

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur
et de la recherche scientifique
Université Chadli Bendjedid
El Tarf



جامعة الشاذلي بن جديد
UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشاذلي بن جديد
الطارف

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie

كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم البيولوجيا



Mémoire de Fin d'Études
Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master 2 Recherche
«Biodiversité et Environnement »

THÈME

**Etude de quelque Rubiacées entant que bio-indicateur de santé
dans la subéraie de Boumalek (PNEK)**

Soutenu le : 07/ 07/ 2021

Présenté Par : Ramdani Hadjer

Devant le jury composé de :

Pr	Lazli Amel	Présidente	UCBET
Dr	Boumedris Zine Eddine	Examineur	UCBET
Dr	Louhi Haou Sihem	Promoteur	UCBET

Année universitaire 2020 - 2021

Remerciements

Tout d'abord nous rendons grâce à Dieu, lui qui nous a permis d'être bien portant afin d'effectuer ce travail du début jusqu'à la fin.

Je remercie mes parents respectifs pour leurs soutiens durant notre parcours de formation.

Mes remerciements vont, à mon directeur de mémoire, le docteur Mme Louhi Haou Sihem, elle qui nous a guidés avec ses orientations, ses conseils et ses critiques tout au long de ce travail de recherche en me laissant la liberté dont on avait besoins. On ne peut que lui être reconnaissant surtout pour ses qualités intellectuelles et humaines.

Mes remerciements vont aussi au membre du jury, pour l'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant d'évaluer ce travail et de participer à la soutenance.

Et enfin, nous sommes reconnaissants envers tous les enseignants de l'Université CHADLI BEN JDID pour leur contribution à ma formation, et également à mes camarades, amis pour leurs aides précieuses.

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 Sœurs : Aya, Maissa et Raounak

A mon cher fiancé Marouane pour leur encouragement

A mes camarades de promotion lesquelles j'ai passé des moments inoubliables

Sommaire

<i>Remerciement</i>	02
<i>Dédicace</i>	03
Introduction	12
<u>Chapitre 01</u> :<i>Synthèse Bibliographique</i>	14
<i>1/ le bio-indicateur</i>	15
- Définition.....	15
- Principes.....	15
- Propriétés d'un bio-indicateur.....	15
<i>2/ la forêt méditerranéenne</i>	16
<i>3/ la famille des Rubiacées</i>	17
- Distribution.....	17
- Appareil végétatif des Rubiacée.....	17
- Anatomie de la famille.....	18
- La reproduction.....	18
- Classification phylogénie.....	20
- Intérêt des Rubiacées.....	21
<u>Chapitre 02</u> :<i>Matériels et Méthodes</i>	23
<i>1/ Matériels d'étude</i>	24
- GPS.....	24
- Pelle.....	24
- Sachets en plastiques.....	25

- Mètre.....	25
<i>2/ Méthodes d'études.....</i>	26
- La méthode phytoécologique.....	26
- La méthode d'échantillonnage aléatoire simple.....	27
<i>3/ localisation et caractéristique de la zone d'étude.....</i>	28
- Localisation de la station d'étude.....	28
- Caractéristique climatique.....	30
- Caractéristique géologique.....	33
- Caractéristique pédologique.....	34
- Etude édaphique.....	34
<i>4/méthode de traitement des données de terrain.....</i>	35
<u>Chapitre 03 :Résultats et Discussion.....</u>	39
<i>1/ Résultats.....</i>	40
- Analyse granulométrique de sol de la zone d'étude.....	40
- Analyse physicochimique de sol de la zone d'étude.....	42
- Analyse de terrain.....	44
- Analyse ADE.....	46
<i>2/ Discussion.....</i>	48
Conclusion.....	51
Références bibliographiques.....	53

La liste des figures

Numéro de figure	Le nom de figure	La page
01	Aires protégés et limites du « Point chaud » de la biodiversité méditerranéen (CM SC-PNUE et UICN ; 2017)	16
02	Un GPS	24
03	Une pelle de jardin	25
04	Des Sacs en plastiques	25
05	Une mètre	26
06	A, B)Localisation de la station d'étude (C)Localisation des points d'échantillonnage	29
07	Triangle de texture de GEPPA, (1967 in Kenoun –zehra,2014)	35
08	Organigramme du traitement par l'AFC (Aafi ; 1995)	38
09	Pourcentage de constituants du sol des différentes tailles de mailles dans chaque échantillon	41
10	Les analyses physicochimiques de sol de la subéraie de Boumalek	43
11	Le pourcentage de la litière et de pierre dans la zone d'étude dans 11 relevés	45
12	Corrélation de présence entre state arbustive et la strate arborée dans les stations d'étude.	45
13	Distribution de 11 stations sur l'axe (3-2)	46
14	Distribution de 08 paramètres écologiques sur l'axe (3-2)	47
15	L'arbuste de chamaerops dans la subéraie de Boumalek	49
16	Les lichens dans la subéraie de Boumalek	49

La liste des tableaux

Numéro de tableau	Le nom de tableau	La page
01	Indice de l'abondance-dominance d'une espèce selon l'échelle BLANQUET	27
02	Variation mensuelle de la vitesse et direction de vents pour l'année 1992 (station d'El Kala)	32
03	Fréquence de vent pour l'année 1992 (station d'El Kala)	33
04	Analyse granulométrique de sol de la zone d'étude	40
05	Analyse physicochimique de sol de la zone d'étude	42
06	Les analyses de terrain de 11 relevés	44

Résumé

Les Rubiacées (Rubiaceae) est une famille de plantes à fleur, Ce sont des arbres, des buissons, des lianes ou des plantes herbacées largement répandus dans les régions froides, tempérées, subtropicales ou tropicales. Cette étude est une première approche sur l'état écologique (floristique) du Rubiacée ; vu qu'il se présente comme un élément bio indicateur de santé des forêts en générale et spécialement la subéraie. Notre travail s'intéresse à l'évaluation de la fréquence de présence de cette famille dans la subéraie de Boumalek situé à l'Est du Lac Mellah situé dans la région d'El kala, wilaya d'El Tarf et faisons partie intégrante du PNEK (zone considérée comme protégée).

L'étude vise à mettre en évidence la relation de présence de ces espèces bio-indicatrice et l'état de santé de cette subéraie. Le terrain a été effectué selon la méthode d'étude phytoécologique et un mode d'échantillonnage aléatoire simple. Nos résultats ont montré une régression dans l'évolution de sa flore et une diminution jusqu'à l'absence totale des bio-indicateurs étudiés considéré comme dense il y a 10 années.

Les mots clés : les Rubiacées, bio indicateur, la subéraie, écologie, phytoécologique

المخلص

الفوة هي عائلة من النباتات المزهرة، وهي عبارة عن أشجار، أو شجيرات، أو نباتات عشبية موزعة على نطاق واسع في المناطق الباردة، أو شبه الاستوائية أو الاستوائية. هذه الدراسة هي النهج الأول في الحالة البيئية (الأزهار)، مع الأخذ في الاعتبار أنالفوة يتم تمثيله كعنصر مؤشر حيوي للغابة بشكل عام ولغابة الفلين بشكل خاص. عملنا يهتم بتقييم اعداد وجود هذه العائلة في غابة الفلين بومالك المتواجدة في شرق بحيرة الملاح في منطقة القالة لولاية الطارف وتنتمي للحظيرة الوطنية القالة.

الدراسة تهدف إلى تسليط الضوء على العلاقة بين وجود هذه الانواع من المؤشرات البيولوجية والحالة الصحية لهذه الغابة. تم تنفيذ الدراسة في هذه الأرض على طريقة الدراسة النباتية وعن طريق أخذ العينات بطريقة عشوائية بسيطة. نتائجنا أظهرت تراجعاً في تطور حياة النباتات في غابة بومالك وتقلصاً في ابعاد انتشارها الى درجة غياب تام للمؤشرات البيولوجية التي تمت دراستها و التي تم تكريسها على انها كثيفة قبل 10 سنوات.

الكلمات المفتاحية: الفوة، مؤشر البيولوجي، غابة الفلين، ايكولوجيا، علم البيئة النباتية.

Summary

The Rubiaceae is a family of flowering plants, its trees, bushes, lianas or herbaceous plants widely spread in cold, temperate, subtropical or tropical regions.

This study is a first approach on the ecological state (floristic) of Rubiaceae ; since it is presented as an organic health indicator element of the cork forest .

Our work is concerned with the evaluation of the frequency of presence of this family in the Cork forest of Boumalek located east of Lac El Malah located in the region of El Kala Town of El Tarf and it is an integral part of The National Park El kala. The study was carried out in this land on the method of the botanical study and by taking samples in a simple random way.

Our results showed regression evolutions of its flora and dimension up to the total absence of bio-indicators studied consecrated as dense 10 years ago.

The key words: the Rubiaceae, bioindicator, the cork grove, ecology, phytoecological.



INTRODUCTION

Introduction

L'intégrité biologique d'un milieu naturel est déterminée par la combinaison de son degré d'intégrité chimique, physique et biologique. La dégradation d'une ou plusieurs de ces composants se manifeste généralement dans la biocénose, c'est-à-dire dans les différentes communautés biologiques (MDDEP, 2011). En ce sens les altérations morphologique, comportementale, tissulaire ou physiologique, ainsi que l'abondance, le succès reproductif et la mortalité des espèces animales et végétales constituent des variables observables et mesurables reflétant l'état de leur habitat (Harrag 2012 ; Kaiser, 2001 ; Kerckhove, 2012). La bio-indication réfère donc à un processus d'analyse de divers indicateurs biologiques qui s'inscrit dans la bio-surveillance de qualité des écosystèmes.

Le bio-indicateur est un organisme ou ensemble d'organismes qui, par référence à des variables biochimiques, cytologiques, physiologiques, éthologiques ou écologiques, permet, de façon pratique et sûre, de caractériser l'état d'un écosystème ou d'un écosystème complexe et de mettre en évidence aussi précocement que possible leurs modifications, naturelles ou provoquées (Banaru et Perez, 2010).

Le recours aux bio-indicateurs constitue donc : une mesure indirecte substitutive, d'un phénomène écologique (Landres et autres, 1988)

Les forêts abritent plus de la moitié de la biodiversité terrestre et l'on y découvre encore chaque jour de nouvelles espèces. Elles sont un laboratoire où les hommes peuvent chercher de nouveaux médicaments. Elles fournissent du bois pour se chauffer. Elles abritent des animaux que l'on peut chasser pour se nourrir. Elles sont le lieu d'habitation de certaines tribus humaines. Elles sont utiles pour fabriquer des meubles, des maisons, du papier. Elles sont des espaces de repos, de promenade et de loisirs. Elles sont de véritables usines de dépollution de l'eau, du sol et de l'air. Elles absorbent du gaz carbonique et rejettent de l'oxygène. Par ce phénomène, elles participent à la lutte contre le réchauffement climatique.

80 000 km² de forêt disparaissent chaque année à travers le monde (Asie, Amérique du Sud, Afrique) : Les hommes détruisent la forêt pour chercher de l'or, du pétrole, construire des maisons, des autoroutes et pour mettre en place de nouvelles cultures (huile de palme, soja, etc.), La pollution atmosphérique, Les catastrophes naturelles (cyclones, tempêtes, tremblements de terre) et les incendies détruisent les forêts et les insectes et les champignons apportent des maladies qui tuent les arbres.

Les régions du nord de l'Algérie où les conditions de climat et de milieu permettent le développement des formations forestières occupent 250 000 km² soit un peu plus de 10% de la superficie totale.

