

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université SAAD DAHLEB - Blida 1



**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Biotechnologies et Agro-écologie**

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master II dans le domaine de SNV

Filière : Ecologie et Environnement

Option : Agroenvironnement et Bio-indicateurs

Thème :

**Plantes Bio-indicatrices outils de diagnostic écologique :
- Etude du cas dans la forêt de l'AKFADOU, wilaya de Bejaïa**

Soutenu par :

M^{elle} BENSLIMANE Marwa

Devant les membres de jury composé de :

Le 14 / 07 / 2021.

M^{me} DJENNAS.K

M.C.B

USD. Blida 1

Présidente.

M^{me} RADI .N.

M.A.A

USD. Blida 1

Examinatrice.

M^r. GRANDI.M

M.C.B

USD. Blida 1

Promoteur.

Année Universitaire 2020/2021.

Remerciement

Avant tous, je remercie **ALLAH** de m'avoir donnée le courage, la patience et la volonté d'avoir pu réaliser ce travail.

En premiers lieu, c'est à mon encadreur, Monsieur Grandi Mohamed, Maitre de conférences à l'Université SAAD DAHLEB – Blida, à qui je dois respect et gratitude pour m'avoir guidé afin de mener à bien cette étude. Sa disponibilité durant toutes les étapes de ce travail, ses remarques pertinentes et ses suggestions ont sans cesse permis l'amélioration de la qualité de ce document. Je remercie également tous les autres membres du jury qui ont accepté de s'intéresser à mon travail et m'ont apporté leur jugement d'experts :

Madame DJENNAS.K, maitre de conférences à l'Université SAAD DAHLEB – Blida 1, qui a accepté de présider le jury.

Madame RADI. N, maitre assistante A à l'Université SAAD DAHLEB – Blida 1, qui a accepté de faire partie du jury et d'examiner mon travail.

Mes remerciements vont également à Mr BENSLIMANE. M. FATEH le Directeur Général de la conservation des forêts de la wilaya de Bejaïa de m'avoir accueillir dans son établissement. Sa disponibilité, sa gentillesse et ses conseils toujours précieux.

Je tiens à remercier Mr ABBANE Lehlal le Chef Service de la protection des forêts, mon guide du terrain, pour m'avoir offert cette fabuleuse opportunité, pour sa patience, ses enseignements et son aptitude à m'écouter des jours entiers.

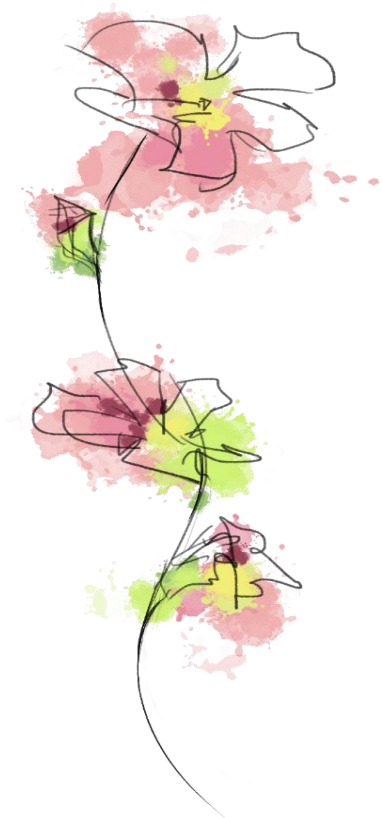
Je tiens à remercier aussi Mr CHANNOUNE H, Mme SMAIL M et toute l'équipe de la conservation des forêts de la wilaya de Bejaïa.



Je tiens à remercier aussi Mr MOKHETARRI M pour son apport et sa participation dans ce travail.

Je tiens à remercier également toutes les équipes des circonscriptions d'Adekar, d'Akfadou et de Chemini.

Enfin, je remercie toute personnes ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.



Dédicace

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le Respect, la reconnaissance, c'est tout simplement que : Je dédie cette thèse : A ALLAH LE TOUT PUISSANT.

A mes chers parents pour leurs dévouements, pour eux un faible témoignage de ma profonde affection et tendresse.

A Ma tendre Mère **Nora**: Tu représentes pour moi la source de Tendresse et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager. Tu as Fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin Dans leur vie et leurs études.

A Mon très cher Père **Abderkader**: Aucune dédicace ne saurait exprimer L'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail et le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation le long de ces années.

A mon très cher frère: Ton soutien moral et matériel m'ont permis de réussir mes études.

A mes chères sœurs: Safaa, Rahma et Aya.

A mes grands-parents paternels.

A la mémoire de mes grands-parents maternels.

A mes cousines : Zineb et Assma

A mes très chères amies : Amina et Dallel

Je prends cette opportunité pour dire merci mille fois à mes chers amis Mohamed et Amina Merci pour leurs efforts, leurs participations et surtout leurs soutiens durant les moments de réalisation de ce travail.

A tous mes enseignants depuis mes premières années d'études.

A tous ceux qui me sens chers et que j'ai omis de citer.

