale, 500 espèces en Madagascar et 2000 espèces en Nouvelle Guinée. Ce même auteur signale que les ptéridophytes sont très peu signalées en Afrique. Cette faible présence est essentiellement la conséquence de la pauvreté de la flore de la forêt pluviale, d'ailleurs on rencontre très rarement des espèces de Ptéridophytes de la forêt tropicale Afrique (Louhi,2011).

Aldasoro *et al.*(2004), expliquent que les aires de distributions des Ptéridophytes sont très variables. Certaines couvrent de grandes superficies, d'autres par contre, sont localisés à des petits endroits. Les études phytogéographiques des ptéridophytes, dont les fougères, montrent que ces dernières proviennent de cinq origines (Jermy, 1983), on reconnaît ainsi :

- Les Equisetopsida et Lycopodiopsida qui ont une origine (boréale) eurasiennne tempérée.
- Les Polypodiopsida, d'origine Eocène et qui occupent l'Amérique du Nord et l'Eurasie, on signale qu'au Miocène ces taxa se sont déplacés en Asie et au quaternaire, ils se sont installés dans la partie Est de l'Himalaya.
- Les Polypodiopsida qui sont d'originaires de l'hémisphère nord tropical dans les périodes Crétacé, Paléocène et Eocène, se sont déplacés pour une partie vers les tropiques.
- Les ptéridophytes qui ont évolué en Asie centrale ou orientale se sont déplacées dans la région Méditerranéenne durant le Pliocène et le Pléistocène.
- Les Isoetes provenant du Gondwana, en Méditerranée, se sont déplacés vers l'Afrique, l'Australie, l'Asie, l'Inde et en Méditerranée occidentale.

1.1.4. Diversité et distribution des Ptéridophytes en Algérie

Les espèces de 'fougères et alliées' cosmopolites sont rares. la répartition des fougères dans le monde correspond, en général à celle des forêts. Les régions tropicales et subtropicales sont les plus riches (Deysson, 1976). D'après l'Index synonymique de la flore d'Afrique du Nord Dobignard et Chatelain (2010), l'Afrique du Nord compte un nombre total de 114 taxons de fougères (il existe 85 à Madere, 78 aux Canaries, 06 en Mauritanie, 79 au Maroc, 59 en Algérie, 37 en Tunisie, 19 en Libye et enfin 11 en Egypte. On note l'absence des Maratteopsida en Afrique du nord (une classe caractérisée par des espèces arborescentes). Les Lycophytes représentées totalisent un nombre de 19 espèces pour l'Afrique du nord.

D'après PichiSermolli (1979) in Meddour (2012) dans sa synthèse portant sur la *Taxinomie, la Chorologie et la régression des Ptéridophytes*' ces dernières comptent en région

méditerranéenne 98 espèces et l'Algérie abrite, à elle seule, 59 espèces dont 7 sous-espèces décrites par Maire (1952) et par Quézel et Santa (1962). Ce sont des Lycopodiophytes dont une qui est endémique appartenant à la famille des Isoetaceae, il s'agit de *I. velata* A. Brauns subsp. *perralderiana*, c'est une plante aquatique, très rare, qui a été découverte dans une mare permanente au dessous de la source de Tala Semda, près du col d'Akfadou (Debeaux, 1894 ; Maire, 1952 in Meddour, 2008). Les 'fougères et alliées' décrites pour l'Algérie appartiennent à 18 familles et 28 genres, les *Aspleniaceae* et les *Isoetaceae* sont les plus représentées avec respectivement 10 et 8 espèces, mais la plupart comptent 1 à 2 espèces, c'est le cas des *Selaginellaceae*, *Osmundaceae*, *Adiantaceae*, *Polypodiaceae*, *Hypolepidaceae* et *Thelypteridaceae*. Meddour (2012) rapporte que Quézel (1965) et Ozenda (1977) citent certaines espèces comme étant connues pour avoir une très large aire de répartition et couvre ainsi toute l'Algérie ainsi que le Sahara, c'est le cas de : *Adiantum capillus-veneris*, *Asplenium trichomanes*, *Ceterach officinarum*, *Cheilanthes acrosticha* ou *Cosentiniavella* qui peuvent atteindre même les habitats montagneux du Sahara central. À l'opposé, des espèces de fougères et alliées sont connues pour leur distribution très réduite ce sont : *Dryopteris filix-mas*, *Dryopteris gongyloides* subsp. *propinqua*, *Isoetes velata* subsp. *perralderiana*, *Isoetes duriei*, *Asplenium marinum*, *Asplenium obovatum* subsp. *numidicum*, *Cheilanthes hispanica* et *Woodwardia radicans*, *Marsilea minuta*, *Marsilea aegyptiaca*, *Salvinia natans*, *Polystichum aculeatum*, *Cystopteris diaphana*, et *Pilularia minuta* et *Marsilea strigosa* décrite le secteur phytogéographique oranais. (Meddour, 2012 in Haou, 2014).

1.2. Les forêts Algériennes

Ayant subi diverses formes de mutilations (colonialisme, action anthropique marquée), la superficie forestière en Algérie se cantonne à l'heure actuelle à environ 2 millions d'hectares soit 7% de la couverture nationale (DGF, 2002).

Selon la DGF (direction générale des forêts) en 2002, la superficie forestière en Algérie varie selon les considérations dont on tient compte. En effet, si l'on associe les forêts et maquis ensemble, dans la catégorie des formations forestières, nous trouvons qu'elles couvrent une superficie de 4,1 millions d'hectares. Cette dernière est répartie comme suit : 1 500 000 ha de forêts proprement dites, 1 876 000 ha de maquis et 727 940 ha constituent les reboisements réalisés depuis l'indépendance en 1962.

Sur la base de la littérature forestière telle que Boudy (1955) ; Seigue (1985) ; Ghazi et Laouati (1997) et DGF(2007), les superficies des principales essences forestières sont récapitulées dans le tableau 01 ci-après.

La comparaison des données dans le tableau ci-dessous entre celles de la Direction Générale des Forêts (2007) et celles les plus anciennes met en évidence la stabilité et la progression des surfaces de pin d'Alep. Par contre, les superficies des formations de chêne liège, de chêne vert, de chêne zeen et afarès ont considérablement diminué. Les eucalyptus introduits dans le Nord et surtout à l'Est du pays constituent le premier groupe des forêts dites économiques totalisant une superficie de 43 000 ha (DGF, 2007) à travers toute l'Algérie.

1.2.1.La subéraie dans la méditerranée

Le chêne-liège est une essence endémique du domaine méditerranéo-atlantique du bassin méditerranéen. Il est présent en Méditerranée Occidentale depuis plus de 60 millions d'années. Son aire de répartition s'est fortement réduite suite à des fortes variations climatiques et surtout de l'action anthropique de cette longue période (Benabdi, 1989).

Le chêne liège occupe une place bien particulière au sein de la forêt méditerranéenne ; il couvre une superficie totale d'environ 2,7 millions d'hectare. Le tableau 2 ci-dessous présente les superficies du chêne liège dans le monde selon différents auteurs, dont on remarque que les subéraies européennes possèdent les 2/3 de la subéraie mondiale, dont seul le Portugal occupe 30%. Par contre, les subéraies maghrébines occupent le reste de la superficie (1/3) dont la moitié est localisée en Algérie (Berriah, 2014).

Tableau N°2 :Superficie (ha) occupées par le chêne liège dans différents pays et selon de nombreux auteurs.

Auteurs Pays	Saccardy (1937)	Nativdade (1956)	Seigue (1985)	Veilion (1998)	Yessad (2000)	Santos et al (2008)
Portugal	60000	765000	600000	60000	605000	862000
Espagne	340000	350000	365000	340000	352000	725000
France	150000	149000	54000	70000	56500	44000
Italie	75000	107000	70000	70000	70000	99000
Algérie	444000	426000	440000	200000	450000	375000
Maroc	300000	360000	320000	300000	345000	440000
Tunisie	140000	114000	45000	100000	90000	144000
Total	2045000	2271000	1894000	1680000	1968500	2689000

1.2.2. Les problèmes la subéraie dans la méditerranée

Au terme générale, et d’après FAO (2001), la dégradation est un processus de changement au sein de la forêt qui affecte négativement ses caractéristiques. La conjugaison de diverses caractéristique “qualité de la forêt” peut être exprimés comme la structure ou fonction qui détermine la capacité de fournir des produits et/ou services forestiers (FAO, 2001). Or, les facteurs de dégradation des subéraies sont multiples et interférant entre eux : les conditions climatiques particulière comme les épisodes de sécheresses excessives, vents (Guillaumin et al., 1985 ; Garrec, 1994 ; Douzon, 2004), le vieillissement des peuplements, répétition des incendies, surpâturage, l’absence d’entretien et de soins culturaux, l’accumulation au fil du temps de blessures de récolte, l’absence de régénération, (Garolera, 1988 ; Garrec, 1994 ; Lieutier et al.,1994 ; Sebei et al.,2004 ; Messaouden et al.,2006)

1.2.2.1.L’incendie

Le facteur de dégradation le plus redoutable des subéraies algérienne et méditerranéenne est, sans conteste, l’incendie(Madaoui, 2002 ; Missouni et al., 2002). En Algérie, les premiers incendies remontaient à 1860 avec 2500 ha de chêne liège concédés brûlés. Depuis, des

incendies catastrophiques avaient été rapidement multipliés en 1863 en ravageant 45000 ha à l'extrême est du pays. Ensuite, d'importants autres foyers se reproduisaient de la même ampleur entre 1865 et 1871 (Puyo, 2013). Jusqu'au milieu du XXème siècle, ce même auteur a noté des bilans lourds sur les superficies forestières de chêne liège de Souk-Ahras ravagées par les feux récurrents de l'ordre de 65000 ha de 1902 à 1935 et 44 000 ha de 1936 à 1955.

Après l'indépendance, les feux continuent à parcourir presque annuellement des surfaces variables de forêts notamment de chêne liège. Ainsi, les statistiques données par la Direction Générale des Forêts (DGF) pour une période de 27 ans (1985-2012), montrent que les incendies de forêts ont ravagé une surface totale en chêne liège d'environ 200 000 hectares.

Les incendies catastrophiques sont enregistrés plus particulièrement en été 1994 atteignant une surface record de 63 328 hectares. D'autres de gravité moindre sont notés en 1990, 1993, 2000 et le dernier en été 2012. Dans cette année, la surface brûlée en chêne liège a atteint un chiffre de 17512 hectares ce qui représente 34 % de la surface forestière totale (Abbas, 2013). Vingt zones subéricoles ont été parcourues par cet incendie dont quatre ont été sévèrement touchées sur quelques milliers d'hectares comme Jijel qui occupe le premier rang (6803 ha), TiziOuzou (4570 ha), Bejaïa (2400 ha) et Guelma (1075 ha) et sept autres zones sur quelques centaines notamment Skikda et Annaba (600 ha) et El Tarf (456 ha).