Le nord de l'Algérie est de 1,7 % seulement si les régions sahariennes arides sont également prises en compte. Les forêts et maquis couvrent 4,1 millions d'hectares soit un taux de boisement de 16,4% pour considération.

Les grands traits caractérisant la forêt algérienne peuvent se résumer comme suit: une forêt essentiellement riche en lumière, densité irrégulière, avec des peuplements feuillus ou résineux le plus souvent ouverts, formés d'arbres de toute tailles et de tous âges en mélange parfois désordonné. Présence d'un épais sous-bois composé d'un grand nombre d'espèces secondaires limitant la visibilité et l'accessibilité et favorisant la propagation des feux, aussi caractérisé par un rendement moyen de bois ligneux, existence d'un surpâturage important (surtout dans les subéraies) et empiétement sur les surfaces forestières par les populations riveraines.

Les Rubiacées sont l'une des plus grandes familles de plantes à fleur. En Europe, elles sont presque toutes herbacées et on y dénombre que 6 genres. Mais ce sont des cas à part donnant une fausse idée de la famille, qui est surtout tropicale avec une majorité de végétaux ligneux. Des modes divers de pollinisation, des mécanismes particuliers de protandrie, des téguments séminaux complexes chez les espèces les plus évoluées à petites graines, des entomodomaties, des modèles architecturaux nombreux donnent à cette famille un extrême intérêt biologique.

L'objectif général de ce travail est d'effectuer le diagnostic de l'état de la forêt : forêt de l'Est de l'Algérie : la subéraie de Boumalek en considérant les Rubiacées comme indicateurs biologiques.

Notre travail est structuré en trois (03) parties :

- 1- La première partie constituée de l'étude bibliographique la forêt méditerranéenne et la présentation de la famille des Rubiacées et leur pouvoir de bio indication.
- 2- La seconde concerne la présentation de la zone d'étude et l'explication de la méthode d'étude et le matériel utilisé.
- 3- Dans la troisième nous étalons les résultats obtenus et leurs discussions.

Nous finalisons ce travail par une conclusion.

Chapitre 01

SYNTHÈSE
BIBLIOGRAPHIQUE

Synthèse Bibliographique

1/Le bio-indicateur

Définition

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 physico-chimiques, microclimatique, biologiques et fonctionnelle) de l'environnement, ou sur l'incidence de certaines pratiques. 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).

Principes

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). Ces effets doivent être mesurables via l'observation de divers degrés d'altérations morphologiques, comportementales, tissulaires ou physiologiques (croissance et reproduction), conduisant dans les cas extrêmes à la mort de ces individus ou à la disparition d'une population. Le lichen par exemple est un bio-indicateur efficace de certaines pollutions de l'air dans une forêt ou une ville. D'autres indicateurs chercheront à mesurer les effets sur la biodiversité de la gestion (ou non gestion) des milieux naturels. 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.

Propriétés d'un bon bio-indicateur

- Il doit être suffisamment (normalement ou anormalement) répandu sur le territoire concerné et y être relativement abondant, et si possible facilement détectable.
- Sauf dans le cas où l'on veut mesurer la mobilité d'espèces, il doit être le plus sédentaire possible pour refléter les conditions locales.
- Il doit avoir une taille rendant possible l'étude de ces différents tissus et de leurs composantes (muscles, os, organes dans le cas d'un animal...).
- Il doit tolérer les contaminants avec des effets sub-létaux.

- Il doit aussi survivre hors du milieu naturel et tolérer différentes conditions de laboratoires (pH, température...).
- Une relation entre la concentration en contaminants dans le milieu externe et la concentration dans l'organisme doit exister. Certains bio-indicateurs sont aussi des bio-intégrateurs ; ils peuvent être doublement utiles dans le cadre de programmes de bio-surveillance.

2/ la forêt méditerranéenne

Bien que la région méditerranéenne soit riche en ressources naturelles et culturelles, celles-ci restent fragiles et menacées. Il y a également de fortes disparités entre les zones rurales et forestières d'une part, et les zones urbaines et côtières d'autre part.

Les écosystèmes forestiers méditerranéens sont très liés aux activités humaines et le niveau actuel d'endémisme et de biodiversité est le résultat de ces interactions. Toutefois, la pression croissante sur les écosystèmes aura différents impacts. La perte de biodiversité en particulier affectera inévitablement le potentiel économique futur de ces zones.

Aujourd'hui, les zones protégées ne couvrent que 9 millions d'hectares, soit 4,3 pour cent de la superficie totale de la région. La majeure partie de ces zones protégées se situe dans la partie nord de la Méditerranée (CMSC-PNUE et UICN, 2017). Ces chiffres soulèvent des interrogations quant à l'efficacité des efforts de protection et de [Attirez l'attention du lecteur avec une citation du document ou utilisez cet espace pour mettre en valeur un point clé. Pour placer cette zone de texte n'importe où sur la page, faites-la simplement glisser.]



Figure.1. Aires protégées et limite du «point chaud» de la biodiversité méditerranéenne (CMSC-PNUE et UICN ; 2017)

Conservation des forêts méditerranéennes.

Les forêts méditerranéennes sont confrontées à de nombreuses menaces notamment du fait de l'interaction entre l'utilisation des terres et les changements d'affectation des terres d'une part et les changements climatiques d'autre part, ainsi que du fait des modifications des régimes de perturbation. L'érosion des sols est une cause majeure de dégradation des forêts, affectant la structure des sols et les processus physiques associés et les incendies fréquents et récurrents dans les forêts méditerranéennes entraînent la destruction de la couverture végétale et des modifications des propriétés du sol, créant ainsi une «fenêtre de perturbations» pendant laquelle les conditions sont réunies pour le ruissellement et l'érosion du sol (Shakesby, 2011).

3/ la famille des Rubiacées

Distribution

La famille est très largement répandue et concentrée dans les régions tropicales et subtropicales, avec quelques espèces présentes dans les régions tempérées et même dans l'Arctique et l'Antarctique.

À l'échelle du globe, il y a peu de familles de Magnolopsides qui soient à la fois aussi importantes et aussi diversement réparties que les Rubiaceae. Elles sont cependant absentes des stations typiquement aquatiques et des stations de haute montagne. La forêt dense humide compte la majorité des espèces, et les types biologiques y sont les plus variés.

Appareil végétatif des Rubiacées

Ce sont principalement des arbustes (*Coffea*, *Tricalysia*, *Psychotria*), mais les arbres ainsi que les lianes ligneuses ou herbacées sont bien représentés. Ils sont persistants, rarement caducs (*Hymenodictyon*). Certains genres sont épiphytes (*Hillia*, *Hydnophytum*, *Myrmecodia*). Le port est généralement polycaulé.

Certains genres possèdent des rameaux épineux, les épines provenant de ramilles ou de pédoncules modifiés (*Serissa*...), d'autres possèdent des tiges ailées (*Hedyotis*, *Rubia*) ou aplaties (*Wendlandia*).

La myrmécophilie y est bien représentée. De gros renflements contenant un réseau de cavités se développent sur les racines et sont habités par les fourmis. Même si la plante et les insectes ont développés une symbiose profitant à chacun : la fourmi protégeant la plante, et recevant le gîte en retour. Il n'a pas été prouvé qu'ils étaient dépendants l'un de l'autre.

Les feuilles sont opposées-décussées ou distiques, parfois verticillées par 3-5, simples et entières ou plus rarement lobées (*Hymenodictyon*, *Morinda*), parfois anisophylles, pétiolées ou sessiles, à nervures pennées, plus rarement réticulée. Les pétioles peuvent être articulés à la base chez *Ixora*.

Les stipules sont un caractère important de la famille. Persistants ou caducs, interpetiolaires ou intraxillaires, ils sont insérées sur le rameau, séparément ou jumelées, effilées ou foliacées, parfois soudées et tubuleuses. Les stipules peuvent se réunir en une seule pièce qui peut ensuite se subdiviser. Leur forme est généralement lobée, mais elles peuvent aussi être laciniées, tronquées ou caudées. Chez les *Galium*, on assiste au même phénomène, mais les feuilles, reconnaissables à ce qu'elles axillent généralement un bourgeon, sont très simplifiées, sessiles et sans pétiole. Conjointement les stipules sont devenues foliacées, tout à fait semblables aux vraies feuilles, et l'ensemble constitue autour de la tige un pseudo-verticille. Secondairement, la disposition opposées des feuilles entraîne chez les *Galium* et plantes affines, comme pour les *Lamiaceae*, une tige carrée, mais là encore, cette disposition ne peut se manifester que chez les espèces herbacées : si les formations secondaires fonctionnent, on a une section circulaire.

Enfin, certaines espèces présentent, à la naissance des nervures secondaires et à la face

inférieure du limbe, des cavités ou scrobicules à l'intérieur *desquelles vivent de petits acariens*.

Anatomie

L'anatomie des Rubiaceae montre un periderme superficiel, des fibres pericycliques fréquentes, en anneau continu ou non, de l'oxalate de calcium sous diverses formes (raphides chez *Uragoga*, *Psychotria*, cellules à sable chez *Cinchona*) et des poils tecteurs unicellulaires ou unisériés, souvent en bouquets, mais pas de poils sécréteurs. Parfois, il y a des cellules sécrétrices dont le contenu complexe est formé d'un suc gommo-résineux et de tanin (*Cinchona*). Les stomates ont deux cellules annexes parallèles à l'ostiole. Enfin, certains ipécas montrent une structure spéciale du bois, qui est dépourvu de vaisseaux.

Reproduction

Les fleurs peuvent être solitaires (*Gardenia*) se groupent plus souvent en inflorescences, pauciflores ou multiflores, en cymes, panicules, grappes de cymes, corymbes, formant parfois des bouquets sphériques (*Bouvardia*, *Ixora*, *Pentas*) ou des capitules sphériques (*Nauclea*, *Morinda*, *Mitragyne*). On assiste, surtout chez les espèces exotiques, à une condensation de l'inflorescence, allant jusqu'à la soudure des ovaires de fleurs mitoyennes. Les fleurs et inflorescences sont terminales ou axillaires, et la cauliflorie existe chez certains genres. Les bractées, parfois absentes ou très réduites, peuvent aussi être au contraire très développées et prendre un caractère pétaloïde (*Dunnia*, *Neohymenopogon*), et plus exceptionnellement, fusionner et prendre un aspect involucral. Chez certains genres, elles sont multifides ou fimbriées (*Damnacanthus*, *Kelloggia*, *Spermacoce*), ou encore spinescentes (*Phuopsis*).

Les fleurs sont souvent pentamères, parfois tétramères ou pléiomères (*Neorosea*, certains *Coffea* ou *Rothmannia*), actinomorphes, plus rarement zygomorphes (*Argostemma*). L'hétérostylie existe chez certains genres, certains genres possédant même une tristylie (*Chassalia*, *Pentas*). Elles sont hermaphrodites, plus rarement unisexuées, et dans ce cas il y a dioecie, plus exceptionnellement polygamo-dioecie (*Diplospora*, *Galium*, *Guettarda*) omonoecie (*Galium*).