Marwa



Résumé

L'objectif principal du présent travail étant de tenter d'établir un diagnostic écologique de l'état de la biodiversité au niveau de 12 stations, réparties sur le territoire du massif forestier de l'Akfadou dans la wilaya de Bejaia, à travers l'utilisation de plantes bio-indicatrices. Au terme de cette étude, il apparaît que la forêt de l'Akfadou, du moins dans les stations investiguées, soit soumise à un certain nombre de menaces environnementales et anthropiques. A ce propos, nos résultats se résument de la manière suivante, 06 stations ont fait ressortir un milieu dégradé par les incendies, le surpâturage, les coupes illicites et le captage abusif des sources d'eau, 4 stations ont montré un état d'équilibre écologique relatif puisque, il faut le signaler, il nous a été donné de constater que des espèces liées aux incendies y étaient présentes à l'exemple d'*Erica arborea*, et les 2 dernières stations ont indiqué un changement du climat stationnel, à travers la substitution de l'étage de végétation de *Quercus suber* par *Quercus canariensis*, ainsi que la présence d'une espèce relique, en l'occurrence *Sembucus ebulus* témoin d'une période glaciaire passée. Ceci dit, cet écosystème précieux par sa diversité et sa situation privilégiée doit faire l'objet d'une protection dans les plus brefs délais afin de soustraire aux pressions dont il est victime.

Mots clés : plantes bio-indicatrices, diagnostic écologique, actions anthropiques, milieu dégradé, Akfadou.

Abstract

The main objective of this work is to attempt to establish an ecological diagnosis of the state of biodiversity at the level of 12 stations, distributed over the territory of the Akfadou forest massif in the wilaya of Bejaia, through the use of bio-indicator plants. At the end of this study, it appears that the Akfadou forest, at least in the stations investigated, is subject to a number of environmental and anthropogenic threats. In this regard, our results can be summarized as follows, 06 stations revealed an environment degraded by fires, overgrazing, illegal cutting and abusive collection of water sources, 04 stations showed a state of equilibrium relative ecological since, it should be pointed out, we were able to observe that species linked to fires were present there, for example *Erica arborea*, and the last 02 stations indicated a change in the stationary climate, through the substitution of the vegetation layer of *Quercus suber* by *Quercus canariensis*, as well as the presence of a relict species, in this case *Sembucus ebulus*, witness of a past ice age. That said, this ecosystem, precious by its diversity and its privileged location, must be the subject of protection as soon as possible in order to remove it from the pressures to which it is a victim.

Keywords: bio-indicator plants, ecological diagnosis, anthropogenic actions, degraded environment, Akfadou.

الملخص

الهدف الرئيسي من هذا العمل هو محاولة إنشاء تشخيص بيئي لحالة التنوع البيولوجي على مستوى 12 محطة ، موزعة على أراضي كتلة غابة أكفادو في ولاية بجاية ، من خلال استخدام النباتات كمؤشرات حيوية. في نهاية هذه الدراسة ، يبدو أن غابة أكفادو ، على الأقل في المحطات التي تم فحصها ، تخضع لعدد من التهديدات البيئية والبشرية المنشأ. في هذا الصدد ، يمكن تلخيص نتائجنا على النحو التالي ، كشفت 06 محطة عن بيئة تدهورت بسبب الحرائق، الرعي الجائر، قطع الحطب الغير القانوني والتجميع التعسفي لمصادر المياه ، وأظهرت 4 محطات حالة من التوازن البيئي النسبي ، حيث يجب الإشارة إلى أننا كانوا قادرين على ملاحظة أن الأنواع المرتبطة بالحرائق كانت موجودة هناك ، على سبيل المثال *Erica arborea* ، وأوضحت المحطتان الأخيرتان تغييرًا في المناخ ، من خلال استبدال طبقة الغطاء النباتي لـ *Quercus suber* بواسطة *Quercus canariensis* ، بالإضافة إلى وجود أنواع أثرية ، في هذه الحالة *Sembucus ebulus* ، شاهدًا على العصر الجليدي الماضي. ومع منه، فإن هذا النظام البيئي ، الثمين بتنوعه وموقعه المتميز ، يجب أن يخضع للحماية في أسرع وقت ممكن من أجل تجنب الضغوط التي يقع ضحيتها.

الكلمات المفتاحية: مؤشرات حيوية ، تشخيص بيئي ، أعمال بشرية ، بيئة متدهورة ، أكفادو .

Liste des figures

Figure 01 : Carte de la répartition des forêts Algériennes (DGF, 2019).....	3
Figure 02: Photo durant un incendie dans la forêt d'Akfadou.	7
(Source : Conservation des Forêts de Béjaïa, 2020).....	7
Figure 03: photo après un incendie dans la forêt d'Akfadou.	8
(Source : Conservation des Forêts de Béjaïa, 2020).....	8
Figure 04: Les limites administratives de la forêt d'Akfadou (DGF.2019).	12
Figure 05 : Les communes couvrant le massif forestier de l'Akfadou	13
Figure 06: Carte géologique du massif forestier de l'Akfadou.....	14
Figure 07: Histogramme des précipitations mensuelles moyennes de la région de Bejaïa (2008/2017).	15
Figure 08: Courbe des températures mensuelles moyennes de la région de Bejaïa (2008/2017).	16
Figure 09 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gussen de la région de Bejaïa	17
Figure 10: Situation de la zone d'étude et des différentes stations météorologiques sur le climagramme d'EMBERGER (QUEZEL, 2000).....	18
Figure 11 : Carte de répartition des peuplements végétaux du massif forestier de l'Akfadou (MESSAOUDENE, 1989).....	20
Figure 12 : Photo originale du lac noir (Agoulmine aberkane)	21
Figure 13 : Photo originale de l'espèce protégée <i>Sorbus torminalis</i>	22
Figure 12 : Photo originale de l'espèce protégée <i>Ruscus aculeatus</i>	22
Figure 15 : courbe de l'aire minimale (ALEXANDRE & GENIN, 2011).....	27
Figure 16 : Photo des échantillons floristiques de chaque station	29
Figure 17: image satellitaire de la localisation des différentes stations étudiées.	30
(Source : Google Earth).....	30
Figure 18 : Station 01 du groupement de <i>Quercus suber</i> fermé (Photo originale)	31
Figure 19 : Spectre des contributions spécifiques de la station 01	31
Figure 20 : Station 02 du groupement <i>Quercus Canariensis</i> à <i>Ferula communis</i> . (Photo originale)	32
Figure 21 : Spectre des contributions spécifiques de la station 02	32
Figure 22 : Station 03 du groupement <i>Quercus Canariensis</i> à <i>Cytisus triflorus</i> (Photo originale)	33