Le chêne liège a un comportement particulièrement exceptionnel contre les feux de forêts, grâce à son écorce qui joue un rôle d'un excellent isolant thermique. Mais, le liège ne protège l'arbre que si son épaisseur est suffisamment épaisse, soit plus de 8 – 10 mm (Beltran, 2004 ; Ben Jamaa, 2004 ; Ghalem, 2006). En outre, l'arbre possède une grande capacité de reconstituer son houppier après le passage de l'incendie grâce aux nombreux bourgeons dormant situé sous le collet (Beltran, 2004). Le sous-bois est par contre très inflammable, mais il est capable de recoloniser la subéraie à nouveau en développant un matorral très dense parfois impénétrable. Lorsque le passage du feu sera fréquent la structure devienne très simple (Trabaud, 1980 ; Duboi, 1990, Haou 1999).

1.2.2.2..Le surpâturage

Le surpâturage est devenu au cours de ces dernières décennies l'un des facteurs les plus marquants de la dégradation des subéraies, à cause de la charge excessive en bétail exercée sur la forêt (Hasnaoui et AL., 2006). Il entraîne des conséquences graves à la fois mécaniques (tassement du sol, asphyxie des racines) et écologiques ; modification de la composition floristique des groupements végétaux et la régression de certains taxons voire même leur disparition (Bouazza et Benabadji, 1998). Le pâturage intensif est donc la cause principale de l'évolution des espaces forestiers vers parfois les formations matorrals (Bouazza et al., 2001).

1.2.2.3.Défrichement

Si les défrichements ont existé depuis l'époque romaine, ils se sont accélérés durant la colonisation française et continuent de se pratiquer de nos jours. De 1893 à 1941, le domaine forestier en Algérie a perdu 116 000 ha de forêts au profit de l'extension des cultures coloniales (FAO, 2000). A partir d'une forêt initiale, le labour pour gagner des terrains de culture a été pendant des siècles un facteur d'évolution régressive (Amandier, 2002).

Actuellement, les populations riveraines, privées de terres agricoles ou voulant étendre leurs terrains situés à proximité des subéraies, procèdent au labour dans les différents niveaux de la forêt : lisières, clairières,...etc. Les déboisements sont effectués aussi pour satisfaire notamment les besoins croissants des riverains en matière de bois de chauffage (Amar, 2014).

1.2.2.4.Les ennemis naturels

La combinaison de tous les facteurs cités auparavant, contribue à un affaiblissement général des arbres qui deviennent alors la cible des insectes ravageurs et champignons phytopathogènes (Du Merle et Attie, 1992 ; Sebei et al. 2001 ; Douzon, 2004).

Parmi les insectes les plus fréquemment rencontrés nous citons : les défoliateurs (*Lymantriadispar* et *Tortrix viridana*), les xylophages (*Cerambyxcerdo*, *Platypuscyllindrus*), les insectes corticaux ; la fourmi du liège (*Crematogasterscutellaris*), les Vers blancs attaquant les racines et le dévastateur des glandées (*Balaninuselephas*), (Abgrall et al, 1991 ; Du Merle et Attie, 1992 ; Khouss, 1993 ; Villemant et Fraval, 1993).

Parmi les champignons qui attaquent les tissus internes du chêne liège, *Hypoxylonmediterraneum*, *Botryosphaeriaestevensi* (*Diplodia mutila*) et *Phytophthora cinnamomi* (Abgrall et al, 1991 ; El Antry et al, 2001).

Chapitre II

matériels et Méthodes

Chapitre. 2. Matériels et méthodes d'étude

2.1. La méthode phytoécologique

C'est l'étude des rapports entre le climat, la faune, le milieu et la végétation.

L'étude phytoécologique traduit la combinaison, ou les relations entre la végétation et les facteurs écologiques qui jouent un rôle actif dans sa distribution et son développement.

Il y a donc trois phases l'une qui consiste à déterminer les types de végétation l'autre qui recense les facteurs actifs du milieu, et la dernière à identifier les liaisons espèces facteurs. (Mediouni Et Boussouf, 1980). Les associations végétales ne sont pas indépendantes des conditions édaphiques, microclimatiques et biotique.

L'étude phytoécologique représente un maillon indispensable pour la connaissance de milieu et de la végétation. Donc la composition floristique est en corrélation étroite avec le type d'environnement.

2.1.2. Notion de relevé phytoécologique

Un relevé phytoécologique est un ensemble d'observations écologiques et phytosociologiques qui concernent un lieu déterminé. Pour ce la, les relevés de la zone d'étude passe d'abord par une description du milieu biotique (les espèces végétales rencontrées et leur recouvrement) et abiotique (variables écologiques : les pentes, l'exposition, les caractères édaphique).

2.1.3. Les facteurs écologiques

L'étude des mécanismes d'action des facteurs écologiques, encore dénommée écologie factorielle, constitue une étape indispensable pour la compréhension du comportement et des réactions propres aux organismes, aux populations et aux communautés dans les biotopes auxquels ils sont inféodés. Il faut cependant tenir présent à l'esprit que, quel que soit le niveau d'organisation auquel on se place, ces facteurs n'agissent jamais isolément car les êtres vivants sont toujours exposés de façon simultanée à l'action conjuguée d'un grand nombre de facteurs écologiques dont beaucoup ne sont pas constants, mais présentent d'importantes variations spatiotemporelles.

2.1.4. Facteurs édaphiques

Les sols constituent l'élément essentiel des biotopes propres aux écosystèmes continentaux. Leur ensemble, dénommé pédosphère, résulte de l'interaction de deux compartiments biosphériques : l'atmosphère et les couches superficielles de la lithosphère.

La formation des sols représente un processus complexe consistant en la transformation des roches situées à la surface de la croûte terrestre (roches mères) par effet conjugué des facteurs climatiques et des êtres vivants.

Les sols résultent de l'action extrêmement intriquée et complexe des facteurs abiotiques et biotiques qui conduit à l'élaboration d'un mélange intime de minérales et organiques provenant de la décomposition des êtres vivants après leur mort et de leurs excréta (litière, racines morte, cadavres d'animaux, fèces, etc.) (Ramade ,2003)

Demolon (1960) : le sol est la formation naturelle de surface à structure meuble et d'épaisseur variable, résultant de la transformation de la roche mère sous-jacente sous l'influence de divers processus physique, chimiques et biologique.

Gaucher (1968) : propose une autre définition moins descriptive et moins restrictive : le sol est la couche supérieure de croûte terrestre (ou lithosphère) qui évolue sous l'effet des phénomènes de décomposition superficiels des roches et dont le degré d'ameublissement ou de fragmentation permet l'implantation de la végétation .

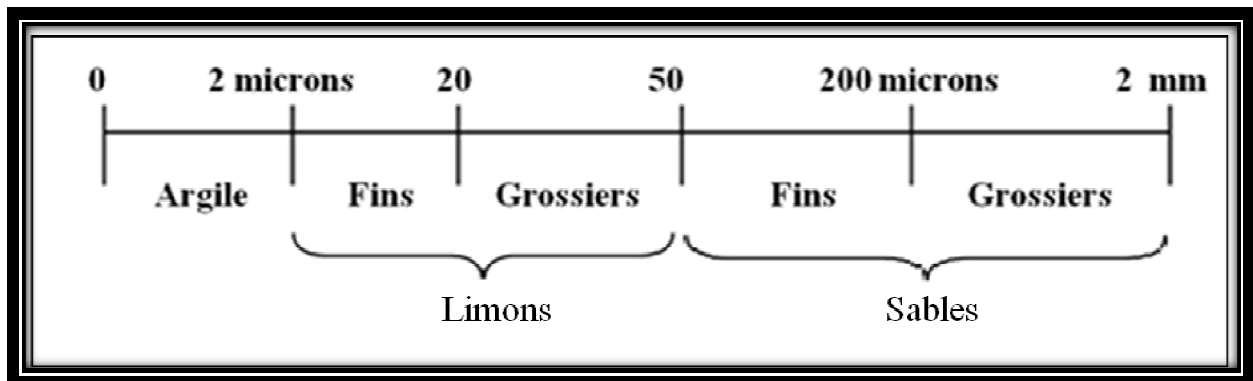


Figure N°2 : L'échelle internationale de la classification de sol (Source : Abdelouahab, 2011).

2.2.Méthode d'échantillonnage

2.2.1.Méthode aléatoire simple

C'est une des méthodes de l'échantillonnage probabilistes qui repose sur un choix d'unité dans la population fait au hasard, ce n'est pas l'enquêteur qui choisit les unités.

Elle consiste à tirer au sort le premier élément d'une série d'unité d'échantillonnage puis à prélever systématiquement les éléments suivants selon un intervalle (ou période) connue d'avances.

2.2.2.Conditions et situations propices à l'application du plan

Pour utiliser sans risque l'échantillonnage systématique, il faut absolument savoir comment s'agencent les éléments de la population (information préalables).

Si les unités sont agencées dans un ordre aléatoire, l'échantillonnage systématique est équivalent à l'échantillonnage aléatoire simple et l'avantage du 1^{er} réside essentiellement dans la commodité et sa préparation et son exécution sur le terrain.

Si les éléments de la population apparaissent selon une séquence qui engendre des variations périodiques du caractère étudié, l'échantillonnage systématique est moins efficace que l'aléatoire simple. En effet, dès que la période du prélèvement des unités s'approche de la longueur d'une des variations du caractère étudié, ou d'un multiple entier de celle-ci, une importante erreur systématique peuvent entacher les résultats. Les éléments de la population peuvent aussi présenter des phénomènes d'auto-corrélation.

Notre choix d'échantillonnage est basé sur la présence de l'espèce indicatrice.

2.3. Présentation de la zone d'étude

2.3.1.Région d'El Tarf

La région d'El Tarf est située dans l'extrême Nord-est algérien, entre 36°46' latitude Nord et de 8° 19' longitude Est.

Elle est limitée :

Au Nord par la mer Méditerranéenne.

Au Sud et à l'Est par les versants Nord et Nord-est des monts de la Medjerda.

A l'Ouest par les vastes marais de la Mekkada, à l'Est par la frontière tunisienne.

Plusieurs sites ont été étudiés :

- Djebel Rhorra, point culminant 1202m, à une direction SW- NE domine une topographie plane qui s'étale vers 450 à 500m sur l'ensemble des massifs de cette région.
- Les bassins de Chefia et de Bouhadjarqui ont un caractère montagnard malgré leur faible altitude.
- Au Nord le bassin d'El Tarf – Ain El Assel qui est une véritable plaine sublittorale.
- Le fond plat se situe à 25m d'altitude et est parcourue par l'oued El Kebir.
- Dans le site d'El Kala, trois bassins sont occupés par des lacs : le lac Mellah qui communique avec la mer, le lac Oubeira à 25m d'altitude et le lac Tonga à 2-3m d'altitude ; ce dernier drainé incomplètement vers la baie de la Messidaqui prend aujourd'hui un aspect de plaine très humide (Marre, 1992).
- La plaine de Bouteldja à l'Est correspond à la basse vallée de l'oued El Kebir ; occupée sur ses bordures par des étangs marécageux (Lac des Oiseaux et la région de Righia) ; elle est légèrement bombée de part et d'autre de l'oued.
- Le marais de la M'khada : un pôle subsidence de la plaine d'Annaba (Marre, 1992).
Ce marais constitue un milieu particulier dans lequel pendant l'hiver, un lac de plusieurs km carrés s'installe et remplacé en été par des pâturages parcourus par des bovins et des ovins. Cet espace est le lieu de convergence des oueds Bou Allalah, venus de la région de Besbés, Bou Namoussa et El Kebir. Il est limité au Nord par des dunes et au Sud par les massifs gréseux. Au centre les oueds ont construit un véritable delta intérieur.