Le calice est gamosépale et soudé à l'ovaire infère ou à l'hypanthium, ce dernier étant ellipsoïde, turbiné, obconique, cylindrique ou plus rarement globuleux. Le calice peut être glandulaire (*Galium*, *Kelloggia*), ou plus rarement sillonné ou ailé (*Gardenia*, *Spiradiclis*), et ses 4-5 lobes, plus rarement nombreux, peuvent être tronqués ou denticulés ou lobés. Le

calice peut se doubler d'un calicule ou comporter un sépale développé de couleur attractive (*Pogonopus, Pinckneya, Mussaenda*), ou au contraire être extrêmement réduit. La corolle, gamopétale, à préfloraison imbriquée, valvaire, valvaire indupliquée, valvaire redupliquée ou contortée, constitue un tube parfois court (*Galium*), souvent long, dépassant 20 cm chez certains *Gardenieae*. Elle se compose de 3-4, 5 ou jusqu'à 11 lobes, parfois plus longs que le tube, et étant chez quelques genres ciliés ou munis d'appendices (*Cinchona, Luculia, Rondeletia, Saproasma, Serissa*). Elle est de type funneliforme, hypocratériforme, tubulaire, campanulée, plus rarement rotacée, urcéolée (*Canthium, Lasianthus*), renflée (*Keenania, Leptomischus*) ou courbée (*Chassalia, Guettarda, Mycetia, Ophiorrhiza*).

Chez certains genres hétéro-stylés, elle peut aussi varier en longueur (*Antirhea*). Chez d'autres genres, elle peut être charnue ou coriace (*Caelospermum, Damnacanthus, Fosbergia, Rothmania, Timonius, Urophyllum*). Généralement glabres, une pubescence peut parfois s'observer l'intérieur du tube corollaire, normalement confiné à la gorge. Les étamines, en nombre égal à celui des lobes pétales, rarement plus nombreuses (*Gardenia*), sont insérées entre ceux-ci et soudées par leur filet au tube, parfois à la base et apparaissant presque libres (*Galium*). Chez *Acranthera*, elles sont soudées au stigmate. Elles sont incluses ou exclues. Les filets peuvent être réduits, cohérents (*Argostemma*) ou fusionnés (*Acranthera*), glabres ou pubescents, parfois aplatis (*Hymenodictyon, Kellogia*). Les anthères basifixes ou dorsifixes, parfois sagittées, bilocellées, exceptionnellement multilocellées, s'ouvrent par des fentes de déhiscence longitudinales, et très rarement par des pores apicaux (*Argostemma*). Le pollen est à trois pores, plus rarement sans pores apparents (*Rubia*), tétraédrique (*Oxyanthus, Gardenia*), ou à nombreux sillons (*Spermacoceae*).

L'ovaire infère, supère chez quelques genres (*Pagamea, Gaerthnera*), comporte généralement deux loges par affrontement et soudure, ou coalescence axiale, de deux placentas opposés. Ces derniers peuvent être incomplètement soudés (*Oxyanthus*), les loges étant alors plus ou moins confluentes, ou courts et pariétaux (*Gardenia, Ceriscoides*), l'ovaire étant alors uniloculaire. Les loges sont parfois en plus grand nombre (5 chez *Sabicea*, 12 chez *Lasianthus*). Le nombre des ovules dans chaque loge varie de 1 à plus de 300. Le style est simple, et le stigmate est capité ou diversement lobé. Chez quelques genres, les ovaires sont soudés ensembles au sein de l'inflorescence (*Mitchella, Morinda, Mouretia*).

Les fruits sont très divers, secs ou charnus. Il s'agit généralement d'une capsule à dehiscence loculicide, septicide, circumscissile (*Mitracarpus*) ou encore apicale (*Hedyotis*, *Neanotis*, *Neohymenopogon*, *Ophiorrhiza*, *Pentas*, *Spiradiclis*), ou enfin via un opercule (*Argostemma*, *Leptodermis*, *Leptomischus*, *Mouretia*, *Pseudopyxis*). D'autres fois, il s'agit d'une baie, d'une drupe ou d'un schizocarpe (*Asperula*, *Cephalanthus*, *Richardia*), ou encore d'un syncarpe (*Mitchella*, *Morinda*, *Nauclea*). Les graines, uniques à nombreuses, habituellement albuminées, ont une morphologie variée. Elles sont ailées chez les Cinchoneae. L'embryon est droit ou courbé. L'endosperme est charnue et gras, parfois ruminé (*Psychotria*) ou plus rarement absent (*Antirhea*).

Classification et Phylogénie

Les Rubiacées ont des affinités avec les Gentianales et les Dipscales, les deux possédants des feuilles opposées et des ovaires bicarpellés. Les opinions varient sur la classification de la famille dans l'ordre des Rubiales, ou dans celui des *Dipsacales*, ou encore dans celui des *Gentianales*.

Bien que les Rubiaceae forment un groupe très distinct, leur classification à l'intérieur de la famille est sujette à controverses. Les anciens systèmes reconnaissent sous-familles, selon le nombre d'ovule par loges, un ou plusieurs. Cependant, 3 sous-familles complètement différentes ont été proposées récemment.

Les Cinchonoideae (Gardenia, Cinchonia...) sont des arbres, des arbustes, plus rarement des herbes, parfois des lianes, tous tropicaux. Elles se distinguent par l'absence de raphides d'oxalate de calcium dans les feuilles, la totale absence d'hétérostylie, des stipules rarement divisés et les graines albuminées. On y distingue 17 tribus.

Les Coffeoidae ou Guettardoideae (Coffea, Urugoga, Richardsonia, Psychotria...) sont des plantes tropicales ligneuses et à feuilles quelconques, dépourvues de raphides d'oxalate de calcium, stipulées, mais les carpelles sont uniovulés. L'hétérostylie est absente. Le fruit est très généralement charnu, c'est une drupe à deux noyaux. Les graines sont exalbuminée. On distingue 1 tribu.

Les Rubioideae (*Galium, Rubia...*) sont des plantes herbacées des régions tempérées. Ce sont des plantes surevoluées, nettement différentes des autres Rubiaceae. Les feuilles, contenant des raphides d'oxalate de calcium, et les stipules, souvent divisés en fines ramifications, sont semblables, et forment de pseudo-verticilles, leur tige est carrée. L'heterostylie est commune, et les fleurs sont généralement devenues secondairement tétramères. Les carpelles sont uniovulés, et le fruit est généralement sec : c'est un diakène. Seules exception, les garances ont des fleurs encore pentamères. Les graines sont normalement exalbuminées. On y distingue 11 tribus

Intérêt

De nombreuses plantes sont utilisées pour leurs propriétés médicamenteuses. Toutes les Cinchoneae sont riches en alcaloïdes : l'écorce des quinquinas, le *Cinchona officinalis* en particulier, originaire d'Amérique du Sud tropicale, et cultivé en Indonésie, Inde et Afrique, contient de nombreux alcaloïdes à propriétés toniques et fébrifuges (quinine, cinchonidine). D'autres genres (*Ladenbergia, Remijia*) d'Amérique du Sud ont des propriétés voisines. Les quinquinas d'Afrique (*Pseudocinchona, Nauclea*) contiennent de plus, comme le genre *Pausinystalia*, de la yohimbine à propriétés sympathologiques. Parmi les Coffeoïdeae, les caféiers, originaires d'Afrique (*Coffea arabica* d'Abyssinie, *C. liberica*, *C. robusta* de la Côte-d'Ivoire) et cultivés dans toute la zone tropicale, en particulier en Amérique du Sud au Brésil et en Amérique centrale, donnent des graines riches en caféine. Chez le caféier, le fruit est une drupe à deux noyaux. Chaque noyau contient une graine à albumen corné et munie d'un repli ventral, le sillon. Privé de son tégument par polissage de torréfiée, chaque graine constitue un grain de café.

La racine des ipécas (*Uragoga ipecacuanha*, l'ipéca officinal) contient de l'émétine, de la psychotrine et de la céphéline, alcaloïdes à propriétés vomitives et antidysentériques. Les faux ipécas (*Richardsonia, Psychotria, Manettia*) sont des propriétés semblables. Les hétérosides sont aussi abondants : ceux des aspérules répandues dans tout l'ancien Monde contiennent de la coumarine (*Asperula odorata*). Ceux de la racine de garance (*Rubiatinctorum*) donnent, par hydrolyse, un colorant anthracénique, l'alizarine. les Rubiaceae fournissent encore des tanins, des bois exploitables (*Bilinga*)

Quelques fruits sont consommés localement pour leur pulpe à saveur acidulée ; bon nombre d'espèces sont ornementales, cultivées dans les jardins tropicaux ou en serres (*Pentas, Ixora, Gardenia, Bouvardia*).

Chapitre 02

MATERIELS
ET MÉTHODES

Matériels et Méthodes

1/ Matériels d'études

GPS

Le Système de positionnement mondial (GPS, *Global Positioning System*) est un utilitaire qui appartient aux Etats-Unis et qui assure des services de positionnement, de navigation et de référence temporelle, dits « services PNT » (*positioning, navigation, and timing*). Il se compose de trois segments : le segment spatial, le segment de contrôle et le segment utilisateur. L'Armée de l'Air des Etats-Unis assure le développement, l'entretien et le fonctionnement du segment spatial et du segment de contrôle.



Figure.02. unGPS

Pelle

Une pelle est un outil de travail, destiné à déplacer des matériaux ameublis (action de « pelleter »).

Elle se compose de deux parties :

- une pièce plate plus ou moins relevée sur ses bords pour contenir le matériau ;
- un manche permettant la manipulation de l'ensemble



Figure.03. une pelle de jardin

Saches en plastique

Un sac plastique est un sac léger fabriqué en matière plastique (éventuellement biodégradable) destiné à accueillir divers types de contenu, alimentaire ou non.



Figure.4. des sacs en plastique

Mètre

Le mètre, de symbole m, est l'unité de longueur du Système international (SI). C'est l'une de ses sept unités de base, à partir desquelles sont construites les unités dérivées (les unités SI de toutes les autres grandeurs physiques).

- Mesure d'un terrain, d'un ouvrage de construction.
- Devis détaillé des travaux, dans le bâtiment.



Figure.5. une mètre

2/ Méthode d'étude

La méthode phytoécologique

La méthode utilisée est la méthode des relevés phytoécologiques. Il s'agit d'une méthode de type floristico-écologique visant non seulement à définir des « groupements végétaux » mais à établir des corrélations plus ou moins précises entre ces groupements ou même les différentes espèces et les facteurs du milieu.

La méthode phyto-écologique s'est avérée la plus proche pour répondre aux questions de notre problématique : quelles sont les valeurs indicatrices de la niche écologique de telles espèces ou de tels groupes d'espèces de Rubiacée dans notre région d'étude (la subérie de Boumalek).

Cela revient à établir les profils écologiques des espèces de Rubiacée étudiées et/ou des associations d'espèces de Rubiacée à partir de la collecte d'informations sur le terrain et la constitution de fichiers phyto-écologiques avec les variables écologiques en fonction du terrain.

L'échantillonnage consiste à choisir des éléments de façon à obtenir des informations objectives et d'une précision mesurable (Gounot, 1969 in Frontier, 1983).

Un plan d'échantillonnage est un protocole de sélection des éléments de la population et/ou des peuplements en vue d'obtenir un échantillon représentatif. Le plan est conçu pour estimer avec le maximum de précision et le minimum d'effort un ou plusieurs paramètres de la population et/ou le peuplement (Frontier, 1983).

Chaque relevé est accompagné des paramètres ont été regroupés en plusieurs variables :

- Les variables biologique : Présence / absence des Rubiacées avec coefficient d'abondance – dominance (Braun - Blanquet), cortège des espèces compagnes.