Figure 23 : Spectre des contributions spécifiques de la station 03	33
Figure 24 : Photo de la 4 ^{ème} station montre un tapis d' <i>Asphodelus ramosus</i> subsp. <i>ramosus</i> L. (Photo originale).....	34
Figure 25 : Spectre des contributions spécifiques de la station 04	34
Figure 26 : Photo de la 5 ^{ème} station présente le groupement <i>Quercus canariensis</i> à <i>Acer obtusatum</i> (originale)	35
Figure 27 : Spectre des contributions spécifiques de la station 05	35
Figure 28 : Photo originale de la 6 ^{ème} station présente la dégradation de <i>Taxus baccata</i>	36
Figure 29 : Spectre des contributions spécifiques de la station 06	36
Figure 30: Photo de la 7 ^{ème} station dont la régénération du groupement <i>Quercus canariensis</i> à <i>Erica arborea</i> (originale).....	37
Figure 31 : Spectre des contributions spécifiques de la station 07	37
Figure 32 : Photo de la 8 ^{ème} station d'un groupement mixte <i>Quercus canariensis</i> et <i>Quercus suber</i> (Originale)	38
Figure 33 : Spectre des contributions spécifiques de la station 08	38
Figure 34 : Photo de la station 09 montre la dominance de <i>Sambucus ebulus</i> L.....	39
Figure 35 : Spectre des contributions spécifiques de la station 09	39
Figure 36 : Photo de la station 10 d' <i>Ampelodesmos mauritanicum</i> à <i>Cytisus spinosus</i>	40
Figure 37 : Spectre des contributions spécifiques de la station 10	40
Figure 38 : Photo de la station 11 du groupement <i>Quercus ilex</i> pur (Originale).....	41
Figure 39 : Spectre des contributions spécifiques de la station 11	41
Figure 40 : Photo de la station 12 d'un groupement à <i>Quercus suber</i> pur.....	42
Figure 41: Spectre des contributions spécifiques des abondances des espèces de la station 12	42
Figure 42: Représentation graphique de la répartition des espèces rencontrées par familles..	45
Figure 43: Représente le pourcentage de la répartition d' <i>Ampelodesmos mauritanicus</i> dans les stations étudiées.....	45
.....	46
Figure 44: Représente le pourcentage de la répartition d' <i>Ampelodesmos mauritanicus</i> et d' <i>Asphodelus ramosus</i> dans les stations étudiées.....	46
Figure 45: Photos du tapis d' <i>Asphodelus ramosus</i> subsp. <i>ramosus</i> L et la présence de vaches sur site (originales).	49
Figure 46 : Photos 02 et 03 du captage de la source et sa déviation de son itinéraire naturel causant la dégradation du <i>Taxus baccata</i> photo 01 (originales).	50

Figure 47 : Photo du <i>Tymus vulgaris</i> (Originale).	Figure 48 : Photo du <i>Quercus ilex</i> 50 (Originale). 50
Figure 49: Photo d'un cours d'eau au niveau de la station (originale)	52
Figure 50: Photo d' <i>Acer obtusatum</i> Waldst & Kit.ex Willd (Originale).....	53
Figure 51: Photo du <i>Sorbus torminalis</i> (L) Crantz (Originale)	53
Figure 52: Photo de l'inversement de l'étage de végétation entre les deux espèces	54
<i>Quercus canariensis</i> et <i>Quercus suber</i>	54
(Originale).....	54

Liste des tableaux

Tableau 01: Évolution des causes de feux de forêts / Meddour-Sahar et Derridj (2012).....	6
Tableau 02: Des précipitations pendant 10ans de la région de Bejaïa de 2008 au 2017	Annexe 02
Tableau 03: Températures moyennes pendant 10ans de la région de Bejaïa de 2008 au 2017.....	Annexe 02
Tableau 04 : Des caractéristiques de la Station 01	31
Tableau 05 : Des caractéristiques de la Station 02	32
Tableau 06 : Des caractéristiques de la Station 03	33
Tableau 07 : Des caractéristiques de la station 04	34
Tableau 08 : Des caractéristiques de la Station 05.....	35
Tableau 09 : Des caractéristiques de la Station 06.....	36
Tableau 10 : Des caractéristiques de la Station 07.....	37
Tableau 11 : Des caractéristiques de la Station 06.....	38
Tableau 12 : Des caractéristiques de la Station 09.....	39
Tableau 13 : Des caractéristiques de la Station 10.....	40
Tableau 14 : Des caractéristiques de la Station 11	41
Tableau 15 : Des caractéristiques de la Station 12.....	42
Tableau 16 : Récapitulatif de l'inventaire espèces et leurs familles rencontrées au niveau des 12 stations étudiées.....	43
Tableau 17 : Récapitulatif des espèces bio-indicatrices et leurs indications dans les différentes stations étudiées.....	47