2.3.2.. Parc National d'El Kala

Le parc national d'El Kala (P.N.E.K) est l'un des plus grands parcs d'Algérie. Composé d'une mosaïque particulière d'écosystèmes y compris les zones humides, lui confère un statut de très grande importance dans le bassin méditerranéen pour ce qui concerne la sauvegarde de la sauvagine (A.P.N.A, 2006).

La création du parc remonte au 23 juillet 1983 en application du décret ministériel n-83/462 (Atlas, 2006). Il s'étend sur une superficie de 80000 ha, inclus dans la wilaya d'El-Tarf, à l'extrême nord-est algérien comme l'indique la Figure1. Il regroupe neuf communes: El-Tarf, El-Kala, Ain Assel, Souarekh, El Aioun, Berrihane, Ramel Souk, Bougous et Bouteldja(Brahmia et Semok, 2012).

Le parc national d'El Kala est limité à l'est par la frontière algéro-tunisienne, au nord par la mer méditerranée, à l'ouest par les plaines d'Annaba et au sud par les montagnes de la

Medjerda. Il été érigé comme un réserve de la biosphère par l'UNESCO le 17 décembre 1990 vu sa grande richesse faunistique et floristique. Administrativement, le parc est subdivisé en trois secteurs: Brabtia, Tonga et Bougous, il est compris entre les coordonnées géographiques 36°55'-36°90'N et 8°16'-8°43'E (A.P.N.A, 2006).

2.3.3. Localisation et caractérisation du site d'étude

L'étude a été réalisée au niveau du Parc National d'El-Kala (PNEK) localisée à l'extrême Nord- Est algérien, crée en 1983 et s'étend sur une superficie de 76 438 ha. Situé au nord- est de l'Algérie, inclus administrativement dans la wilaya d'El –Tarf, abrite le complexe de zones humides le plus important du pays. Il est limité à l'est par la frontière Algéro-Tunisienne, au nord par la mer méditerranée, à l'ouest par les plaines d'Annaba (plaine de la Mafragh) et au sud par les contreforts du djebel El Ghorra. C'est l'un des plus grands parcs naturels d'Algérie, Le parc est composé d'une mosaïque d'écosystèmes forestiers, lacustres, dunaires et marins, lui conférant une haute valeur biologique et écologique dans le bassin méditerranéen, et une importante richesse biologique et paysagère. Sa flore, sa faune et son patrimoine culturel lui ont valu son inscription autant que réserve de la biosphère par L'UNESCO en 1990. Pour les besoins de l'étude, nous avons retenus seulement la subéraie de Boumalek.

- **Subéraie de Boumalek**(36° 53'N et 08° 20' E) : le milieu est caractérisé par un stade de dégradation donnant une formation ligneuse poussant sur un sol pauvre, conditionné par une forte humidité due à la présence du Lac El Mellah.

La subéraie de Boumalek présente un degré de fragmentation important d'où le morcellement observé sur la carte de situation du site d'étude (carte.....).

La subéraie est caractérisée par plusieurs stade de succession écologique : un stade climax utilisé comme témoin dans l'étude de succession post incendie (Haou, 1999) ; cette partie de la subéraie a subit ces dernier temps une forte dégradation d'où son intérêt d'étude. Un stade de maquis haut et un stade de maquis bas.



Figure N°3. Situation géographique de la zone et stations d'étude (Subéraie de Boumalek)

2.4.Synthèse climatique

L'étude climatique permet de connaître et analyser, les différents facteurs climatiques sur les milieux notamment agricoles ou forestiers. Parmi ces facteurs la température, les précipitations, l'humidité relative, la lumière, les vents, l'enneigement et les gelées.

Ces facteurs sont permis de mettre en évidence les potentialités hydriques notamment les tranches pluviométrique et sa répartition dans l'année. Et ces facteurs sont influents sur la composition floristique et la distribution végétales. Parce que chaque espèce végétale a un intervalle climatique et dans un étage bioclimatique. Donc il y a une relation entre l'association végétale et les facteurs climatiques.

On peut distinguer parmi les facteurs climatiques un ensemble de facteurs énergétiques, constitués par la lumière et les températures, des facteurs hydrologiques (Précipitation et hydrométrie), des facteurs mécaniques (vent, enneigement). (Ramade, 2003).

Le climat est un élément primordial, son irrégularité spatiale et temporelle implique des études de plus en plus fines pour mieux comprendre son action sur la distribution des différentes espèces végétales. Il s'agit donc de mettre en évidence les relations qui existent entre la végétation et les facteurs climatiques.

Emberger (1930, 1971) a particulièrement souligné ce rôle en ce qui concerne la végétation méditerranéenne, et en 1939 il montre que les données écologiques, et en particulier bioclimatiques, influent considérablement sur l'individualisation de la végétation. Le climat en région méditerranéenne est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes (Aidoud, 1997). D'après De Martonne (1926), Turril (1929), Gaussen (1954), Walter *et al.* (1960), Mooney *et al.* (1973), Benabadji (1991, 1995), Bouazza (1991, 1995); le climat méditerranéen est caractérisé par un été sec et un hiver doux.

D'une manière générale le climat de l'Algérie est de type méditerranéen, elle se situe entre une influence de nord-ouest qui apporte les courants froids et humides et une influence méridionale liée à une atmosphère chaude et sèche de type saharien.

Cependant, pour mieux appréhender les exigences climatiques de la subéraie, il serait important d'étudier dans ce chapitre, les caractéristiques climatiques de la région d'étude dans laquelle cette forêt trouve des conditions favorables à son développement.

Dans cette partie de notre travail, nous nous contentons de dresser un tableau faiblement complet en raison de la disponibilité moyenne des données climatiques.

Le climat régional est défini à l'aide des données climatiques enregistrées par la station météorologique d'El Kala (10 m, 36° 54'N et 08°27' E) installée dans la région d'étude permettrait d'avoir une idée sur les différentes caractéristiques du mésoclimat.

2.4.1. Température

La température est un facteur écologique fondamental et un élément vital pour les formations végétales. Ce facteur a été défini comme une qualité de l'atmosphère et non une grandeur physique mesurable (Péguy CH, 1970). Elle intervient dans le déroulement de tous les processus, la croissance, la reproduction, la survie et par conséquent la répartition géographique générant les paysages les plus divers (Soltner, 1987).

Pour Seltzer, (1946), tout l'Algérie (Sahara non compris), la température moyenne est de novembre à avril, inférieure à la moyenne annuelle; elle lui est supérieure de mai à octobre, et que la moyenne mensuelle atteint sa plus forte valeur aux mois de juillet et août ce qui est généralement lié à la fréquence du sirocco.

Selon la bibliographie ; les minima dans la région d'El-Kala sont enregistrés durant le mois de décembre, de janvier et de février (les mois les plus froids) qui varient entre 6.2°C et 9.8°C alors que les maxima sont enregistrés au cours du mois de juin, de juillet, d'août, de septembre et d'octobre (les mois les plus chauds) qui varient entre 16.7°C et 21.8°C (Sarri, 2017) .

2.4.2. Précipitations

La pluviométrie dans cette région est conditionnée par deux phénomènes météorologiques importants. D'une part, les perturbations cycloniques d'origine atlantique de l'Ouest et du Nord-Ouest qui, après avoir traversé l'Espagne et une partie de la Méditerranée Occidentale, affectent le Nord-est algérien et d'autre part les dépressions qui prennent naissance en Méditerranée Occidentale (Sarri, 2017 in De Bélair, 1990).

L'autre aspect pluviométrique du territoire du parc réside dans sa partie Sud où l'altitude dépasse les 1000 mètres ce qui favorise l'interception des masses nuageuses, ce qui se traduit par des pluies orographiques donnant d'importantes lames d'eau précipitées sur sol imperméable comme à El-Ghorraoula hauteur annuelle d'eau précipitée dépassedeloins 1000mm (CENEAP, 2010).

2.4.3. Humidité

Dans la région d'El Kala, le degré d'hygrométrie est très élevé tout au long de l'année et il est presque constant durant toute l'année variant entre 72.7% et 79%. Notant que l'humidité est très élevée durant toute l'année dont le maximal est atteint durant le mois de décembre.

Ce paramètre, dont les valeurs sont relativement élevées (proximité du littoral), atteint ses valeurs les plus fortes au lever et au coucher du soleil. Cette humidité de l'air, élevée même en période estivale, explique que la région puisse être plongée dans un voile de brume; ce dernier est propice, en fin de compte, aux cultures d'été et à la végétation naturelle, véritable compensation pour les végétaux ne bénéficiant d'aucune précipitation durant l'été (Boumaraf, 2010).

2.4.4.Vents

Les vents jouent un rôle très important dans notre région, puisqu'ils interviennent dans la pluviométrie. Ils sont caractérisés par leur fréquence, direction et vitesse. Les données relatives à la force des vents et leurs fréquences concernent l'année 1992 (Boumaraf, 2010).

Tableau N° 3 : Variation mensuelle de la vitesse et direction des vents pour l'année 1992 (Station d'El Kala)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Direction Du vent (°)	40	280	100	120	100	180	340	200	200	360	/	300
Vitesse max (m/s)	17	21	17	23	16	19	15	9	20	18	22	20

Tableau N ° 4: Fréquence des vents pour l'année1992 (station d'El Kala)

Direction	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Fréquences Des vents	1	1	0	3	1	2	0	3

saison chaude, la vitesse des vents s'affaiblit.

Ce sont les vents du Nord-Ouest, souvent liés aux pluies d'équinoxe, qui apportent les précipitations les plus importantes venues de l'Atlantique, lorsque les hautes pressions du large des Açores ont cédé le pas aux basses pressions venues de l'Atlantique. À l'opposé, on note la manifestation d'un vent chaud, le sirocco du Sud-est principalement en été qui assèche l'atmosphère et favorise, avec les températures élevées, les incendies de forêts (incendies de l'été 1983 et celui de 1993) (Boumaraf, 2010).

2.4.5. Géologie

La région d'El-Kala date de la formation de la chaîne tellienne. L'actuelle structure morphologique résulte d'une activité tectonique datant du tertiaire et du quaternaire. Cette diversité combinée à l'action de l'eau et du vent contribue jusqu'à présent au façonnement du relief (Marre, 1987).