L'abondance et la dominance sont exprimées par l'échelle BLANQUET contenant six indices présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau.1. l'indice de l'abondance-dominance d'une espèce selon l'échelle BLANQUET

Indices	Abondance	Dominance (recouvrement : R)
+	Eparse	$R < 1\%$
1	très rare	$1 < R < 5\%$
2	Rare	$5 < R < 25\%$
3	peu abondante	$25 < R < 50\%$
4	Abondante	$50 < R < 75\%$
5	Très abondante ou dominante	$R > 75\%$

- Les variables édaphiques : le substrat et le type de sol
- Les variables topographiques : l'altitude et la topographie
- Les variables structurales : le recouvrement général et le degré d'artificialisation.

Cette méthode permet d'évaluer les caractéristiques du milieu et de la végétation de façon très rapide, en leur attribuant une cote d'importance progressive.

La méthode d'échantillonnage aléatoire simple (EAS)

L'échantillonnage aléatoire simple est une méthode qui consiste à prélever au hasard et de façon indépendante n unité d'échantillonnage d'une population de N éléments. Ainsi, chaque élément de la population possède la même probabilité de faire partie d'un échantillon de n unités et chacun des échantillons possibles de tailles n, possède la même probabilité d'être constitué.

Condition d'application du plan

Contrairement à la majorité des autres plans d'échantionnage, aucune information préalable n'est nécessaire. En effet, la préparation du protocole de sélection des unités d'échantillonnage n'exige aucune information de la population. En outre, les différentes

estimations peuvent être calculées à partir des données recueillies sur l'échantillon, sans faire appel à d'autre renseignement.

Pour appliquer l'EAS il faut connaître ou dresser la liste complète et sans répétition des éléments de la population.

Avantages de la méthode

- Il est connu et accepté universellement
- Les estimateurs ne sont pas biaisés
- Le calcul des estimateurs s'avère facile et la majorité des banques de programmes informatiques se prêtent à ce plan
- Il n'est pas nécessaire d'élaborer une planification sophistiquée de la collecte et de traitement des données, dans la mesure où l'on est assuré que le processus de sélection est réellement au hasard non biaisé par une tendance, consciente ou non.

Inconvénients de la méthode

- L'inventaire de l'élément de la population est souvent une opération difficile et parfois même impossible.
- Le protocole de sélection des unités d'échantillonnage est peu commode comparativement à celui de l'échantillonnage systématique.
- Son efficacité s'avère souvent très médiocre
- Couteux et irréalisable pour grande population.

3/ localisation et caractéristiques de la station d'étude

A- Localisation de la station d'étude

L'étude a été réalisée au niveau du Parc National d'El-Kala (PNEK) localisée à l'extrême Nord- Est algérien, créée 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**($36^{\circ} 53'N$ et $08^{\circ} 20' E$) : 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.

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 subi ces dernier temps une forte dégradation d'où son intérêt d'étude. Un stade de maquis haut et un stade de maquis bas.

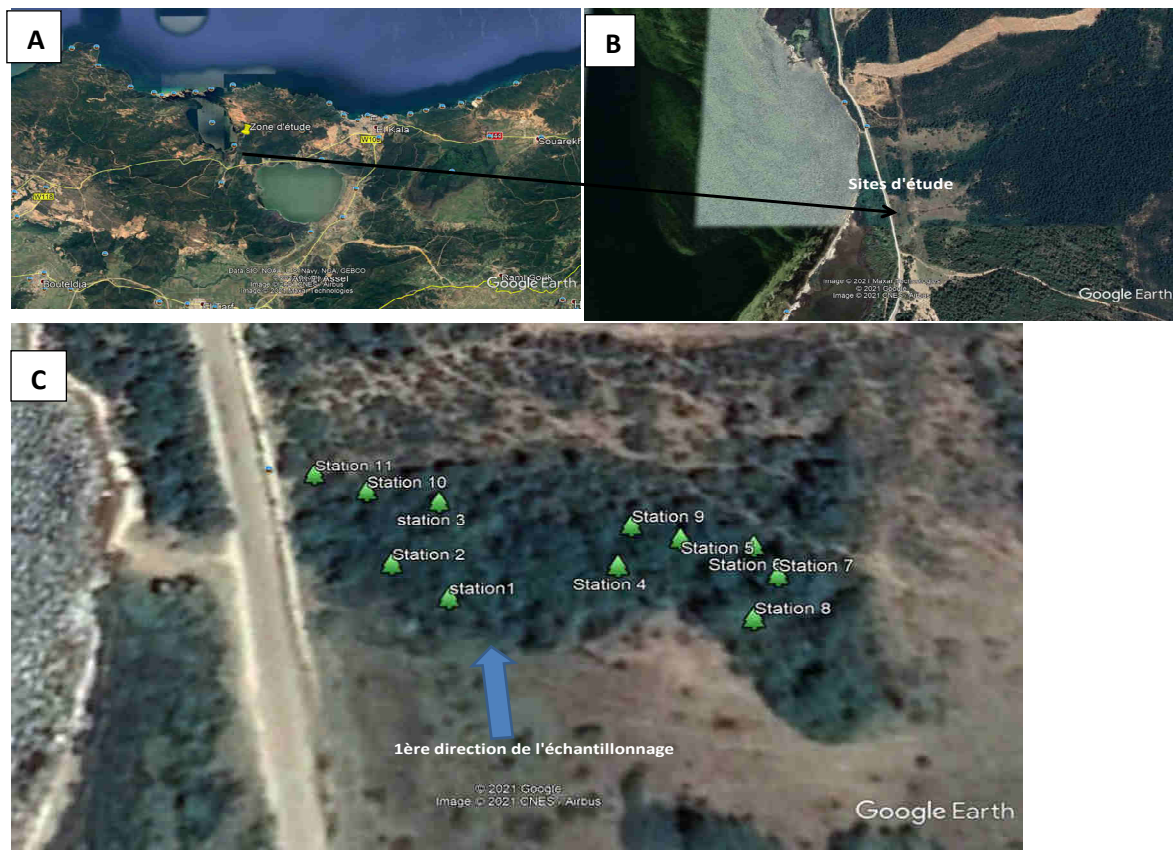


Figure.6. A et B : localisation de la station d'étude (Subéraie de Boumalek)

C : localisation des points d'échantillonnages

B- Caractéristique 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.

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), toute 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.

Le tableau 4 et la figure 6 ci-dessous montrent que 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) .

M : moyenne des maxima, m : moyenne des minima,

Moy : moyenne annuelles,

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 régi de 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-Ghorra où la hauteur annuelle d'eau précipitée dépasse de loin les 1000 mm (CENEAP, 2010).

Le Tableau 5 ci-dessous résume la situation pluviométrique mensuelle de la période 1985-2005 et démontre que cette région a reçu pendant cette période une moyenne annuelle de 859,2 mm ceci est dû généralement aux vents de direction Nord-Ouest et Sud-est. Le maximum des pluies se situe en hiver, aux mois de janvier, février, novembre et décembre.

Aussi sur le tableau on peut noter que nous pouvons scinder la période étudiée en deux

Une période sèche qui s'étend de 1985 et 1996 avec les moyennes annuelles qui varient entre 441 et 863 mm et une autre humide qui s'étend de 1997 et 2005 avec les moyennes annuelles qui varient entre 917,8 mm et 1391,5 mm, ce qui n'était pas sans conséquences positives sur la région et l'hydrologie des lacs qu'en rencontre la région, la dynamique de la végétation aquatique et les forêts, l'agriculture et la gestion des parcours (Sarri, 2017).

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%. Notamment 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 se être plongée dans un voile de brume; ce dernier est propice, enfin 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).

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.2.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.3.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

Pendant la saison froide, les vents de direction Nord-Ouest prédominent. Pendant la 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).

C- Caractéristique géologique

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 issu de l'érosion par la mer des falaises gréseuses (Joleaud 1936).

D- Caractéristique pédologique

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).

E- Etude édaphique

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 uniquement focalisés sur les analyses physiques (granulométrie, couleur et l'humidité) 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 échantillon 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)

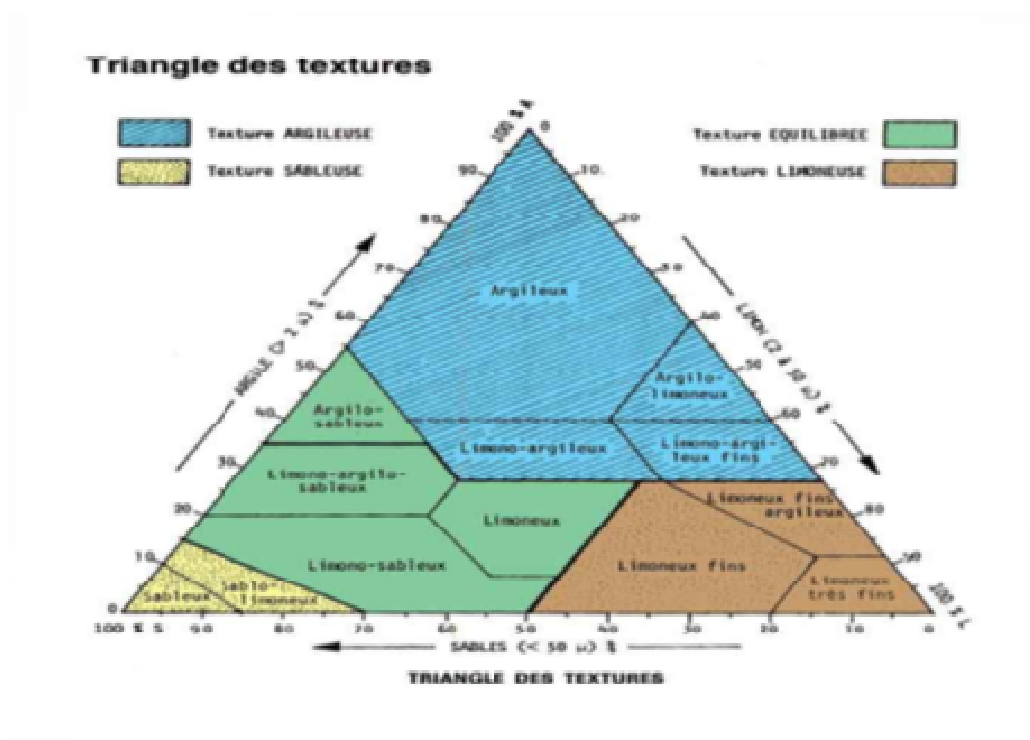


Figure.7. Triangle de texture du GEPPA, (1967 in Kerroum-Zohra, 2014)

Méthodes de traitement 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).