Liste des Abréviations

DGF : Direction Générale des Forêts

BNEDR : Bureau National des Etudes et Développement Rural

BNEF : Bureau National des Etudes Forestiers

FAO : Food Agriculture Organization

FOSA : Forest Outlook Study for Africa

H.P.A.E : Hiver. Printemps. Automne. Eté.

Ha : Hectares

S : Station

Remerciement

Dédicace

Résumé

Abstract

الملخص

Table des matières

INTRODUCTION

Chapitre I: Synthèse bibliographique

1	Forêt Algérienne	3
2	État actuel et traits généraux de la forêt algérienne	3
3	Forêts du Djurjura.....	4
4	Vulnérabilité de la forêt algérienne face aux changements globaux.....	4
5	Dégradation des forêts algériennes	5
5.1	Feux de forêts.....	5
5.1.1	Causes.....	6
5.1.2	Causes des incendies en Algérie.....	7
5.2	Surpâturage	8
5.3	Défrichage.....	9
5.4	Les coupes illicites	9
5.5	Le captage abusif des sources.....	9
5.6	Activité touristique incontrôlée	9
6	Notion de Bio-indicateur.....	10
6.1	Bref historique.....	10
6.2	Définition	10
6.3	Utilisation.....	11
6.4	Cas des plantes bio-indicatrices.....	11

7	Qu'est-ce qu'un diagnostic écologique	11
8	Présentation et caractéristiques de la zone d'étude :.....	12
8.1	Situation géographique.....	12
8.2	Limites Administratives selon de découpage administratif.....	12
8.3	Statut juridique.....	13
9	Milieu Physique.....	13
9.1	Relief, exposition et hydrographie.....	13
9.2	Pédologie :	14
9.3	Géologie.....	14
9.4	Climat :	15
9.4.1	Précipitations:	15
9.4.2	Températures:	16
9.5	Digramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1957) :.....	16
9.6	Etages bioclimatiques en Algérie	17
9.6.1	Climagramme d'Emberger :	17
10	Milieu Biotique.....	19
10.1	Flore	19
10.1.1	Flore introduite.....	21
10.1.2	Flore rare et protégée	22
10.1.3	Flore néo- endémique.....	23
10.2	Faune	23

Chapitre II: Matériels et Méthodes

1	Objectif.....	25
2	Choix de la zone	25
	Pourquoi la forêt de l'Akfadou ?.....	25

3	Matériel :	26
4	Méthode.....	26
4.1	Échantillonnage et choix des stations d'études.....	26
4.2	Aire minimale	26
4.2.1	Taille de l'aire minimale.....	27
4.3	Abondance-dominance.....	28
4.4	Sociabilité	28

Chapitre III : Résultats et Discussion

1	Résultats	31
1.1	Présentation et interprétation.....	31
1.2	Liste des espèces rencontrées (inventaire non exhaustif).....	43
1.3	Différenciation entre les stations d'études.....	45
1.4	Espèces bio-indicatrices	46
2	Discussion	48

CONCLUSION

PERSPECTIVES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

Introduction



INTRODUCTION

La région méditerranéenne est une des régions du monde considérée comme un « hotspot » de la biodiversité mondiale. Les forêts méditerranéennes, ont des caractéristiques spécifiques qui en font un patrimoine naturel mondial unique, cependant ces écosystèmes forestiers sont les plus vulnérables sur terre en raison de leur fragilité et instabilité, dues notamment aux conditions climatiques, à la pression humaine de longue date et aux incendies aux rythmes effrénés (F.A.O, 2010).

L'Algérie se situe parmi les pays méditerranéens qui présentent une diversité écologique sans égal sur le plan bioclimatique, morphologique et floristique. Cette diversité se traduit par une richesse de paysages et de milieux naturels de grande qualité (IUCN, 2007).

Ce pays est caractérisé par des écosystèmes forestiers très diversifiés et fragiles (Barbero et al., 1990), face aux menaces constantes des changements climatiques, mais aussi face à l'énorme pression anthropique. Couvrant l'équivalent de 4,1 millions d'ha (DGF, 2018), les formations forestières de notre pays se composent essentiellement d'espèces méditerranéennes et endémiques du Maghreb, mais aussi d'espèces introduites, tel que l'Eucalyptus qui a été ramené durant l'époque coloniale.

Le massif forestier de l'Akfadou et Beni-ghobri représente l'un des plus grands complexes de forêts caducifoliées (BOUDY, 1955). Tôt cette région a suscité la curiosité et la passion de beaucoup d'auteurs, qui ont porté intérêt avec des travaux, notamment LAPIE et MAIGE 1909, QUEZEL 1956 et quelques travaux récents (WOJTERSKI, 1988 ; SALAMANI, 1990 ; MEDDOUR, 1993 ; LARIBI, 2010.)