Selon Joleaud (1936) l'époque tertiaire se distingue par la formation des argiles de Numidie qui sont datées de l'Éocène moyen. Ces argiles d'une épaisseur de 300 m environ se développent dans le fond des vallées et en bordure des plaines, tandis que les grès de Numidie datant de l'Éocène supérieur reposent en concordance sur les argiles précédentes formant la masse principale des collines et la crête du djebel Ghorra. Par ailleurs à l'époque tertiaire il y a eu la formation des dépôts fluviatiles constitués principalement de limons, de sables et de galets. Quant aux dépôts marins éolisés, ils sont formés par un amas dunaire issus de l'érosion par la mer des falaises gréseuses (Joleaud 1936).

2.4.6. Pédologie

La pédogenèse est étroitement liée aux facteurs climatiques, à la nature du substrat et au couvert végétal. L'étude des sols de la région d'El-Kala a permis de déterminer plusieurs types de sols dont les principaux sont les sols podzoliques insaturés à vocation forestière de chêne-liège. Ils sont à structure granuleuse légèrement lessivée sans accumulation importante de la litière. Les sols de marais occupent la partie centrale des différentes cuvettes, formés d'argiles lacustres. Par ailleurs il y a les sols des prairies marécageuses, les sols tourbeux non inondés, les sols alluvionnaires des oueds, les colluvions des pentes gréseuses et les sols dunaires (Durand, 1952).

2.5. Etude édaphique

2.5.1. Méthodes d'analyse édaphique

Le sol se définit comme un élément principal de l'environnement qui règle la répartition de la végétation. Il se développe en fonction de la nature de la roche-mère, la topographie et les caractéristiques du climat (Ozenda, 1954).

Duchaufour (1977) souligne que le sol est une réserve de substances nutritives et un milieu stable pour l'activité biologique. Alors que pour Benabadji (1988), le sol joue un rôle de facteur de compensation au niveau des précipitations.

L'interaction sol-végétation a été étudiée par de nombreux auteurs, pédologues et phytoécologues. Nous pouvons en citer : Ruellan (1971) ; Duchaufour (1977, 1988); Pouget (1980); Mandouri (1980); Bottner (1982); Dimanche (1983); Selmi (1985).

L'objectif de cette étude édaphique est la détermination des facteurs édaphiques susceptibles d'exercer un rôle fondamental sur la répartition des espèces floristiques de notre site d'étude.

L'analyse du sol est importante pour deux raisons selon (Duchaufour, 1977) :

- du point de vue physique, elle renseigne sur la nécessité d'apporter des modifications à la structure du sol et cela en tenant compte du climat,
- du point de vue chimique, elle renseigne sur la richesse du sol en éléments organiques et minéraux.

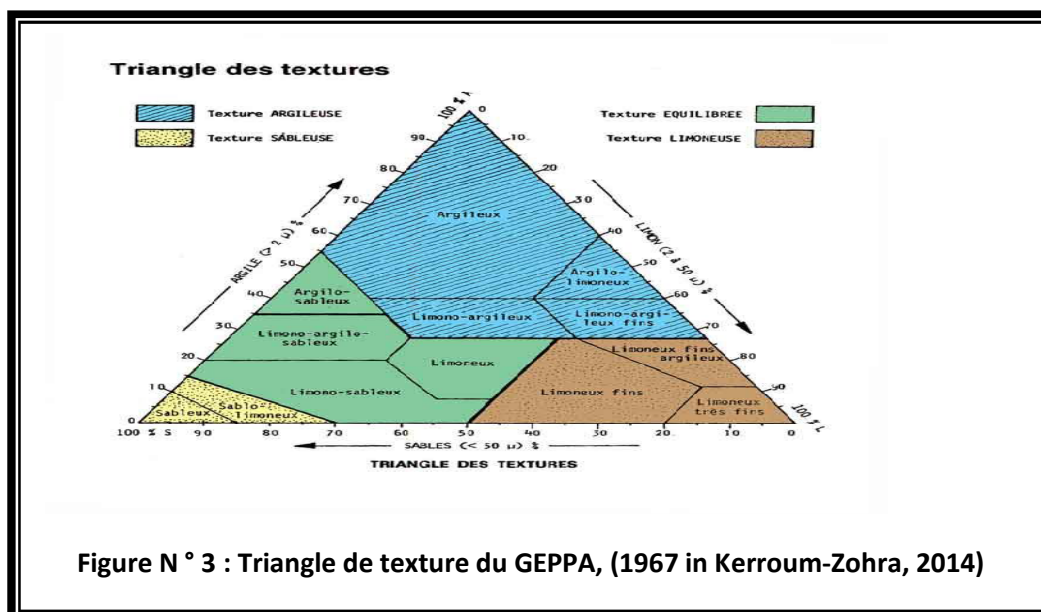
Dans cette étude, nous nous sommes focalisés sur les analyses physiques (granulométrie) et physico-chimique.

Lors de cette étude sur notre site, nous avons effectué des prélèvements du sol dans les certains relevés. Nous avons pris un échantillons du sol de chaque station au niveau de la rhizosphère entre 0 et 20 cm de profondeur. Ces échantillons ont été respectivement prélevés dans les quatre sites d'étude.

Après un quart d'heure de vibration, on pèse chaque quantité de sol selon le diamètre de chaque tamis.

Pour la représentation graphique des résultats, nous avons accordé l'importance à la représentation en coordonnées tri-linéaires : Le triangle textural (Mathieu, 1998)

Les pédologues regroupent les textures obtenues en % (Argile, Limon et Sable) en classes de textures pour faciliter de description des sols (Triangle de textures) (Delaunois, 2006).



2.6.Méthode d'analyse numérique des données de terrain

Cette partie du travail présente l'approche globale qui porte principalement sur le traitement statistique des tableaux de relevés floristiques appelée méthodes numériques faisant leurs preuves dans le domaine d'étude de la végétation afin d'appréhender la dynamique des groupements végétaux et de mettre en évidence des gradients écologiques par le biais d'analyses statistiques multi variées : analyse factorielle des correspondances (AFC), analyse en composante multiple (ACM) et la classification hiérarchique ascendante (CHA).

L'objet de ces méthodes est de résumer l'information d'un tableau de données en lui donnant une écriture simplifiée sous forme graphique tout en utilisant les calculs d'ajustement qui font appel à l'algèbre linéaire. Elles permettent de traiter en un minimum de temps un nombre important de relevés floristiques. Cette approche d'analyse multi variée a été utilisée en phytosociologie et en phytoécologie par de nombreux chercheurs, notamment : M'Hirit (1982), Achhal (1986), Fennane (1987), Ezzahiri (1989), Ziri (1994), Aafi (1995), Nefaoui (1996).

Dans cette étude, nous avons opté pour la méthode AFC.

▪ **Analyse factorielle des correspondances (AFC)**

L'une des meilleures techniques appliquée au traitement des données phytoécologiques est certainement celle de l'Analyse Factorielle des Correspondances, c'est sûrement la méthode la plus appropriée pour la discrimination des groupements végétaux.

Dans un premier temps, une AFC a été utilisée pour mettre en évidence les interactions significatives entre les principaux facteurs. Il s'agit notamment de rechercher la meilleure représentation simultanée de deux ensembles constituant les lignes « espèces végétales » et les colonnes « relevés » d'un tableau de données et de tester la liaison entre ces deux ensembles.

Le terme de correspondance dans AFC provient du fait que l'on cherche à mettre les caractères en correspondance. C'est-à-dire que l'Analyse Factorielle des Correspondances décrit la dépendance ou la correspondance entre les ensembles des caractères. Ainsi, l'AFC est essentiellement descriptif. Il ne peut ressortir de cette analyse que les phénomènes qui sont présents dans les données de bases. C'est donc une première étape de l'étude, destinée à appliquer les données. La grande partie de l'exploitation des données découle des observations sur terrain (Raolinandrasana, 1996).

Les résultats de l'analyse sont des tableaux de chiffres et des graphiques. Trois plans principaux ont été retenus pour cette analyse, ceux-ci ont le mérite de représenter à la fois sur la même figure les observations et les variables. Le nuage des points-relevés montre dans ce type d'analyse une structuration indépendante de la valeur des espèces, ce qui atteste bien de l'objectivité de l'AFC. En travaillant sur des numéros (espèces codées), on exclut tout risque de se laisser influencer par des opinions préconçues sur la signification de telle ou telle espèce selon Guinochet (1973).

Les représentations graphiques sont les projections du nuage de points sur les axes principaux, en se souvenant que ce sont les premiers axes qui représentent le mieux le nuage d'après Dervin (1988) in Meddour (2011). Les pourcentages d'inertie associés aux axes permettent d'évaluer le nombre d'axes à prendre en considération ; et l'interprétation des résultats de l'AFC repose sur l'examen des différents renseignements fournis à l'issue du traitement ; à savoir :

- La contribution relative (CR) mesure la participation d'un individu ou d'une variable à l'inertie d'un axe.
- Les valeurs propres qui correspondent à l'inertie du nuage de point le long de l'axe absorbant le maximum d'inertie du nuage ;

✚ Le taux d'inertie qui correspond au pourcentage de chaque valeur propre par rapport à l'inertie totale du nuage et le cumul d'inertie ;

Une AFC globale sur l'ensemble des données permet de connaître la quantité d'information expliquée par quelques axes factoriels indépendants et de dégager les relations essentielles entre la végétation et le milieu (variables environnementales) (Legendre P et Legendre L., 1998). A partir des données floristiques de différents faciès de végétation, il est possible de mettre en évidence dans l'espace factoriel des successions de groupements végétaux en relation avec les grands gradients écologiques (Bonin G et al., 1983).

Chapitre III résultat et Interprétation

CHAPITRE.3. Résultat et interprétation

3.1. Résultat édaphiques

La granulométrie

La distribution de la taille des particules (aussi appelée composition granulométrique) est une des plus importantes caractéristiques du sol. En outre, la détermination de la taille de grain (granulométrie) est essentielle pour l'évaluation de la disponibilité de substances pour la flore et la faune. Le tableau ci-dessous, nous présentons la texture de 4 échantillons de sol prélevés dans différentes stations d'étude.

Tableau N°5: Résultats des analyses granulométrique du sol des quatre stations.

Echantillon	Ech N° 1	Ech N° 2	EchN° 3	EchN°4
Maille en mm	%	%	%	%
> 10	2,1	0,4	1,5	2,4
8,0 - 10	1,4	0,1	0,6	1,5
5,0 - 8	3	1,5	3,1	4,9
3,5 – 5,0	2,7	1,1	2,6	2,9
2,0 – 3,5	3,5	2,9	5	6,2
1,0 – 2,0	6	6,1	8,5	12,5
0,5 – 1,0	11,4	19,2	19,9	17,8
0,2 – 0,5	59,8	58,2	47,3	39,2
< 0,2	9,6	10,5	11,5	12,6

Concernant la texture (Fig 5) ; l'étude statistique montre une dominance d'argile dans l'ensemble des stations. Celle-ci varie entre 59,8 % pour la station 01, 58,2 % pour la station 02, 47,3 pour la station 03 et 39,2 pour la station 04.

La part du limon dans cette analyse est comprise entre 11,4 % (ST1), 19,2% (ST2), 19,9% (ST3), 17,8 (ST4).