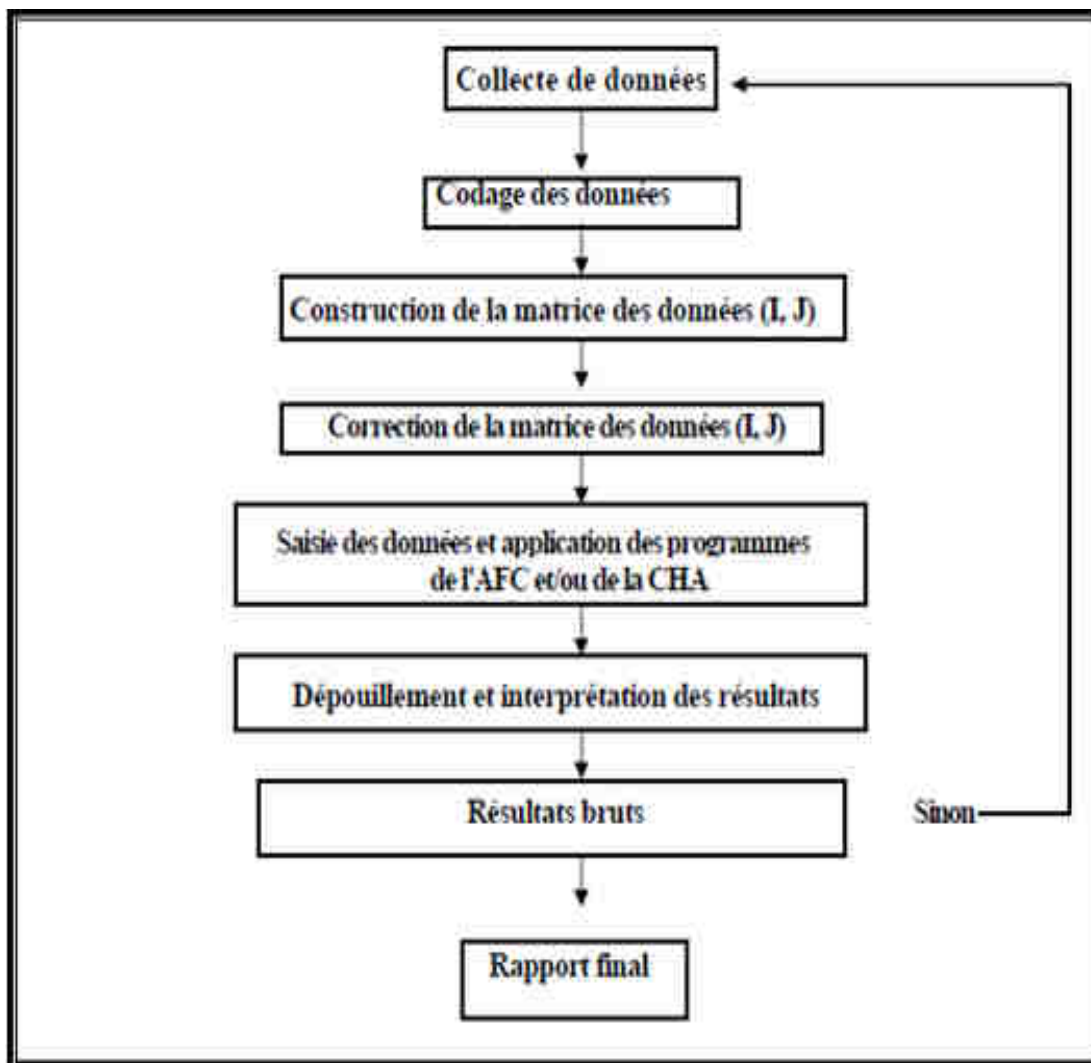


Figure.8. Organigramme du traitement par l'AFC (Aafi, 1995)

Chapitre 03

RÉSULTATS
ET
DISCUSSION

Résultats et Discussion

Résultats

A partir des données obtenus ; on faire une étude granulométrie et des analyses physico-chimique de sol de la zone d'étude plus que abondance des rubiacées et leur cortège floristique le pourcentage de la litière et de pierres dans le milieu.

1/ les analyses granulométriques de sol

L'analyse granulométrique d'un sol consiste à déterminer la proportion des diverses classes de grosseur des particules. Il n'existe pas de méthode parfaite pour déterminer la granulométrie ; l'exactitude de la méthode dépend de la nature du sol et, plus précisément, de la forme géométrique des particules et du pourcentage des matières organiques qu'elles renferment.

Tableau.4. analyse granulométrique de sol de la zone d'étude

Echantillon	01	02	03	04
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

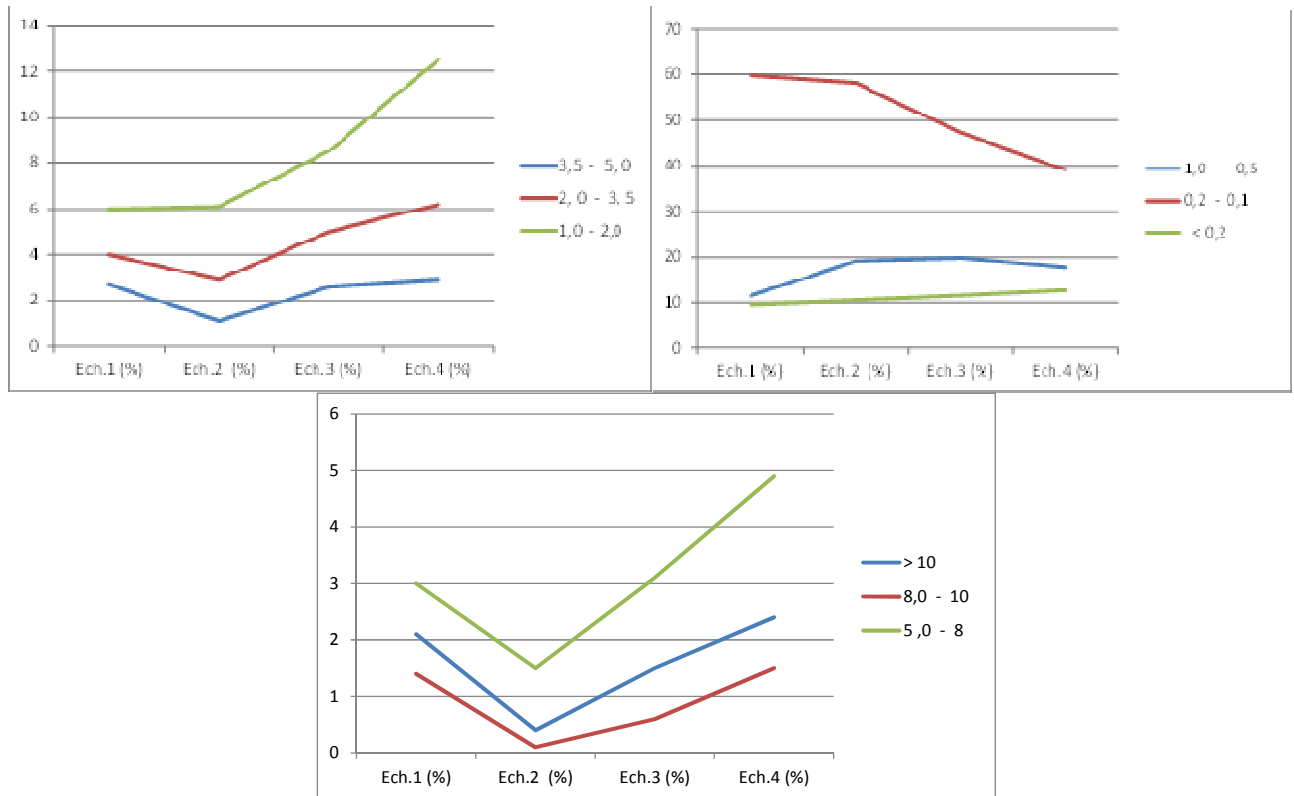


Figure.9. pourcentage de constituants du sol de la différente taille de mailles dans chaque échantillon

Dans l'analyse granulométrique de maille >10 mm qui donne information sur le pourcentage de graviers dans le sol, on observe que dans les 04 échantillons la valeur est entre 0,4- 2,4%.

L'analyse par un tamis de maille 8,0-10 mm et de 0,5-0,8 mm a un pourcentage de 0,1- 1,5% ; 1,5-4,9% c'est-à dire le sol est pauvre en sables grossiers et une faible quantité de sables fins 1,1-2,9% présenté par un tamis de maille de 3,5-5,0 mm.

Au contraire le limon fin représenté avec une bonne quantité de 39,2-59,8 % à l'aide de tamis des mailles de 0,2-0,5 mm.

Le dernier tamis de maille <0,2 qui donne une information sur la quantité de l'argile montre qu'il y a un pourcentage plus au moins moyen d'argile dans le sol 9,6-12,6 %.

Le résultat de l'analyse granulométrique affirme que le sol de la zone d'étude (la subérie de Boumalek) est un sol de nature Limon argileux fins.

2/ les analyses physicochimique de sol

L'analyse physico-chimique comporte en général une analyse de la granulométrie (argiles, limons et sables), du pH, de la capacité d'échange cationique et de la teneur en différents éléments : carbone organique, azote total, calcaire, phosphore, potassium, calcium, sodium, et oligo-éléments (zinc, cuivre, fer, manganèse et bore). Cette analyse permet de caractériser les potentialités du sol en termes de réserve en eau et en éléments nutritifs. Les teneurs en éléments servent de base aux calculs du chaulage, des fumures de fond (phosphore et potassium) et des apports d'oligo-éléments.

Tableau.5.les analyses physicochimiques de sol de la zone d'étude

Code	Fe%	CaO%	SiO₂%	MgO%	Al₂O₃%	MnO%	P₂O₅%	ZnO%
1	2,39	0,36	97,94	0,05	2,31	0,01	0,1	0,008
2	3,66	0,26	96,19	0,08	2,55	0,01	0,1	0,01
3	3,39	0,36	99,94	0,07	2,36	0,01	0,113	0,009
4	4,66	0,29	95,19	0,03	2,75	0,01	0,097	0,011

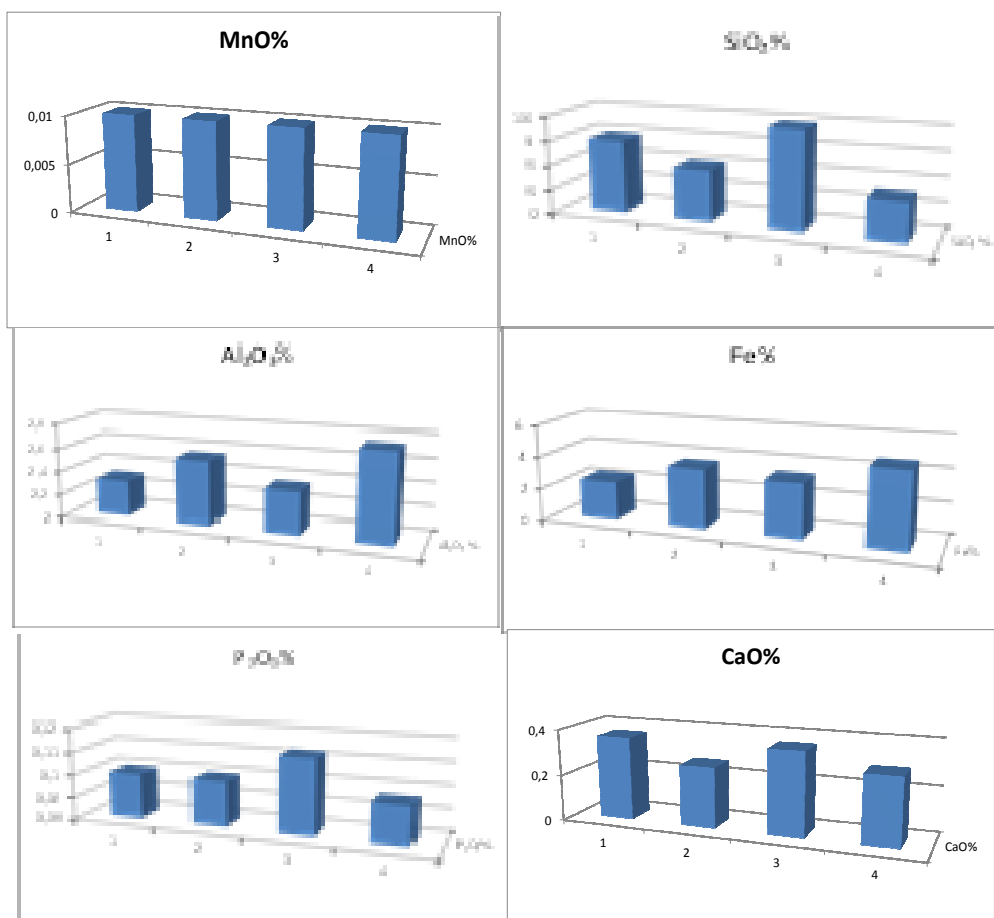


Figure.10. les analyses physicochimiques de sol de la subéraie de Boumalek

Les analyses physicochimique de sol montre que le sol de la zone d'étude a une très faible quantité en oxyde le zinc (Zn O) 0,08-0,1% ; en oxyde le manganèse (Mn O) 0,1% ; en pentoxyde de phosphore (P₂O₅) 0,097- 0,113% ; en oxyde le magnésium (Mg O) 0,03-0,08% et en oxyde de calcium (Ca O) 0,26-0,36 %.