Malheureusement ce patrimoine riche et fragile, est aujourd'hui sous la menace de coupes illicites, d'une exploitation anarchique des ressources sylvicoles, mais aussi d'incendies qui ravagent chaque année des centaines voire des milliers d'hectares.

Face à ces périls, l'administration forestière, représentée par la DGF, a décidé de soustraire la forêt aux dangers qui la menacent, en prenant entre autres la création de réserve intégrale dont l'accès serait bien réglementé.

Dans notre travail, nous nous sommes intéressés à la forêt de l'Akfadou, dans la wilaya de Bejaia, qui constitue un écosystème naturel réputé pour sa densité, sa diversité floristique et faunistique et s'étalant par les deux versants du Djurdjura

Dans ce massif, les caducifoliés tel que le Chêne Zéen, et le Chêne Liège sont incontestablement les essences forestières les plus dominantes. La zénaie est aussi riche qu'unique en son genre en Algérie ou au Maghreb

En effet, pour tenter développer l'état des lieux de la biodiversité, mais nous en recours à l'utilisation de plantes ou espèces bio indicateurs, qui peuvent constituer un outil de diagnostic écologique des stations concernée par le présent travail.

Le présent manuscrit s'articule autour d'une introduction et trois chapitres : le premier chapitre porte sur les généralités des forêts, la présentation de la région d'étude et de ces facteurs écologiques. Le second chapitre est consacré au matériel utilisé et méthodes employées, il décrit les stations d'études ainsi que les techniques utilisées sur le terrain pour l'exploitation des résultats par diverse indices écologique. Le troisième chapitre regroupe les résultats recensés et la discussion des résultats obtenus par rapport aux études précédemment menées dans d'autres pays du monde et enfin, le travail se termine par une conclusion générale et des perspectives.

Chapitre I

Synthèse bibliographique



Chapitre I : Synthèse bibliographique

1 Forêt Algérienne

Selon **SEIGUE (1985)**, la forêt Méditerranéenne couvre environ 65 millions d'hectares dont 45 millions de forêts proprement dites et 19 millions d'hectares de formations forestières. La forêt Algérienne appartient à cet ensemble et présente un élément essentiel de l'équilibre écologique, climatique et socio-économique de différentes régions du pays (**BERCHICHE, 1986**). Sa situation se présente comme l'une des plus critiques dans la région méditerranéenne (**KERMOUD, 2000**). En effet, la persistance des facteurs de dégradation tels que les incendies, le surpâturage, les défrichements, les coupes illicites et le captage abusif des sources, ne fait qu'accroître le processus de dégradation du patrimoine forestier.

2 État actuel et traits généraux de la forêt algérienne

Depuis 2019, l'Algérie est devenue le pays le plus vaste d'Afrique, avec une superficie de 2,382 millions km², dont 84% occupés par le Sahara. Les 16% restant se répartissent entre différentes régions dont les zones steppiques et semi-arides, ne laissant que quelques 250 000 km² de superficie propice à la végétation dont seulement 41 000 km² de couvert forestier. Cette superficie ne représente que 16% du nord de l'Algérie ou 1,7% de l'ensemble du territoire, ce qui est jugé insuffisant par le rapport algérien de la FAO, réalisé dans le cadre de l'Étude Prospective du Secteur Forestier en Afrique initiée par la FAO.

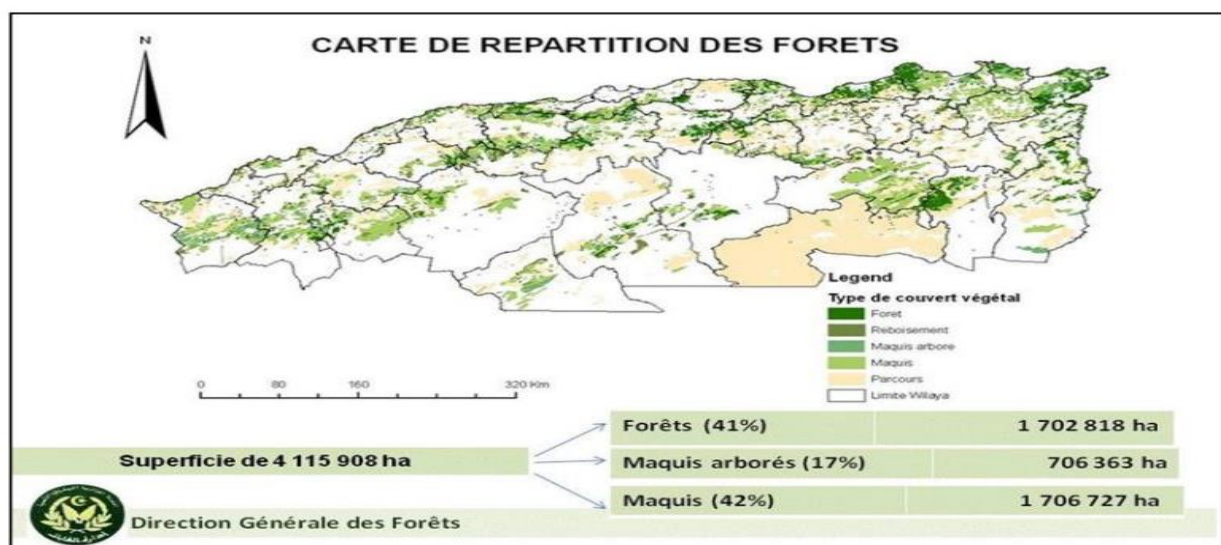


Figure 01 : Carte de la répartition des forêts Algériennes (DGF, 2019)

Sur la carte, on remarque que près de 60% des espaces forestiers sont occupés par les maquis. La prédominance des maquis témoigne de l'état de dégradation des forêts algériennes. Ces derniers sont répartis en quatre catégories dont la grande partie est de faible densité (**BNEDER 2009**) :

- *Maquis clairs* : 12 621,18 km² (52%);
- *Maquis denses* : 04 446,09 km² (18%);
- *Maquis arboré clairs* : 04 359,40 km² (18%);
- *Maquis arborés denses* : 02 704,23 km² (12%).