Celle de sable est de 4,0 % (ST1), 2,9 % (ST2), 5,% (ST3) et 6,2% (ST4).

La projection de ces résultats sur le diagramme textural nous informe que malgré qu'il y a un ensablement dans la région d'étude vu le degré d'exploitation ; toujours le sol garde sa texture argileuse.

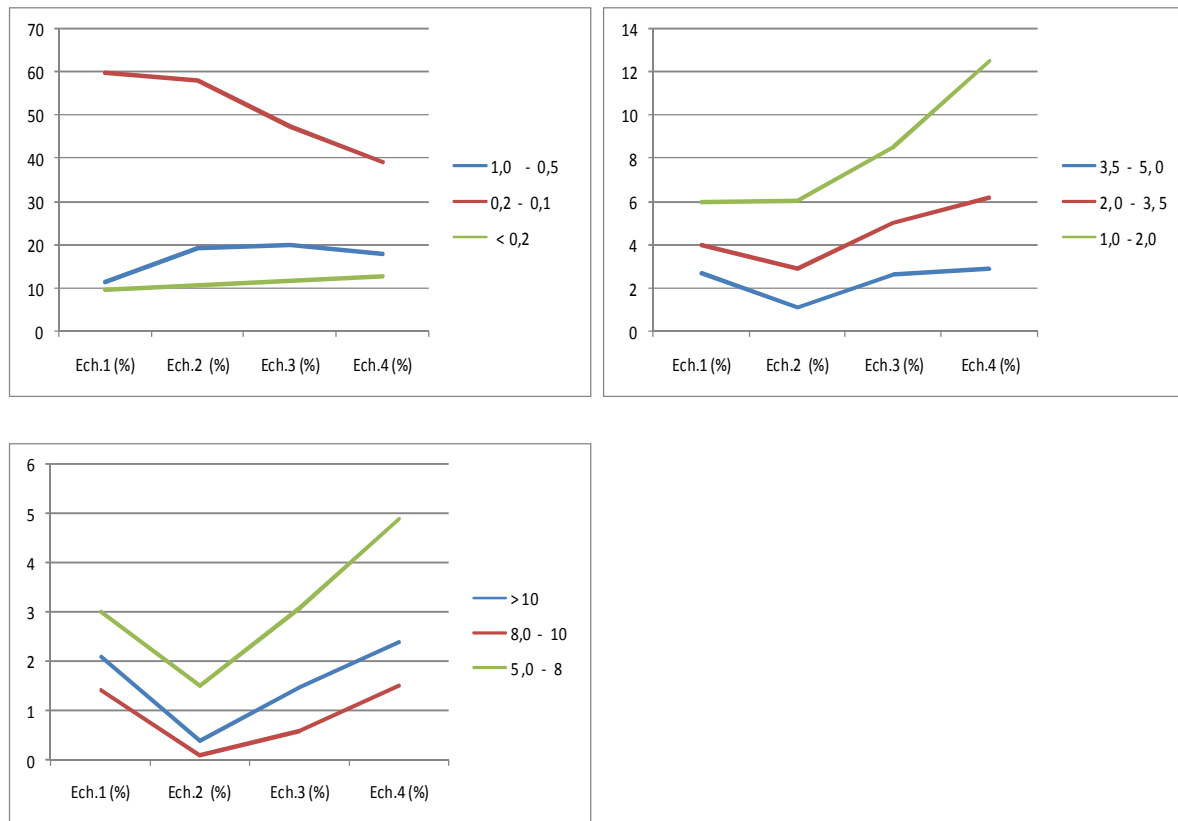
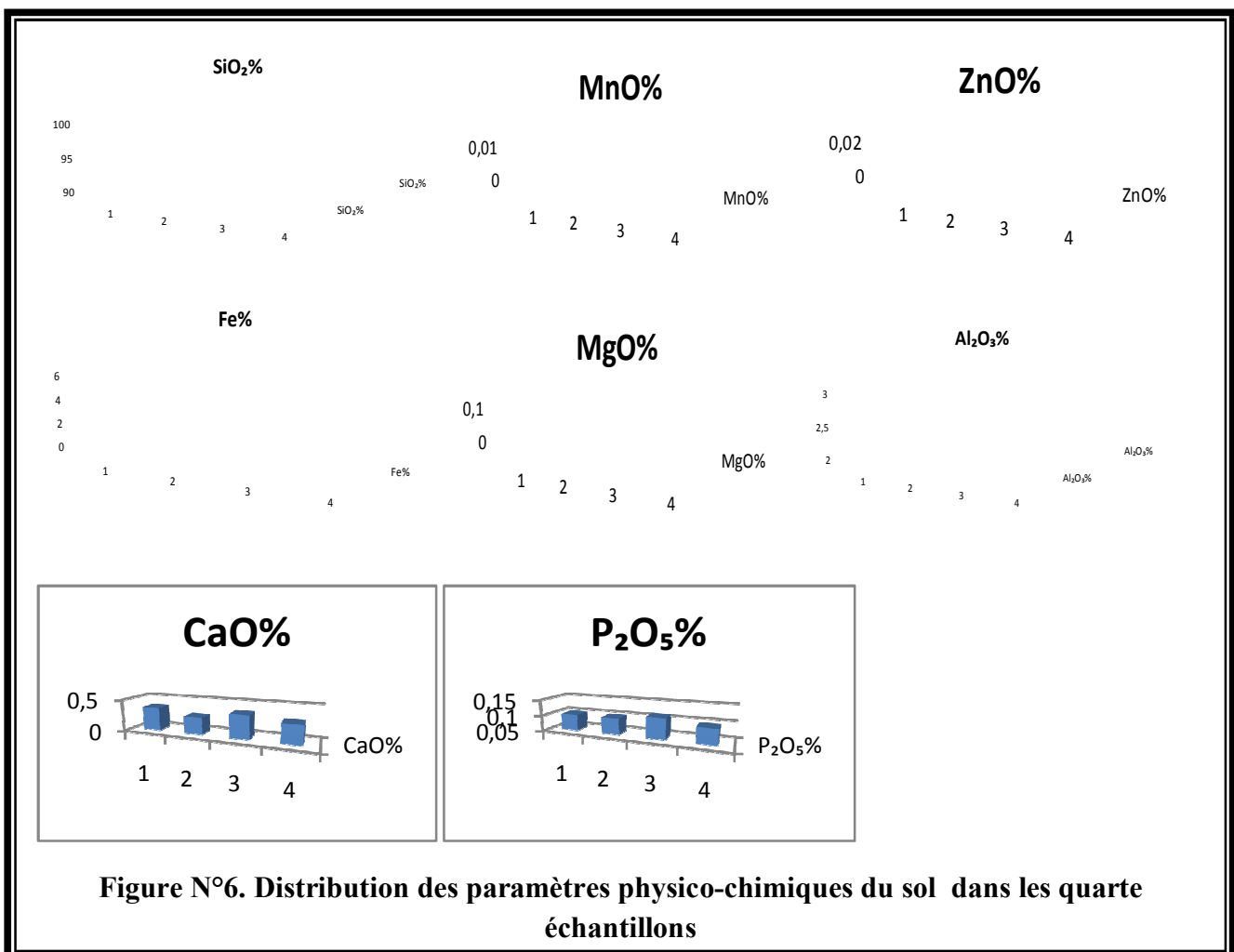


Figure n°5 : Pourcentage de texture du sol des quatre échantillons par maille (< 0,2-10)

3.2. Analyse physico-chimique du sol

Tableau N° 6 : Résultats des analyses physico-chimique du sol des quatre stations.

Code	Fe%	CaO%	SiO ₂ %	MgO%	Al ₂ O ₃ %	MnO%	P ₂ O ₅ %	ZnO%
01	2,39	0,36	97,94	0,05	2,31	0,01	0,1	0,008
02	3,66	0,26	96,19	0,08	2,55	0,01	0,1	0,01
03	3,39	0,36	99,94	0,07	2,36	0,01	0,113	0,009
04	4,66	0,29	95,19	0,03	2,75	0,01	0,097	0,011



A travers le diagramme à borne du pourcentage nous avons remarqué :

Le dioxyde de Silicium à une présence importante pour les quatre échantillons entre 95,19% et 99,94%.

L'oxyde de Manganèse est stable pour les quatre échantillons présentant une faible concentration d'une moyenne de 0,01 %.

L'oxyde de Zinc se présente sous forme de trace variant entre 0,009% et 0,01%.

L'importance du Fer ne se voit que dans la quatrième station avec un pourcentage de 4,66.

L'oxyde de Magnésium varie entre 0,03 et 0,08 en moyenne pour l'ensemble des échantillons étudiés de sol.

3.3. Les analyses de terrain

Tableau N°7: Variation des paramètres écologiques

	1	2	3	4	5	6	7
<i>Selagenelladenticulata</i>	4	4	1	1	0	5	0
<i>Polypodiumcambricum</i>	0	0	0	3	4	0	0
<i>Anogrammaleptophylla</i>	0	0	0	0	0	0	2
Nombre de Ptéridophytes	1	1	1	2	1	1	1
Nombre d'arbre	0	1	2	1	2	1	1
Nombre d'arbustes	1	7	5	6	5	7	2
% de densité végétale durelevé	8	70	60	50	70	20	5
% de pierre	5	80	15	5	90	80	90
%de litière	5	3	90	80	60	70	5
%de débris urbains	2	5	3	1	3	5	10