Le sol contient une faible quantité de fer (Fe) 2,39- 4,66 % au contraire l'oxyde de silicium (SiO₂) présenter par leur majorité dans les constituants du sol d'une quantité de 95,19 - 99,94 %.

Cette analyse résulte que la nature de sol de la subéraie de Boumalek (la zone d'étude) est un sol siliceux.

3/ les analyses de terrain

Les analyses de terrain sont basées sur la présence de l'espèce des Rubiacées, on fait 11 relevés dans le climax et le maquis haut de la subéraie de boumalek.

Tableau.6. les analyses de terrain de 11 relevés

Relevées	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nombre de Rubiacées	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1
Nombre d'arbuste	3	7	5	8	6	6	6	7	7	7	4
Nombre d'arbre	0	0	1	1	1	2	2	0	1	2	1
Densité de la végétation de R	90%	60%	80%	70%	70%	70%	65%	90%	80%	70%	50%
% de pierre	50%	70%	15%	5%	5%	10%	15%	20%	80%	80%	90%
% DE Litière	80%	5%	90%	60%	60%	80%	80%	90%	70%	80%	10%

On trouve 03 espèces des Rubiacées :

Galium tunetanum présent dans un seul relevé dans la zone d'étude (la subéraie de Boumalek) avec une abondance très rare avec un cortège de 06 arbustes et un arbre (le chêne liège) et une densité de végétation de 70%.

Rubiaperigrina est mieux présente que le *Galium tunetanum* d'une abondance rare dans une densité de la végétation entre 50% - 70% et un nombre d'arbustes de 4 – 6 arbuste et 02 arbres (le chêne liège et l'olivier).

Asperula hirsutac est l'espèce la plus présente dans la zone d'étude (la subéraie de Boumalek) avec une abondance éparse, très rare et rare dépend au relevé avec un nombre d'arbuste de 03 à 08 et présence d'un seul arbre ou absence et une densité de végétation plus au moins très dense de 60% à 90%.

La zone d'étude est recouverte la majorité par la litière et une bonne quantité de pierre surtout dans la partie maquis haut c'est une zone rocheuse.

Le pourcentage de la litière se développe au sens contraire avec le pourcentage de pierre dans tous les relevés comme le relevé 01 les pierres sont de 50% et une litière de 80% (figure 09).

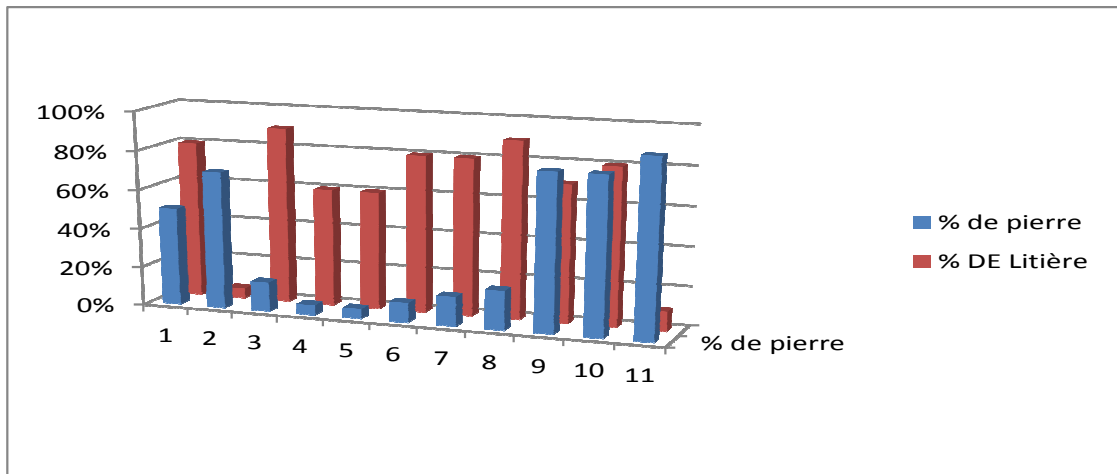


Figure.11. le pourcentage de la litière et de pierre dans la zone d'étude dans 11 relevés

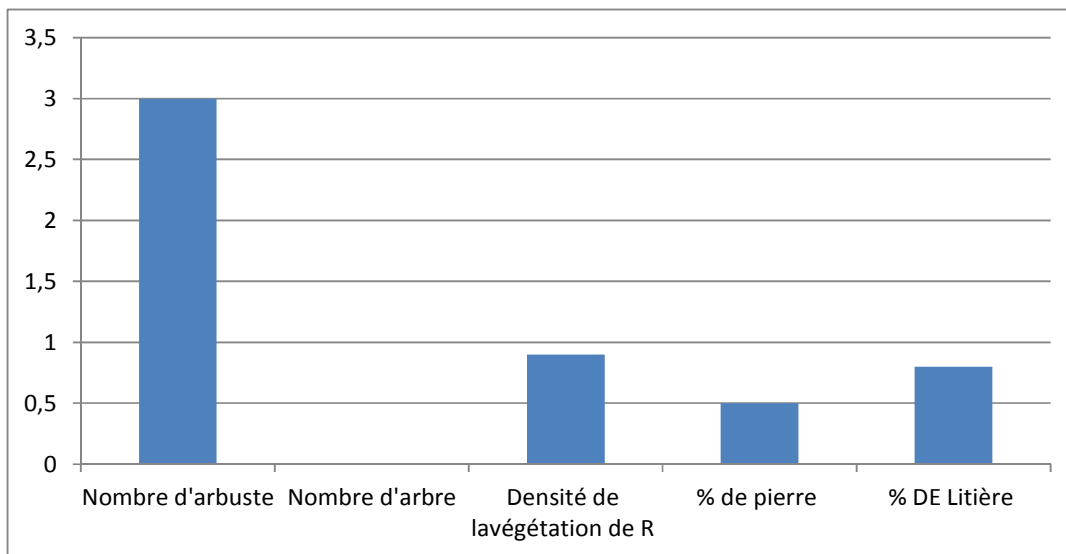


Figure.12.Corrélation de présence entre strate arbustive et le strate arborée dans les stations d'étude.

La figure 12, montre que la densité de présence des deux strates est inversement proportionnelle ; et la strate arbustive supplante la strate arborée par le nombre et non la densité dans le relevé d'étude.

4/ les analyses ADE

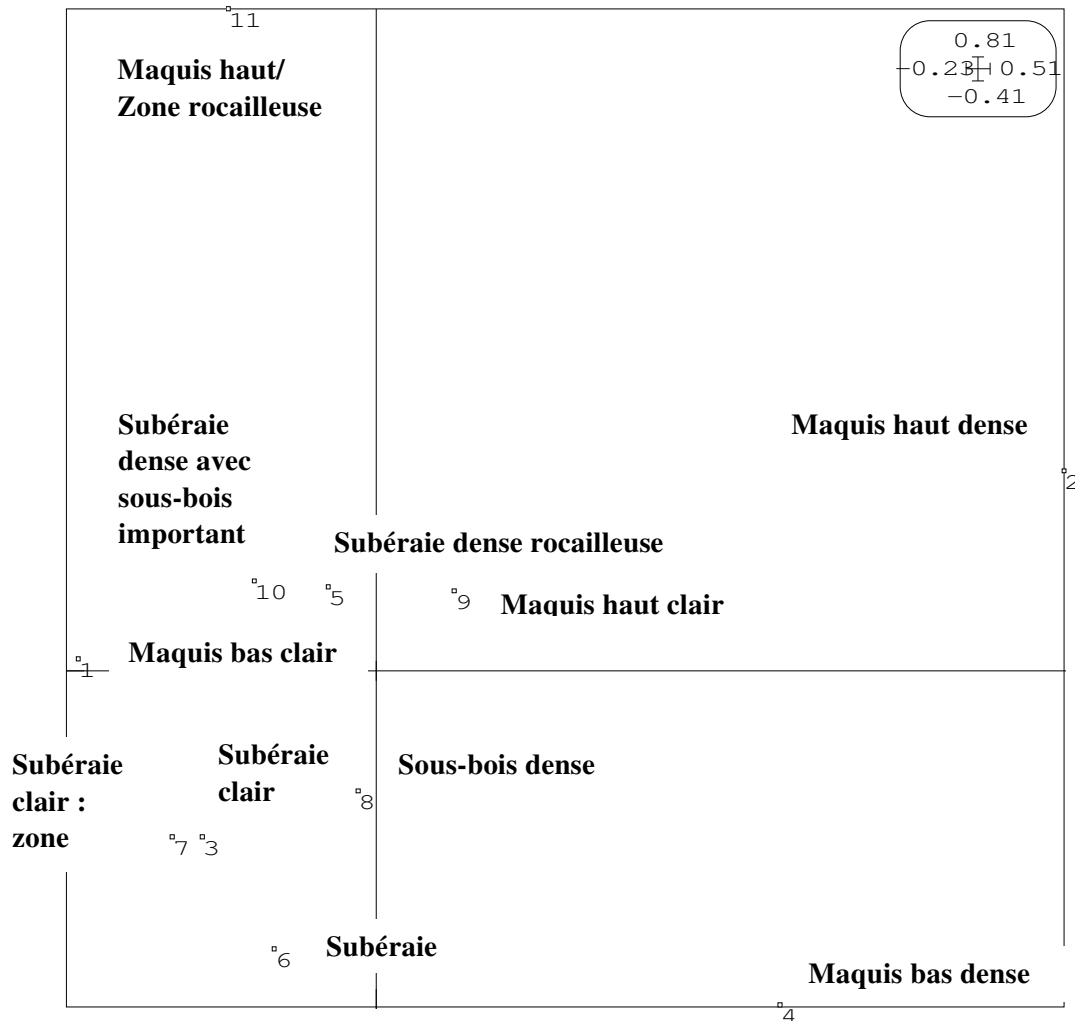


Figure.13. Distribution de 11 stations sur l'axe (3-2)

AFC axe 3-2. Distribution de 11 stations sur le plan factorielle axe (3 2) dont l'inertie successive étant : +3.8882 et +8.9006. L'axe 3 met en évidence une distribution de station en fonction de l'état de dégradation de l'habitat de la subéraie considérée comme climax vers le maquis bas.