3 Forêts du Djurdjura

La Kabylie du Djurdjura est la plus élevée des massifs littoraux de l'Algérie dont la forêt de l'Akfadou fait partie de ses monts. Elle est sans aucun doute une faction privilégiée par la qualité de sa biodiversité, plus spécialement floristique et éco-systémique, en raison de son appartenance à l'hotspot du bassin méditerranéen (**MEDAIL ET QUEZEL, 1997**). Ces régions sont très arrosées et elles comportent les forêts les plus denses. C'est l'aire de répartition naturelle des chênes dont ; le chêne liège et les chênes zeen et afarès (**MAZI, 2015**). La Kabylie du Djurdjura (ou Haute Kabylie), dans le sens biogéographique occupe la partie du territoire située entre la mer Méditerranée au nord, l'oued Isser-oriental et l'oued Djemaa et l'oued Sahel au sud et à l'est, qui débouche en amont sur l'oued Soummam à partir du méridien d'Akbou (**MEDDOUR, 2010**). D'une superficie totale de 5 530,21 km², soit 553 021 ha, la Kabylie Djurdjuréenne s'étend sur un territoire réparti entre les wilayas de Boumerdès avec 69 329 ha, Bouira avec 56 703ha, Bejaïa avec 130 010 ha et Tizi Ouzou avec 296 980 ha. Soit un total de 553 021 ha (**MATET, 2008**).

4 Vulnérabilité de la forêt algérienne face aux changements globaux

La vulnérabilité des écosystèmes forestiers en Algérie est liée à des facteurs naturels et anthropiques qui peuvent tous les deux s'amplifier sous l'effet des changements climatiques. Les connaissances relatives à la vulnérabilité et aux impacts attendus des changements climatiques sur les principaux écosystèmes, ainsi qu'à leurs diversités biologiques, demeurent limitées (**DGF, 2016**). En 2018, une analyse de risques et de vulnérabilité aux changements climatiques de différents secteurs en Algérie menée par Le Bureau National d'Etudes de Développement Rural « **BNEDER** », en coopération avec des experts allemands a tenté d'identifier les risques tout en soulignant un manque de données. Cette étude nomme le risque global sur le secteur forestier « déforestation » qui se répartirait entre les trois sous-chaines de risques à savoir, le risque de perte des ressources sylvicoles, le risque de perturbation des écosystèmes et le risque de la déforestation (**GIZ Algérie & BNEDER, 2018**).

5 Dégradation des forêts algériennes

Il est clair que la forêt méditerranéenne a connu une très importante action humaine au cours de son histoire. En effet, la disparition de nombreuses espèces végétales a été la conséquence d'actions anthropiques telles que l'action du feu, du surpâturage, mais aussi les coupes illicites. L'ampleur de ces modifications est parfois difficile à cerner, tout le système forestier porte des traces, récentes ou anciennes de son action, et presque aucune région du bassin méditerranéen ne lui a échappé. Bien que la superficie forestière des pays du revers septentrional du bassin méditerranéen tende globalement à s'accroître, les pays de la rive sud montrent quant à eux une destruction accélérée de leur capital forestier (**QUEZEL et BARBERO, 1990**).

Dans le cas de la forêt algérienne sa superficie est passée de sept millions d'hectares, à moins de trois millions. De par sa situation géographique, sa végétation et son climat, la forêt algérienne a connu au cours des siècles diverses dégradations, suite aux différentes invasions sur l'Afrique du Nord. L'exploitation abusive à travers des actions anthropiques et l'élevage incontrôlé, sont sans aucun doute à l'origine de l'état de dégradation actuelle des forêts Algériennes.

Jadis, le domaine boisé en Algérie était en bon état et était évalué à près de cinq millions d'hectares en 1830 (**BOUDY, 1950**). L'exploitation des forêts lors de la conquête coloniale associée à la surexploitation du bois, principalement durant la seconde guerre mondiale, ainsi que les incendies répétés durant la guerre de libération nationale, ont entraîné la disparition de plus d'un million d'hectares (**GHUERZOULI, 2017**). Ces dernières années, des épisodes caniculaires ont été vécus suites aux incendies de forêt, qui constitue une menace très présente en milieu méditerranéen.

Selon le document « sous presse » portant la stratégie forestière de la wilaya de Bejaïa, la surexploitation au niveau des 10 communes limitrophes (Adekar, Tifra, Akfadou, Chemini et Souk-Oufella pour Bejaïa et Yakouren, Ifigha, Bouzeguene, Idjeur et Beni-Ziki pour TiziOuzou) ont rendu la biodiversité de cet écosystème très vulnérable à la dégradation. La pression anthropique s'affiche par divers usages, dont notamment ; les feux de forêt, le surpâturage et le Braconnage de la faune sauvage, le captage abusif des sources d'eau et les coupes illicites.