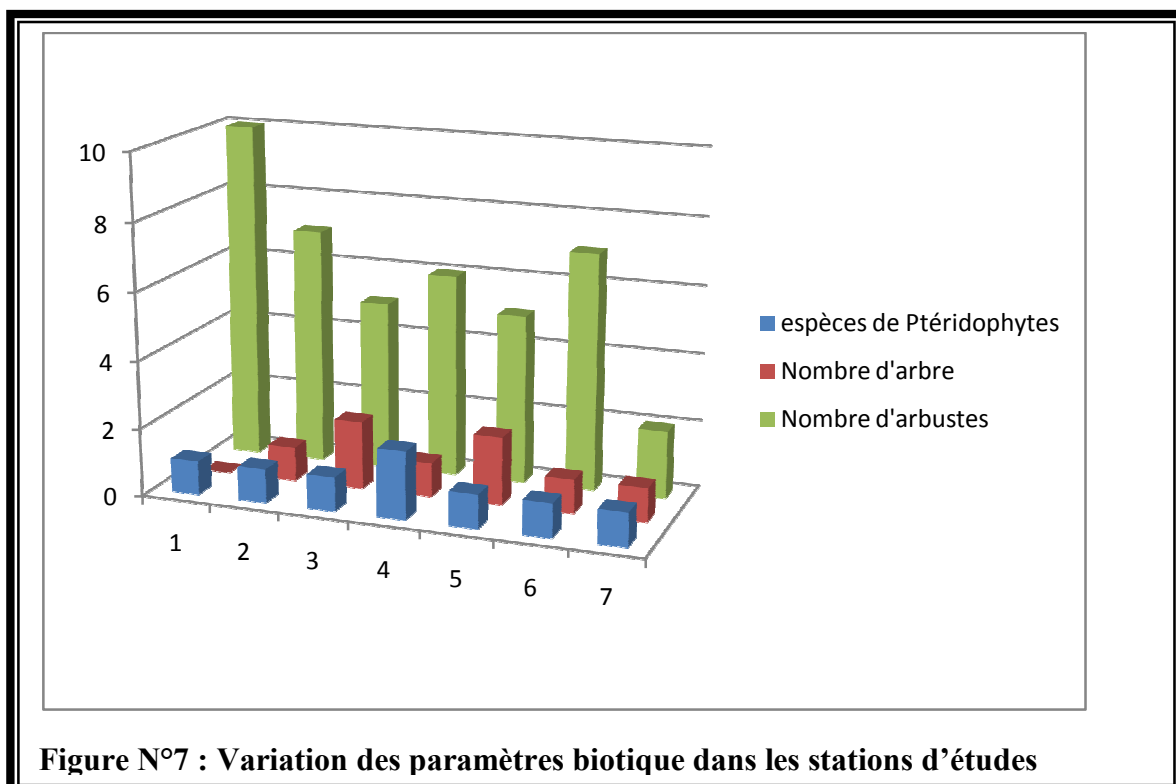
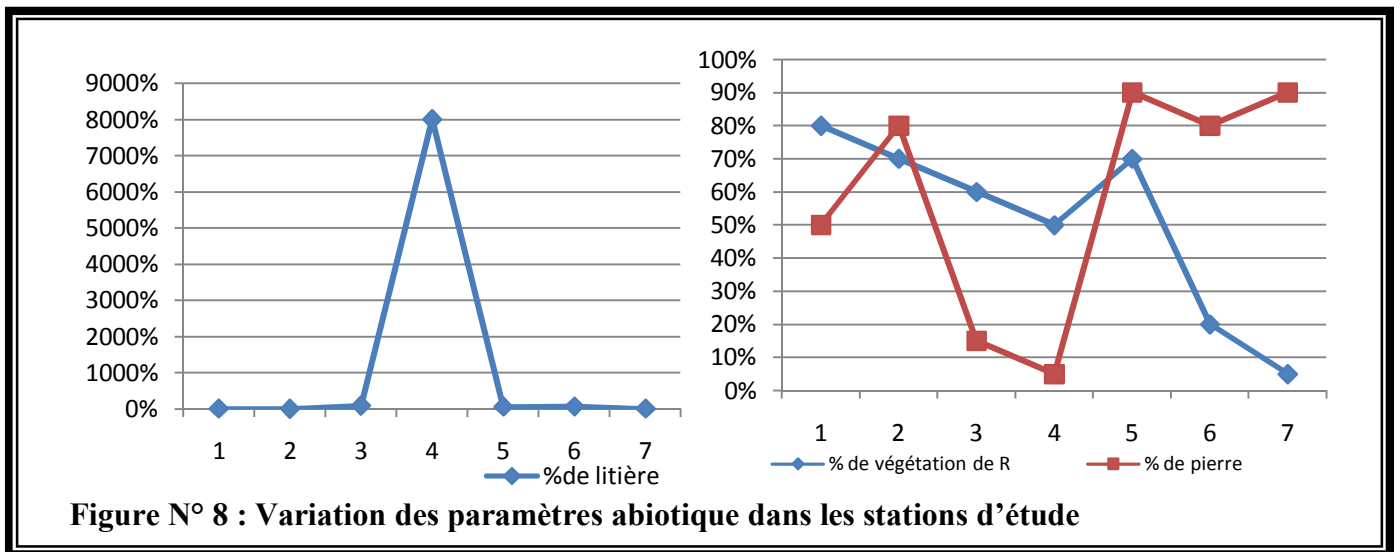


Figure N°7 : Variation des paramètres biotique dans les stations d'études

Le graphe (Fig.7), montre une variation nette des trois descripteurs biotique choisis lors de cette étude. Nous observons une densité d'arbuste qui est inversement proportionnelle à la densité de la strate arborée dans chaque station d'étude ; cette dernière et proportionnelle à la présence de population de Ptéridophytes.



Le graphe ci- dessus (Fig.8), montre qu'au fur et à mesure que la densité de végétation du relevé devient importante le pourcentage de présence de pierre (grés de Numidie) diminue. Ces deux paramètres agissent sur la variation de la présence de litière dans la station elle-même. Expliquant le fait que le relevé (4) présente une densité de végétation et pourcentage de pierre assez faible, mais une litière assez abondante.

3.4. Analyse numérique des données (AFC)

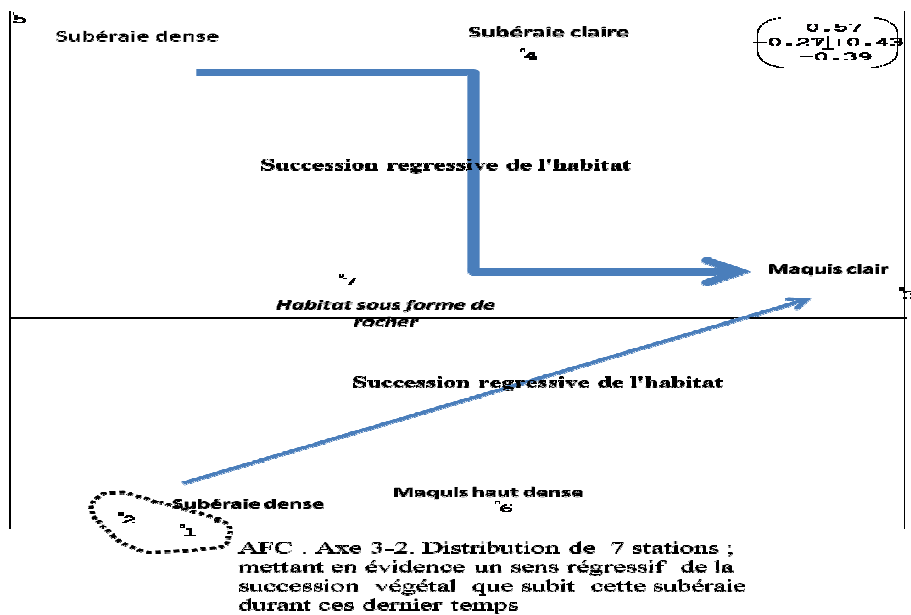


Figure N°9 : Distributions des stations dans la plan factoriel (3,2)

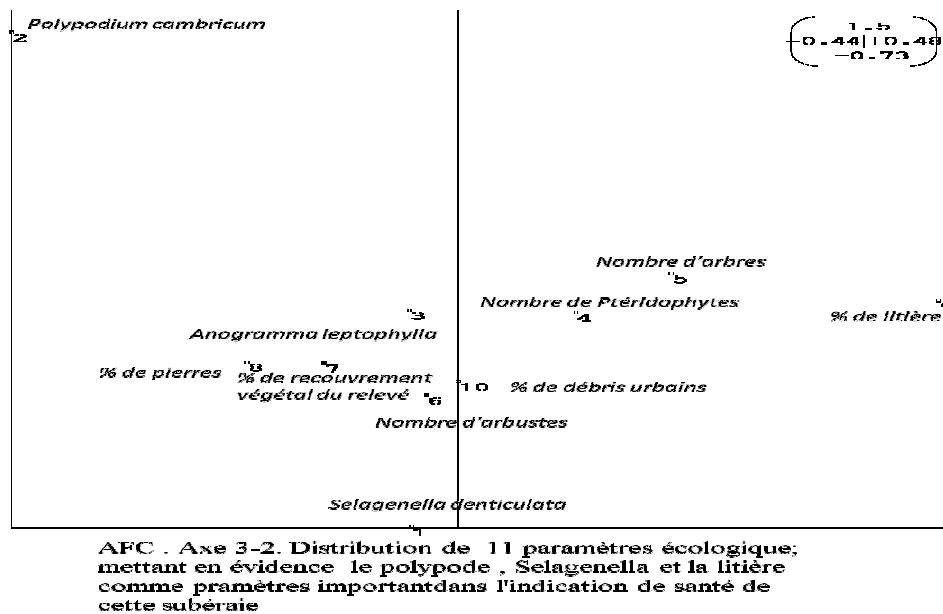


Figure N° 10. Distributions des paramètres écologiques dans le plan

L'analyse (Fig. 9) met en évidence, un constat bien évident étant la succession régressive de la subéraie de Boumalek vers le maquis clair. La Figure. 10. Met en évidence l'importance du *Polypodium cambricum* et *Selaginella denticulata* dans l'indication de santé du site d'étude d'où l'importance de leur population ne se trouve que dans des stations assez équilibrées.

4. Discussion

À l'échelle mondiale, les informations sur les perturbations de la forêt sont relativement rares, Bien que des informations sur les incendies de forêts soient disponibles ; l'étude de l'état de santé des forêts n'est prise en considération par certains organismes étatiques. La subéraie de Boumalek se trouve à l'intérieur d'une zone rurale, cette localisation a accentué le degré d'anthropisation de ce site (coupe utilisation de son sous bois, pâturage et agriculture de sa lisière). Les résultats montrent que malgré que le site a été considéré depuis une vingtaine d'année comme station témoin dans l'étude de la succession post incendie de la végétation (Haou 1999); ces derniers temps ce site présente une sénescence (stade de vieillissement). L'absence totale de certains Ptéridophytes signalés lors de notre terrain telle : les *Asplenium*, *Isoetes* sur les bordures de certaines chaabates, et la faible densité de population de d'autres telle *Polypodium* et *Anogramma* qui arrive même à un ou deux individus seulement. Ces derniers la densité de leur population a été signalée il y a 10 ans (Haou. 2014, 2011).

Cette constatation est confirmée par nos observations de terrain indiquant une faible fréquence de ptéridophytes trouvés dans les différentes stations d'étude jusqu'à l'absence totale dans certaines parties de la subéraie caractérisée par ; soit un ensablement, un assèchement, et/ou présence de débris urbains ; ces faits ont engendré une invasion de plantes nitrophiles telles les crucifères et certaines composées herbacées et *Halimium halimifolium* caractérisant un sol riche en limon. Dans d'autres parties de la subéraie étudiée le sol garde sa richesse en silice (Tableau N °6) mais présente une baisse de présence de pierre (Gré de Numidie) provoquant soit la pauvreté en espèces végétales rupicoles, soit absence totale (parmi ces espèces nous avons les Ptéridophytes telle les *Asplenium*).

Conclusion

Conclusion

La dégradation de la subéraie ne cesse dans la région d'El Tarf, ce fait est estimé par le DGF en 2004 donnant un % de 41 de maquis qui en remplace la subéraie. Cette dégradation non seulement touche la diversité spécifique de l'habitat mais aussi la structure de la lisière de la subéraie.

L'étude sur terrain de l'état de population des *ptéridophytes* dans subéraie de Bomalek a bien montré un degré de dégradation. Durant cette étude nous avons évalué la fréquence des *ptéridophytes* en mettant en évidence leur sociabilité et/ ou leurs dépendance de la strate arborée et arbustive. Ainsi, la dégradation de ces strates a induit une pauvreté d'abondance dans les populations de ces espèces bio-indicatrices.