L'axe 2 fait une distribution selon la physionomie du relevé étudié : Subéraie et maquis

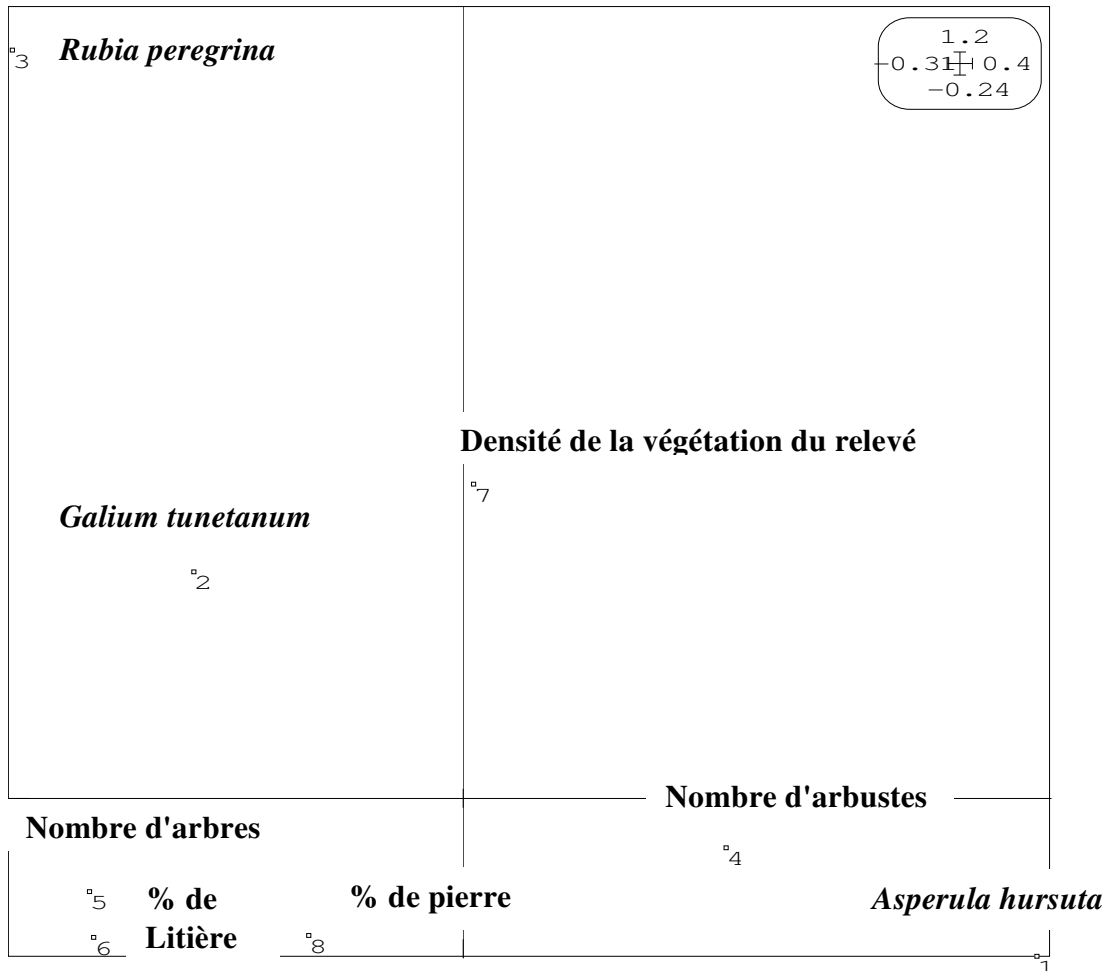


Figure.14. Distribution de 8 paramètres écologiques sur l'axe (3-2)

AFC axe 3-2. Distribution de 8 paramètres écologiques sur le plan factorielle axe (3 2) dont l'inertie successive étant : +3.8882 et +8.9006. L'analyse met en évidence l'importance des Rubiacées (*Asperula hirsuta et Rubiaperegrina*) selon l'axe 2 et une inversion d'importance dans la qualification de l'état de l'habitat entre les paramètres litière, pierre et arbre et entre nombre d'arbustes et recouvrement végétale du relevé

Discussion

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 remplacé la subéraie. Cette dégradation non seulement touche la diversité spécifique de l'habitat mais aussi la structure de la lisière de la subéraie.

La subéraie de Boumalek contienne une partie climax, un préclimacique, un maquis bas et un maquis haut. BENABDELI, (1996) et HAOU (1999) ont signalé cette dégradation avancée pour les subéraie dans le PNEK.

L'étude sur terrain de l'état des populations des Rubiacée en tant que bio – indicateur de santé dans la subéraie de Boumalek à montrer l'état de son évolution étant régressive menant l'habitat à un stade de senescence. Durant cette étude, nous avons suivi l'évolution de la moyenne d'abondance-dominance de l'ensemble des espèces (arbre, arbuste) présents dans le site ; montrant une prédominance de la strate arbustive sur la strate arborée.

Les résultats de la recherche montrent une très faible abondance des espèces de Rubiacée trouvés dans les différentes stations d'étude jusqu'à l'absence totale dans certaine partie de la subéraie caractériser par : soit un ensablement, un assèchement et/ou présence de débris urbains ; ces fait ont engendré une invasion de plantes nitrophile telles les crucifères et certaine composées herbacée et *Halimium halimifolium* caractérisant un sol riche en limon. Dans d'autre partie de la subéraie étudié le sol garde sa richesse en silice (Tableau N °5) mais présente une baisse de présence de pierre (Gré de Numidie) provoquant soit la pauvreté en espèces végétale rupicole, soit absence totale (parmi ces espèces nous avons les Rubiacée telle les *Galium tricorne* et *Sherardia arvensis*) très abondantes auparavant.

La granulométrie et les analyses physicochimique du sol ont confirmé la diversité de la dégradation de la partie climax : la coupe de sous-bois qui détruisent la forêt et diminue le facteur ombre et aussi la présence des débris anthropique (les sachets en plastique, les bouteilles ...) dans la partie maquis haut au bord de la route.

La dominance de chamaerops dans le site par rapport aux autres arbustes déclare que le milieu va vers le vieillissement. (Figure 17).

Malgré qu'il y a une présence importante de lichen dans la région d'étude ; cette dernière cumule une anthropisation lié à la population rurale. (Figure 18).



Figure.15.arbuste de chamaerops dans la subéraie de Boumalek



Figure.16.les lichens dans la subéraie de Boumalek



CONCLUSION

Conclusion

Arrivé à son terme, notre travail a pu mettre en évidence certaines informations, notamment sur les aspects de dégradation de la subéraie de Boumalek grâce au suivi de l'état de population des Rubiacées. Ce genre de donnée pourrait contribuer à valoriser la bio-surveillance des forêts et la plante elle-même au temps qu'une espèce bio-indicatrice.

Durant cette étude nous avons évalué la fréquence des Rubiacées en mettant en évidence leur sociabilité et/ou leur dépendance de la strate arboré et arbustive. Ainsi, la dégradation de ces strates a induit une pauvreté d'abondance dans la population de ces espèces bio-indicatrice.

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

La faible fréquence des Rubiacées et/ou l'absence indique une dégradation nette de cet habitat que demande une restauration, aménagement et protection des services écosystémiques concernés par la problématique.

A cet effet, des recommandations peuvent être faites pour étendre l'étude sur une plus grande échelle dans la région d'El Tarf. Elle sera portée sur non seulement des paramètres écologiques mais physiologique, phytoécologiques,.... de Rubiacée et d'autre bio-indicateur.

Nos résultats restent préliminaires, il serait intéressant de faire des études complémentaires pour comprendre l'état général des espèces bio-indicatrices et le taux de la dégradation des subéraies Algérienne.



REFERENCE
BIBLIOGRAPHIQUE

Références Bibliographique

- 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.
- annexes.
- Arnaud Mouly, Systématique de la tribu des Ixoreae A. Gray (Rubiaceae): phylogénie, biogéographie et taxinomie ; Published online: 26 Apr 2013.
- 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.
- 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**
- 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.
- BARBAULT F., 2000 – Ecologie générale : structure et fonctionnement de la biosphère. 5ème éd. DUNOD éd., Paris, 326 p.
- BARBERO M., BONIN G., et QUEZEL p., 1971 – Signification bioclimatique des pelouses écorchées 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.
- BARBERO M., BONIN G., et QUEZEL p., 1975 – Les pelouses écorchées des montagnes

- BATTANDIER J.A., 1892 –Liste des plantes observées aux environs de Biskra et de l'Aurès. *Bull. Soc. Bot. De France*, **39** : 336-339.
- 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.
- Benoît RENAUX & Anne VILLEMEY, Identifier et caractériser les forêts anciennes du Massif central État des connaissances – boîte-à-outils – perspectives 2017
- Benoît RENAUX & Anne VILLEMEY, Identifier et caractériser les forêts anciennes du Massif central État des connaissances – boîte-à-outils – perspectives 2017
- Berichte der Internationalen Symposien der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde : 5-33
- BERTRANEU J., 1952 – Le massif du Boutaleb XIX. Congrès géologique international.
- BERTRANEU J., 1955 – Contribution à l'étude géologique des monts du Hodna. Massif du Boutaleb. *Publication du Service de la Carte Géologique de l'Algérie*. Alger, Bull. 4, 183p.
- bioclimatiques en Méditerranée occidentale. *Revue de Géographie de Lyon*, **73** (1), 33-43.
- 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*
- Boutaleb. *Mém. D.E.S. Univ. F. Abbas, Sétif*, 49 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-
- BUREL F. et BAUDRY J., 2003 - Ecologie du paysage ; Concepts, méthodes et applications.

- Cécile Nivet, Ingrid Bonhême et Jean-Luc Peyron, Les indicateurs de biodiversité forestière Synthèse des réflexions issues du programme de recherche «Biodiversité, gestion forestière et politiques publiques» ; page 14-35.
- CHAABAN A., 1993 – Etude de la végétation du littoral septentrional de Tunisie ; typologie,
- CHAUMONT M. et PAQUIN C., 1971 – Notice explicative de la carte pluviométrique de
- 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,
- CHERMAT S., 1998- Les étages de végétations en Algérie Nord orientale, approche
- Chevalier éd., Paris, 463p.
- circum-méditerranéennes ; Aperçu bioclimatique et syngénétique, leur rapport avec les forêts
- composition de ses huiles essentielles. Thèse de magister. Univ. F. Abbas. Sétif, 186 p.
- conservation. 2^{ème} édition, Dunod éd. Paris. 259 p.
- COTTEAU G., PERON A. et GAUTHIER V., 1884 – Echnides fossiles de l'Algérie. Fasc.2 :
- d'altitudes. *Phytocoenologia*, **1** (4) : 427-459.
- 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-MEGREROUICHE M., 1997 – Le chêne vert en Algérie, syntaxonomie, phytoécologie et dynamique des peuplements. Thèse Doct. Univ. H. Boumediene, Alger, 384 p.
- 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.
- DONADIEU P., 1985 – Géographie et écologie des végétations pastorales méditerranéennes. Doc. Ronéo., 97 p.