5.1 Feux de forêts

C'est le facteur de dégradation probablement le plus significatif du point de vue de la destruction des massifs forestiers. Par ailleurs, les surfaces dévastées par les feux pour les années 1983, 1994 et 2012 est de 6000 km² (**MEDDOUR-SAHAR & BOUISSET 2013**).

Une des difficultés dans la lutte contre les incendies de forêts est la méconnaissance de leurs causes, un domaine qui pèse dans les statistiques de l'Algérie avec plus de 80% de types de causes dites inconnues (**Meddour-Sahar et Derrij 2012**). (**Tableau 01**)

Tableau 01: Évolution des causes de feux de forêts / Meddour-Sahar et Derridj (2012)

Causes	Sources bibliographiques			
	1866-1915 Marc (1916)	1886-1945 Boudy (1952)	1979-1982 Rebai (1982)	1985-2010 Meddour-Sahar et Derridj (2012)
Accidentelles	8	-	-	1
Imprudences	32	50	27	3
Intentionnelles	23	20	16	16
Inconnues	37	30	57	80

Après l'écllosion des foyers, la propagation des feux peut rapidement prendre des ampleurs incontrôlables. Ceci est aggravé par le climat de type sec et la nature de la végétation méditerranéenne très pyrophile. Ces départs de feux semblent d'ailleurs être en augmentation depuis 2010 (DGF, 2016) et il en va de même pour la période de risque qui se prolonge avec le réchauffement climatique, alors que cette dernière s'arrête théoriquement le 31 octobre, la vigilance et la mobilisation des services de lutte contre les feux de forêts a dû être prolongée jusqu'à la fin du mois de novembre depuis l'incendie des 28 et 29 novembre 2016 lorsque quelques 3000 hectares ont été perdus dans la Wilaya de Bejaia.

5.1.1 Causes

Les feux de forêts peuvent être d'origines naturelles (foudre, éruption volcanique) ou anthropique dues aux actions intentionnelles et criminelles ou involontaires et accidentelles de l'homme en forêt (défrichage, apiculture etc.).

- **Causes naturelles**

La végétation ne s'enflammant pas seule, même dans le cas d'une forte sécheresse. Pour qu'un incendie se déclenche, il faut que trois critères soient remplis. Il faut qu'il y'ait :

- Un combustible (végétation ou n'importe quel matériau pouvant brûler)
- Une source externe de chaleur (flamme, étincelle)
- Un apport en oxygène nécessaire pour alimenter le feu : le vent active la *combustion*.

L'unique cause naturelle connue dans le bassin méditerranéen est la foudre. Ce phénomène très répandu dans la forêt boréale, est relativement rare dans la région méditerranéenne où il ne concerne que 1 à 5 % des cas d'incendies. Des exceptions peuvent toutefois être observées, notamment en Espagne et au niveau de certaines autres régions, la foudre représente 30 % des départs de feu.

Les éruptions volcaniques peuvent également être à l'origine d'incendies de forêt. Ce phénomène est cependant exceptionnel dans le bassin méditerranéen.

- **Causes anthropiques**

Les facteurs anthropiques restent toujours les principales causes des feux de forêt, dont le camping sauvage, les jets de mégots et les défrichements par les feux.

5.1.2 Causes des incendies en Algérie

Si l'on remonte dans le temps, on s'aperçoit que les incendies de forêts en Algérie sont essentiellement liés à des problèmes socio-économiques. En effet, dès 1900, LEFEBVRE (in MADOU, 2002) constate que les besoins des riverains en terre et en pâturage les ont conduits à provoquer des incendies. A cela, vient s'ajouter l'imprudence des populations qui utilisent le feu pour différentes raisons domestiques ou pour la production du charbon. Ces pratiques étaient à l'origine de plusieurs incendies de forêts qui s'étaient accrues avec l'arrivée des différentes colonisations car les populations autochtones se sont repliées vers les zones montagneuses et boisées pour la plupart.



Figure 02: Photo durant un incendie dans la forêt d'Akfadou.

(Source : Conservation des Forêts de Béjaia, 2020).



Figure 03: photo après un incendie dans la forêt d'Akfadou.
(Source : Conservation des Forêts de Béjaia, 2020).

5.2 Surpâturage

Le pâturage en forêt est une tradition encore vivace dans les pays d'Afrique du Nord. Les bovins, les ovins, mais aussi les caprins y ont de tout temps trouvé en partie ou en totalité leur ration alimentaire. Ce cheptel a ainsi exploité les forêts, les parcours collectifs, les jachères et les chaumes, en alternance, selon les saisons (**KARMOUNI, 1997**).

Le surpâturage, qui se traduit par la disparition des plaines de pâturage, empêche la régénération de la forêt. La simplification des écosystèmes augmente leur vulnérabilité et diminue la couverture végétale, exposant la surface du sol à la dessiccation et, en définitive, à l'érosion par les précipitations, ce qui accélère la dégradation des sols ainsi que la dégradation des forêts est également le résultat direct d'activités pastorales, agricoles, de construction ou d'artisanat menées par les populations rurales.