Malgré le classement de protection de ce site d'étude ; ce dernier présente une surexploitation diverses : Le surpâturage qui est devenu au cours de ces dernières décennies l'un des facteurs les plus marquants de la dégradation des subéraies, à cause de la charge excessive en bétail exercée sur la forêt (Hasnaoui et AL., 2006). L'agriculture qui est la cause principale d'ensablement, l'action de coupes de sous bois pour le feu.

Concluons ainsi, que la faible fréquence des *Ptéridophytes* et/ou leurs absences indique une dégradation nette de cet habitat qui demande une restauration, aménagement et protection des services écosystémiques concernés par la problématique.

Références Bibliographiques

Référencibiographique

A.P.A.P.N.A.(2006).Agents De Parc National d'El Kala..N.A.(2006). Agents De Parc National D' ElKala.

Afayolle A., 2008 – Structure Des Communautés De Plantes Herbacées Sur Les Grands Causses ; Stratégies Fonctionnelles Des Espèces Et Interactions Interspécifiques. ThèseDoct. Univ. Montpellier Supargo, CNRS., 225 P.

Aubertin C. Et Viven F.D., 1998 – Les Enjeux De La Biodiversité. Economicaed. Paris. 112p.

Austin M.P., 1999 - The Potential Contribution Of Vegetation Ecology To Biodiversity Research. *Ecography*, 22:465-484.

Atlas Des Parc Nationaux Algériens , (2006). Direction Générale Des Forets Parc National De ThenietEl Had.

Bagnouls F. Et Gaussen H., 1953 – Saison Sèche Et Indice Xérothermique. *Bull. Soc. His. Nat.*, Toulouse, 88 : 193-239.

Bagnouls F. Et Gaussen H., 1957 – Les Climats Et Leur Classification. *Ann. Géogr.*, 66 (355) : 193-220.

Bamba I., Mama A., Neuba D. Et Koffi K.J., 2008 - Influence Des Actions Anthropiques Sur La Dynamique Spatio-Temporelle De L'occupation Du Sol Dans La Province Du Bas-Congo (R.D. Congo).*Sciences Et Natures*, Vol. 5 (1) : 49 – 60.

Barbault F., 1995 – Ecologie Des Peuplements : Structure Et Dynamique De La Biodiversité. Masson Ed. Paris, 278 P.

Barbault F., 2000 – Ecologie Générale : Structure Et Fonctionnement De La Biosphère. 5ème Ed. DUNOD Ed., Paris, 326 P.

Barbero M., Bonin G., Et Quezel P., 1971 – Signification Bioclimatique Des Pelouses Ecorchées Sur Les Montagnes Du Pourtour Méditerranéen, Leur Relation Avec Les Forêts D'altitudes. *Coll. Interdiscip. Milieux Nat. Supraforestiers Mont. Bassin Occ. Médit.*, Perpegnan: 17-56.

PBarbero M., Bonin G., Et Quezel., 1975 – Les Pelouses Ecorchées Des Montagnes

Circum-Méditerranéennes ; Aperçu Bioclimatique Et Syngénétique, Leur Rapport Avec Les Forêts

D'altitudes. *Phytocoenologia*, 1 (4) : 427-459.

Battandier J.A., 1892 –Liste Des Plantes Observées Aux Environs De Biskra Et De l'Aurès. *Bull. Soc. Bot. De France*, 39 : 336-339.

Benyacoub S., Louanchi M., Baba Ahmed R., Benhouhou S., Chalabi B., Haou F., Rouag R. & Ziane N., (1998). Plan Directeur De Gestion Du Parc National d'El Kala Et Du Complexe Des Zones Humides (Wilaya d'El Taref). P300

Benabid A., 2002 – Le Rif Et Le Moyen Atlas (Maroc) : Biodiversité, Menaces, Préservation. *African Mountains High Summit Conference. Nairobi, Kenya* 6-10 Mai, 19 P.

Bertraneu J., 1952 – Le Massif Du Boutaleb XIX. Congrès Géologique International.

Monographie Régionale Première Série Algérie, 5, 80 P.

Bertraneu J., 1955 – Contribution A L'étude Géologique Des Monts Du Hodna. Massif Du Boutaleb. *Publication Du Service De La Carte Géologique De l'Algérie*. Alger, Bull. 4, 183p.

Bogaert J. Et Mahamane A., 2005 - Ecologie Du Paysage : Cibler La Configuration Et L'échelle Spatiale. *Annales Des Sciences Agronomiques Du Bénin* (7) 1 : 39-68.

Boudy P., 1955 - Economie Forestière Nord-Africaine. *Tome IV. Description Forestière De l'Algérie Et De La Tunisie*. Larose, Paris, 481 P.

Boyadgiev T.G., 1975 – Les Sols Du Hodna (Algérie). PUND. FAO. Rapport Technique N° 5, Rome.

Brossard E., 1866 – Essai Sur La Constitution Physique Et Géologique Des Régions Méridionales De La Subdivision De Sétif (Algérie). *Mém. Soc. Géo. Fr.*, Paris, Sér.2, VIII : 117-

288.

Burel F. Et BAUDRY J., 2003 - Ecologie Du Paysage ; Concepts, Méthodes Et Applications.

Paris, France : Tec Et Doc. 359 Pp.

CHAABAN A., 1993 – Etude De La Végétation Du Littoral Septentrional De Tunisie ; Typologie,

Syntaxonomie Et Eléments D'aménagement. Thèse Doct. Es Sc., Univ. Aix-Marseille, 205 P +

Annexes.

Chaumont M. Et Paquin C., 1971 – Notice Explicative De La Carte Pluviométrique De

l'Algérie Au 1/ 50 000. *Société d'Histoire Naturelle De l'Afrique Du Nord*, Alger, 24 P. + Carte.

- Cheikh Al Bassatneh M., 2006 - Facteurs Du Milieu, Gestion Sylvicole Et Organisation De La Biodiversité : Les Systèmes Forestiers De La Montagne De Lure (Alpes De Haute-Provence, France). Thèse Doct. Univ. Paul Cezanne Aix-Marseille III, 216 P + Annexes
- Chermat S., 1998- Les Etages De Végétations En Algérie Nord Orientale, Approche Phytosociologique. Thèse De Magister. Univ. F. Abbas, Sétif, 114 P.
- COTTEAU G., PERON A. Et GAUTHIER V., 1884 – Echnides Fossiles De l'Algérie. Fasc.2 :
- Etages Tithoniques Et Néocomien. Masson Ed., Paris, 99 P.
- Daget P., 1977 - Le Bioclimat Méditerranéen : Analyse Des Formes Climatiques Par Le Système d'Emberger. *Vegetatio*, Vol. 34, N° 2: 87-103.
- Daget P., Ahdali L. Et David P., 1988 – Le Bioclimat Méditerranéen Et Ses Modalités Dans Les Pays Arabe. *Biocénose*, 3 (1-2), 73-107.
- Dahmani-Megrerouche M., 1997 – Le Chêne Vert En Algérie, Syntaxonomie, Phytoécologie Et Dynamique Des Peuplements. Thèse Doct. Univ. H. Boumediene, Alger, 384 P.
- Dolédec S, Chessel D. & Gimaret-Carpentier C. (2000): Niche Separation In Community Analysis : A New Method. *Ecology*, 81 (10), Pp 2914- 2927.
- Deconchat M., 1999 - Exploitation Forestière Et Biodiversité: Exemple Dans Les Forêts Fragmentées Des Coteaux De Gascogne. Thèse De Doctorat. Thèse De l'Université Paul Sabatier, Toulouse, 119p + Annexes.
- Delong D.C., 1996 - Defining Biodiversity. *Wildlife Society Bulletin*, 24:738-749.
- Donadiou P., 1985 – Géographie Et Ecologie Des Végétations Pastorales Méditerranéennes. Doc. Ronéo., 97 P.
- Duchaufour P., 1977 – Pédologie : Pédogénèse Et Classification. Masson Ed. Tom. 1, 477 P.
- Emberger L., 1930 – La Végétation De La Région Méditerranéenne. Essai D'une Classification Des Groupements Végétaux- *Rev. Gen. Bot.*, 42 : 641-662 Et 705-721.
- Emberger L., 1936 – Remarques Critiques Sur Les Etages De Végétation Dans Les Montagnes Marocaines. *Bull. Soc. Bot. Suisse* Vol. Jub. Inst. Rubel. 46 : 614-631.
- Emberger L., 1955 – Une Classification Biogéographique Des Climats. *Rev. Trav. Lab. Bot. Géo. Zool. Fac. Scien. Série Bot.*, 7 : 3-43.
- Faurie C. Et Ferra C. Et Medori P., 2003 -Ecologie, Approche Scientifique Et Pratique. 5^{ème} Ed. LAVOISIER Ed., Paris, 407 P.

Ficheur E., 1893 – Sur Les Terrains Crétacés Du Massif Du Boutaleb. *Bull. Soc. Géo.*, Paris, Sér.3, XX : 393-427.

Frontier S ; 1983. « Stratégies d'échantillonnage en écologie ». Collection d'écologie, 17, Masson, Paris : 494p.

Frontier S. et Pichod-Viale D ; 1998. *Ecosystèmes : structure, fonctionnement, évolution*. Dunod, Paris : 447p

Gaston K.J. Et Spicer J.I., 2004 - *Biodiversity An Introduction*. Blakwell Publishing:191.

Gehu .Et Rivas-Martinez ., 1981-Syntaxonomie : Notion Fondamentales De Socoologie.

BerichteDer Internationalensymposien Der Internationalenverinigung Fur Vegetationskunde: 5-33

Gharzouli R., 2007 - Flore Et Végétation De La Kabylie Des Babors, Etude Floristique Et Phytosociologique Des Groupements Forestier Et Postforestioer Des Djebels Takoucht, AdrerOu

Mellel, TababorsEt Babors. Thèse De Doct. Uni De Sétif. 273 P, + Annexes.

Guinochet M., 1973 – La Phytosociologie- Masson Ed., Paris, 227 P.

Guyot G., 1999 – Climatologie De L'environnement. Dunodéd., 525 P.

Grinnell J. (1917): The Niche Relationship Of The California Thrasher. *Auk*, 34, 427-233.

Haou S, De Bélair G &Viane R L. L. (2011): Inventory Of The Ferns (Filicopsida) Of Numidia's (North-Eastern Algeria). *International Journal OfBiodiversity And Conservation* Vol. 3(5), Pp. 206-223, June, 2011 ISSN 2141-243X ©2011 Academic Journals

Hustan M.A., 1994 - Biological Diversity; The Coexistence Of Species On Changing Landscapes.CambridgeUniversitypress, New York, USA.

Ikermod M., 2000 – Evaluation Des Ressources Forestière Nationales. Alger, DGF, 39p.

Ionesco T. Et Sauvage., 1962 -Les Types De Végétation Du Maroc: Essai De Nomenclature Et Définition. *Revue De Géographie Du Maroc* Rabat. 1 Et 2: 74-87 P.