- DUCHAUFOR P., 1977 – Pédologie : pédogénèse et classification. Masson éd. Tom. 1, 477 p.
- E. Petit, Rubiaceae africanae XIII Le mode de ramification chez certaines Rubiacées et sa signification pour la systématique ; 1964.
- 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 étages 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.*
- Etages tithoniques et néocomien. Masson éd., Paris, 99 p.
- Évaluation des ressources forestières mondiales 2005, Chapitre 4 Santé et vitalité des forêts ; page 61, 68.
- exemple des groupements forestiers et préforestier de la Kabylie Djurdjurenne. Thèse Doct.,
- FAURIE C. et FERRA C. et MEDORI P., 2003 -Ecologie, approche scientifique et pratique. 5^{ème} éd. LAVOISIER éd., Paris, 407 p.
- FICHEUR E., 1893 – Sur les terrains crétacés du massif du Boutaleb. *Bull. Soc. Géo.*, Paris, Sér.3, XX : 393-427.
- forêts. Nancy, **49** :1-5.
- France). Thèse Doct. Univ. Paul Cezanne Aix-Marseille III, 216 p + annexes
- Francis HALLÉ, BIOLOGIE ET POSITION TAXONOMIQUE DU GENRE ATRAGTOGYNE L. PIERRE (RUBZAGEAE) EXTRAIT. PARIS LABOMTOIRE DE PHANGROGAMIE DU MUSIUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE 16, rue de Buffon, Paris (59) ; 1962.
- 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
- *Gard*. 65: 479-534.
- GASTON K.J. et SPICER J.I., 2004 - *Biodiversity an introduction*. Blakwell Publishing : 191.

- GEHU .et RIVAS-MARTINEZ ; 1981-Syntaxonomie : notion fondamentales de socioilogie.
- *Géo. Zool. Fac. Scien. Série Bot.*, 7 : 3-43.
- GHARZOULI R., 2007 - Flore et végétation de la Kabylie des Babors, Etude floristique et phytosociologique des groupements forestier et postforestioer des djebels Takoucht, Adrer ou
- GRDIEN DE l'EQUILIBRE FORSTIERE ; Pourquoi faut-il protéger les forets ?)
- GUINOCHET M., 1973 – La Phytosociologie- Masson éd., Paris, 227 p.
- GUYOT G., 1999 – Climatologie de l'environnement. Dunodéd., 525 p.
- <http://www.fao.org/3/X6771F/X6771F02.htm>
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A8tre>
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Pelle_\(outil\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pelle_(outil))
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Sac_plastique
- <https://fsnv.univ-setif.dz/images/telecharger/BEV/54.pdf>
- https://plantes-botanique.org/famille_rubiaceae
- https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.topographie-laser.eu%2Fgps-portable-garmin-map64-recepteur-gps-glonass.html&psig=AOvVaw1LhOO-vuxPTiOfWI5sNJiO&ust=1621931201649000&source=images&cd=vfe&ved=0CAkQjhxqFwoTCLju2o_14fACFQAAAAAdAAAAABAD
- <https://www.gps.gov/systems/gps/french.php>
- HUSTAN M.A., 1994 - Biological diversity; the coexistence of species on changing
- IKERMOUD 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.
- Jean-Claude MWANGA MWANGAITHE , Gérard IMANI MUGISHO , Pazo WABIKA DUMBO , Félicien MUSHAGALUSA KASALI et Jean de Dieu MANGAMBU MOKOSO ; Contribution à la connaissance de la diversité et endémisme des Rubiaceae du Parc National de Kahuzi-Biega à l'Est de la R.D. Congo ; Int. J. Biol. Chem. Sci. 7(5): 2092-2105, October 2013.
- Jean-Philippe CLAUDE, ÉCOLOGIE DES RUBIACÉES DES PETITES ANTILLES : LE CAS DE LA MARTINIQUE, DOCTORAT EN BIOGÉOGRAPHIE,

ÉCOLOGIE, BOTANIQUE APPLIQUÉE, Thèse dirigée par le professeur Philippe JOSEPH Soutenue le 10 décembre 2020 à l'Université des Antilles.

- KAABECHE M., 1990 – Les groupements végétaux de la région de Bou Saada (Algérie) ; Essai de synthèse 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.
- l'Algérie au 1/ 50 000. *Société d'Histoire naturelle de l'Afrique du Nord*, Alger, 24 p. + carte.
- *l'Algérie et de la Tunisie*. Larose, Paris, 481 p.
- l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et le Plan Bleu, Centre d'activités régionales du Plan d'Action pour la Méditerranée du Programme des Nations Unies pour l'Environnement, État des forêts méditerranéennes 2018 ; Rome, 2020, page 2, 3, 4, 92, 93
- LACOSTE A. et SALANON R., 2001 -Elément de biogéographie et d'écologie- 2ème éd.
- landscapes.CambridgeUniversityPress, New York, USA.
- LAOUAR H., 1995 – Contribution à l'étude des plantes médicinales du massif de Boutaleb ;
- LAPIE G., 1909 – Les divisions phytogéographiques de l'Algérie. *C. R. Acad. Scien.* **148** (7) :
- LAPIE G., 1910 – Division botanique et régions forestières de l'Algérie. *Revue des eaux et*
- LE HOUEROU H.N., 1989 – Classification écoclimatique des zones arides (s.l.) de l'Afrique du Nord. *EcologiaMedeterranea*, XV (3-4) : 95-144.
- LE HOUEROU H.N., 2004 – An agro-bioclimatic classification of arid and semi-arid lands in
- LE HOUEROU H.N., CLAUDIN J., HAYWOOD M., et DONADIEU J., 1975 - Etude
- LECOMPT M., ALEXANDRE F. et GENIN A., 1998 – Seuils biologiques et limites
- 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

- Louhi Haou Sihem, ECOLOGIE DES PTERIDOPHYTES EN NUMIDIE (NORD EST DE L'ALGERIE) ; THESE EN VU DE L'OBTENTION DE DIPLOME DE DOCTORAT, 2014 ; page 2014
- Louis-Michel Nageleisen, Département de la santé des forêts, La santé des forêts en France : une question complexe ; Forêt-entreprise n°202-janvier 2012.
- MADOUÏ A., 1987 – Rapport entre les facteurs du milieu et le risque d'incendie de la forêt du
- MADOUÏ A., 1995 – Contribution à l'étude de l'impact écologique des feux de forêts sur la
- MAIRE R., 1926 – Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. Gouv. Gén. Algérie, 1 Vol. 78 p, 1 carte 1/1500 000, Alger.
- MAIRE R., 1928 – Contribution à 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 à XVI, Le chevalier éd., 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 bassin versant de Gap-Chaudun (05). ENGREF, Nancy, Rapport final, Convention ONF/ENGREF, 19 p.
- MARTY P., VIVIEN F.D., LEPART J. et LARRERE R., 2005 – Les biodiversité : objets,
- Masson éd. Paris, 278 p.
- MEDDOUR R., 2010– Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie :
- MADIOUNI K. et YAHY N., 1994 – Phytodynamique et autoécologie du *Cedrus atlantica* dans le Djurdjura. *Ann. Rech. For. Maroc*, n° spécial, 27, Vol. 1 : 77-104.
- méditerranéen. Ibis Press, Paris, 117 p.
- *Medt.*, VIII (1-2), 95-102.
- Mellel, Tababors et Babors. Thèse de Doct. Uni de Sétif. 273 p, + annexes.
- méridionales. CNRS éd, Paris, Vol.1, 1-565.
- méridionales. CNRS éd, Paris, Vol.2, 566-1170.
- MERIKHI R., 1987 – Contribution à 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 ; étude phytosociologique du massif du Boutaleb. Thèse de magister. Univ. F.Abbas, Sétif, 179 p.
- MILE J., 1979 – Vegetation dynamics. Chapman and Hall éd.,Lendon, 80 p.
- MITRAKOS K., 1982 – Winter low temperatures in Mediterranean-type ecosystems. *Ecol.*
- Monographie régionale première série Algérie,5, 80 p.
- Olivier LACHENAUD, Le genre Psychotria (Rubiaceae) en Afrique occidentale et centrale ; archives des SCIENCES (2017)69 : 71-88 ; page 74, 75,77.
- OZENDA P., 1975 – Sur les étages 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
- Paris, France : Tec et Doc. 359 pp.
- PARIZEAU M.H., 2001 – La biodiversité : tout conserver ou tout exploiter.
- PERON A., 1870 – Découverte d'un gisement tithonique dans les montagnes de Sétif. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, Paris, Sér. 2, XXVII : 640p.
- Phylogeography of North African Atlas cedar (*Cedrusatlantica*, Pinaceae); Combined molecular and fossil data reveal a complex quaternary history. *Am. J. Bot.*,95(10): 1262- 1269.
- phytoécologie du Hodna. AGS., FAO, Rome, 154 p., 2 carte Coul. 1/200 000.
- Phytomasse de *Rosmarinustournefortiide* Noé, effet de l'altitude et de l'exposition sur la
- PhytosociologicalResearch Center. www.globalbioclimats.org.
- phytosociologique. Thèse de Magister. Univ. F. Abbas, Sétif, 114 p.
- Provence- Alpes - Côte d'Azur. Analyse des données météorologique 1961-1996 et cartographie par système d'information géographique. *Forêts Méd.* XXVI, 4, 299-308.
- PURVIS A. et HECTOR A., 2000 - Getting the measure of biodiversity. *Nature*, 405: 212-219
- QUEZEL P. et MEDAIL F., 2003 -Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranée. Elsevie éd., 513 p +annexes.

- QUEZEL P. et SANTA S., 1962 -Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques
- QUEZEL P. et SANTA S., 1963 -Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques
- QUEZEL P., 1957 – Peuplement végétal des Hautes Montagnes de l’Afrique du Nord. Le
- QUEZEL P., 1976 – Les forêts du pourtour méditerranéen ; in’’ Forêts et maquis méditerranéen : écologie, conservation et aménagement’’. *Notes techniques du MAB N° 2*, UNESCO, Paris : 10-23.
- QUEZEL P., 1978 – Analysis of floraMediterranean and SaharanAfrica.*Ann. Missouri Bot.*
- QUEZEL P., 2000 – Réflexions sur l’évolution de la flore et de la végétation au Meghreb
- Revetaugm. Paris. 318 p.
- RICHARD P.J.H., 1997 – Les climats annuels, la variabilité climatique et bioclimatique.www.georg.umontreal.ca/donees/geo3152.
- RIVAS-MARTINEZ S., 2004 –Global bioclimats (classificacionbioclimàtica de la Teirra).
- ROCHE P., 1998 - Dynamique de la biodiversité et action de l’homme. Rapport ENV-SRAE
- SAVORNIN J., 1920 – Etude géologique de la région du Hodna et du Plateau sétifien. *Bull.*
- Science/Ethique/Sociétés éd. 217 p.
- SELTZER P., 1946 – Le climat d’Algérie. *Tra.Inst. Métiorol. Phys. Globe*, Alger, 1 vol. 219 p.
- *Serv. Carte géol. Algérie*. Alger, Sér. 2-7, 502 p.
- syntaxonomie et éléments d’aménagement. Thèse Doct. ès Sc., Univ. Aix-Marseille, 205 p +
- TERRAB A., HAMPE A., LEPAIS O., TALAVERAS., VELLA E. et STUESSY T.F., 2008
- theisoclimatic Mediterranean zones. *Arid land research and management*, 18: 301-346.
- théories, pratiques. CNRS éd. Paris. 261p.

- UICN., 1980 – Liste des plantes rares et menacées des états du bassin méditerranéen. 63 p.
- Univ. Mouloud Mammeri, TiziOuazou, 397 p + annexes.
- végétation du massif forestier de Boutaleb (Sétif). Thèse De Magister, Uni. F. Abbas, Sétif, 281p + annexes.
- Véronique Benoit-Chabot, les facteurs de sélection des bio-indicateurs de la qualité des écosystèmes aquatiques : Elaboration d'un outil d'aide à la décision ; Mai 2014 page 04-05
- VILIOTIS D., 1982 – Relation of the climate to the latitudinal situation and altitudinal zonation. Ecol. Medit., VIII (4), 165-175.