Kaabeche M., 1990 – Les Groupements Végétaux De La Région De Bou Saada (Algérie) ; Essai De Sunthèse Sur La Végétation Steppique Du Maghreb. Thèse Doct. Univ. Paris-Sud, Centre d'Orsay, 94 P + Annexes.

Kanev D., 1972 – Etude De La Forêt Domaniale Du Boutaleb. Secrétariat D'état Aux Forêts Et Au Reboisement (Mission Bulgare). CNRF., 150 P.

Lacoste A. Et Salanon R., 2001 -Elément De Biogéographie Et D'écologie- 2ème Ed.

Revetaugm. Paris. 318 P.

Laouar H., 1995 – Contribution A L'étude Des Plantes Médicinale Du Massif De Boutaleb; Phytomasse De *Rosmarinustournefortii* De Noé, Effet De L'altitude Et De L'exposition Sur La Composition De Ses Huiles Essentielles. Thèse De Magister. Univ. F. Abbas. Sétif, 186 P.

LAPIE G., 1909 – Les Divisions Phytogéographique De L'algerie. *C. R. Acad. Scien.* 148 (7) : 433-135.

LAPIE G., 1910 – Division Botanique Et Régions Forestières De l'Algérie. *Revue Des Eaux Et Forêts.* Nancy, 49 :1-5.

LE Houerou H.N., 1989 – Classification Ecoclimatique Des Zones Arides (S.L.) De l'Afrique Du Nord. *Ecologiamediterranea*, XV (3-4) : 95-144.

LE Houerou H.N., 2004 – An Agro-Bioclimatic Classification Of Arid And Semi-Arid Lands In The IsoclimaticMediterranean Zones. *Arid Land Research And Management*, 18: 301-346.

LeHourou H.N., Claudin J., Haywood M., Et Donadieu J., 1975 - Etude Phytoécologique Du Hodna. AGS., FAO, Rome, 154 P., 2 Carte Coul. 1/200 000.

Lecompt M., Alexandre F. Et Genin A., 1998 – Seuils Biologiques Et Limites Bioclimatiques En Méditerranée Occidentale. *Revue De Géographie De Lyon*, 73 (1), 33-43.

Leger A., 2008 – Biodiversité Des Plantes Médicinales québécoises Et Dispositifs De Protection De La Biodiversité Et De L'environnement. Mémoire, Univ. Québec, 186 P.

Leveque C. Et Mounolou J.C., 2008– Biodiversité : Dynamique Biologique Et Conservation. 2^{ème} Edition, Dunod Ed. Paris. 259 P.

Lebart L, Piron M & Morineau A. (1997) : Statistique Exploratoire Multidimensionnelle. 2^{ème} Edition Dunod, Paris. 439p

Legendre. L & Legendre. R. (1984) : Ecologie Numérique : 1 Le Traitement Multiple Des Données Ecologiques. Masson, Paris. 260p

Leibold M.A. (1995): The Niche Concept Revisited - Mechanistic Models And Community Context. *Ecology*, 76, 1371-1382.

Marre A. (1992) : Le Tell Orientale Algérien. Etude Géomorphologique, 2 Vol : 624p- O.P.U, Alger.

Madoui A., 1987 – Rapport Entre Les Facteurs Du Milieu Et Le Risque D'incendie De La Forêt Du

Boutaleb. Mém. D.E.S. Univ. F. Abbas, Sétif, 49 P.

Madoui A., 1995 – Contribution A L'étude De L'impact Ecologique Des Feux De Forêts Sur La

Végétation Du Massif Forestier De Boutaleb(Sétif). Thèse De Magister, Uni. F. Abbas, Sétif, 281p + Annexes.

Maire R., 1926 – Carte Phytogéographique De l'Algérie Et De La Tunisie. Gouv. Gén.Algérie, 1Vol. 78 P, 1 Carte 1/1500 000, Alger.

Maire R., 1928 – Contribution A L'étude De La Flore De l'Afrique Du Nord, Fasc. 12, N° 421. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.*, 19 : 9-66.

Maire R.,1952-1987 - Flore d'Afrique Du Nord. Vol. I Axvi, Le Chevalier Ed., Paris.

Marage D., 2004 - Structure Et Fonctionnement Du Peuplement Ligneux Dans Le *Trochiscantho-Abietetum*. Essai De Caractérisation Des Phases Sylvigénétiques Et Sylviculturales. Application dans Le Bassinversant De Gap-Chaudun(05). ENGREF, Nancy, Rapport Final, ConventionONF/ENGREF, 19 P.

Marty P., Vivien F.D., Lepart J. Et Larrere R., 2005 – Les Biodiversité : Objets,

Théories, Pratiques. CNRS Ed. Paris. 261p.

Meddour R.2012. Taxinomie, Chorologie Et Régression Des Ptéridophytes d'Algérie :Synthèse Bibliographique.

Meddour R., 2010– Bioclimatologie, Phytogéographie Et Phytosociologie En Algérie :

Exemple Des Groupements Forestiers Et Préforestier De La Kabylie Djurdjurenne. Thèdedoct.,

Univ. Mouloud Mammeri, Tiziouazou, 397 P + Annexes.

Mediouni K. Et YahiN., 1994 – PhytodynamiqueEt Autoécologie Du *Cedrusatlantica*Dans Le Djurdjura. *Ann. Rech. For. Maroc*, N° Spécial, 27, Vol. 1 : 77-104.

MerikhiR., 1987 – Contribution A La Connaissance De La Cédraie Du Massif Du Boutaleb. Mém. D.E.S. Univ. F. Abbas, Sétif, 21 P.

Merikhi R., 1995 – Contribution A L'étude La Végétation De Monts Du Hodna; Etude Phytosociologique Du Massif Du Boutaleb. Thèse De Magister. Univ. F.Abbas, Sétif, 179 P.

Michel Boudrie, Michel Hoff, Pascal Holveck, Serge Muller ; Actes Du Colloque En Hommage A Claude Jérôme (1937-2008) , Les Fougères d'Alsace, d'Europe Et Du Monde 2009 ; 163p

Mile J., 1979 – Vegetation Dynamics. Chapman And Hall Éd., Lendon, 80 P.

Mitrakos K., 1982 – Winter Low Temperatures In Mediterranean-Type Ecosystems. *Ecol. Medt.*, VIII (1-2), 95-102.

Ozenda P., 1975 – Sur Les Etages De Végétation Dans Les Montagnes Du Bassin Méditerranéen. *Doc. Cart. Ecol.*, XVI : 1-32.

Ozenda P., 1991 – Les Relations Biogéographiques Des Montagnes Sahariennes Avec La Région Méditerranéenne. *Revue De Géographie Alpine*, 1 : 43-53.

Panini T. Et Amandier L., 2005 – Climats Pluviométriques Et Thermiques En Région

Provence- Alpes - Côte d'Azur. Analyse Des Données Météorologique 1961-1996 Et Cartographie Par Système D'information Géographique. *Forêts Méd.* XXVI, 4, 299-308.

Parizeau M.H., 2001 – La Biodiversité : Tout Conserver Ou Tout Exploiter.

Science/Ethique/Sociétés Ed. 217 P.

Peron A., 1870 – Découverte D'un Gisement Tithonique Dans Les Montagnes De Sétif. *Bull. Soc. Géo. Fr.*, Paris, Sér. 2, XXVII : 640p.

Purvis A. Et Hector A., 2000 - Getting The Measure Of Biodiversity. *Nature*, 405: 212-219

Quezel P., 1957 – Peuplement Végétal Des Hautes Montagnes De l'Afrique Du Nord. Le Chevalier Ed., Paris, 463p.

Quezel P., 1976 – Les Forêts Du Pourtour Méditerranéen ; In'' Forêts Et Maquis Méditerranéen : Ecologie, Conservation Et Aménagement''. *Notes Techniques Du MAB N° 2*, UNESCO, Paris : 10-23.

Quezel P., 1978 – Analysis Of Floramediterranean And Saharanafrica. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 65: 479-534.

Quezel P., 2000 – Réflexions Sur L'évolution De La Flore Et De La Végétation Au Meghreb Méditerranéen. Ibis Press, Paris, 117 P.

Quezel P. Et Medail F., 2003 -Ecologie Et Biogéographie Des Forêts Du Bassin Méditerranée. Elsevie Ed., 513 P + Annexes.

Quezel P. Et Santa S., 1962 -Nouvelle Flore De l'Algérie Et Des Régions Désertiques Méridionales. CNRS Ed, Paris, Vol.1, 1-565.

- Quezel P. Et Santa S., 1963 -Nouvelle Flore De l'Algérie Et Des Régions Désertiques Méridionales. CNRS Ed, Paris, Vol.2, 566-1170.
- Ramade F, 2008, Dictionnaire Encyclopédique Des Sciences De La Nature Et De La Biodiversité, Dunod, 1p.
- Richard P.J.H., 1997 – Les Climats Annuels, La Variabilité Climatique Et Bioclimatique. Www.Georg.Umonteal.Ca/Donees/Geo3152.
- Rivas-Martinez S., 2004 –Global Bioclimats (Classificacionbioclimàtica De La Teirra). PhytosociologicalresearchCenter. Www.Globalbioclimats.Org.
- Roche P., 1998 - Dynamique De La Biodiversité Et Action De L'homme. Rapport ENV-SRAE 94233, Paris, France. 6 Pp.
- Savornin J., 1920 – Etude Géologique De La Région Du HodnaEt Du Plateau Sétifien. *Bull. Serv. Carte Géol. Algérie*. Alger, Sér. 2-7, 502 P.
- Smith A.R. Pryer K.M., Shuettpelz E. *Et Al.*, 2006. A Classification Of Extant Ferns. *Taxon* 55(3).705-731.
- SELTZER P., 1946 – Le Climat d'Algérie. *Tra.Inst. Métiorol. Phys. Globe*, Alger, 1 Vol. 219 P.
- Site 1 <https://Www.Ecologie.Gouv.Fr/Biodiversite-Presentation-Et-Enjeux>
- Site 2(https://Www.Actu-Environnement.Com/Ae/Dictionnaire_Environnement/Definition/Bio-Indicateur.Php4) .
- Site 3 <https://Www.Aquaportail.Com/Definition-411-Bioindicateur.Html>
- Site 4 <https://Www.Aquaportail.Com/Definition-411-Bioindicateur.Html>.
- Terrab A., Hampe A., Lepais O., Talaveras., Vella E. Et Stuessy T.F., 2008 PhylogeographyOf North African Atlas Cedar (*Cedrusatlantica*, Pinaceae); Combined Molecular And Fossil Data Reveal A Complex Quaternary History. *Am. J. Bot.*,95 (10): 1262-1269.
- UICN., 1980 – Liste Des Plantes Rares Et Menacées Des Etats Du Bassin Méditerranéen. 63 P.
- Viliotis D., 1982 – Relation Of The Climate To The Latitudinal Situation And Altitudinal Zonation. *Ecol. Medit.*, VIII (4), 165-175.