D'après **BRAHIMI (2002)**, le pacage en forêt engendre des effets négatifs à savoir :

- la circulation des animaux en forêt, notamment les chèvres et les moutons qui tassent le sol et réduisent la capacité de rétention en eau, au détriment de la végétation.
- Le bétail coupe les jeunes pousses terminales des arbres pour les manger, et compromet ainsi leur croissance et parfois même leur existence.
- Les troupeaux mangent en outre les graines forestières et réduisent la capacité de la régénération de la forêt.

5.3 Défrichement

Si les défrichements ont existé depuis l'époque romaine, ils sont accélérés durant la colonisation et continuent de se pratiquer de nos jours. De 1893 à 1941, le domaine forestier a perdu 116.000 ha de forêts au profit de l'extension des cultures coloniales **(FAO, 2002)**.

5.4 Les coupes illicites

La collecte excessive de bois dans des endroits tels que les forêts a toujours été un problème environnementale grave, à l'exemple de la collecte au niveau de la forêt de cèdres du Moyen Atlas qui a entraîné la perte de vastes zones forestières **(HCEFLCD, 2005)**.

5.5 Le captage abusif des sources

Pour leur besoins en eau, les populations riveraines recourent aux sources dites naturelles pour s'en approvisionner. Mais cet usage incontrôlé cause un déficit en eau grave qui entraîne une dégradation des espèces qui dépend de cette eau.

5.6 Activité touristique incontrôlée

Le tourisme incontrôlé de vision des primates dans les parcs nationaux comme Ifrane et Béjaïa semble augmenter les problèmes de santé des macaques **(MARECHAL et al., 2011, 2016)**. Dans le parc national d'Ifrane, l'habitation des primates à la présence d'homme expose certains groupes à des risques d'accidents de la route **(CAMPBELL et al., 2016)** et à des vols de juvéniles pour le commerce des animaux de compagnie **(MENARD et al., 2014)**. Dans la forêt de Bouhachem, les chiens domestiques mais laissés en liberté harcèlent et chassent les macaques **(WATERS et al., 2017)**.

6 Notion de Bio-indicateur

6.1 Bref historique

L'agronome allemand Georg Ernst Wilhelm Crome a décrit pour la première fois scientifiquement la valeur indicatrice des plantes sauvages en tant qu'organisme indicateur dans son ouvrage intitulé, *Der Boden und sein Verhältniß zu den Gewächsen*, publié en 1812, et sa relation avec les plantes. Les arbres ont été identifiés comme espèces indicatrices de la qualité des sols. Par exemple, Wolf Helmhardt von Hohberg écrivait dans *Georgica Curiosa* (1695): Le signe le plus net d'un sol riche est lorsque les arbres de la forêt et du jardin sont hauts et beaux, surtout lorsque les poiriers, les cerises sauvages et d'autres arbres fruitiers poussent d'eux-mêmes et se propagent. Avant la description scientifique, il existait une connaissance de la propriété bio indicatrice des plantes basée sur l'expérience et la tradition.

La valeur écologique des plantes indicatrices pour l'agriculture et la gestion des paysages n'a été "redécouverte" et systématiquement étudiée par la science que dans la seconde moitié du XXe siècle, principalement par le Géo botaniste Heinz Ellenberg. Ce faisant, il est important d'étudier le fait que les liens entre la réaction du sol et la croissance des plantes doivent être testés à divers endroits afin d'en obtenir un résultat optimal

6.2 Définition

Un bio-indicateur peut être défini de manière générale comme un « organisme - ou un 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 éco-complexe et de mettre en évidence aussi précocement que possible leurs modifications naturelles ou provoquées. » (BLANDIN, 1986).

Selon ECHAUBARD (1995), un indicateur idéal doit caractériser sans ambiguïté par sa présence des paramètres environnementaux étroitement définis. Cet idéal est rarement réalisé, mais un bon indicateur biologique doit :

- ✚ être facilement identifiable,
- ✚ pouvoir être échantillonné facilement, qualitativement et quantitativement,
- ✚ avoir une large répartition,
- ✚ avoir des caractéristiques écologiques et biologiques bien connues,
- ✚ accumuler facilement les polluants,
- ✚ présenter une faible variabilité spécifique.

On appellera donc indicateur écologique une population ou un ensemble de populations qui, par ses caractéristiques qualitatives et/ou quantitatives, témoignent de l'état d'un système écologique et qui, par des variations de ses caractéristiques, permettent de détecter d'éventuelles modifications de ces systèmes.

6.3 Utilisation

L'usage d'indicateurs écologiques étudiant la présence ou l'absence de certains organismes dans le milieu, d'altérations de certaines communautés vivantes, de la richesse spécifique de la biocénose, etc., permettra de détecter l'impact d'une pollution sur la taille, la structure et la répartition des populations des diverses espèces constituant un peuplement, à la limite sur l'ensemble de la biocénose.

6.4 Cas des plantes bio-indicatrices

Les plantes indicatrices sont un outil préliminaire de diagnostic écologique des territoires mais qui nécessitent une confirmation par des études plus approfondies. Toutes les plantes ont été caractérisées selon le comportement le plus souvent rencontré. Par exemple une plante de milieu ensoleillé (plantain majeur - chénopode blanc) pourra à l'occasion être observé en milieu ombragé. Une plante ne pousse pas ici ou là, par hasard. Un certain nombre de facteurs qui lui sont propres doivent être réunis pour que ses graines, en dormance dans le sol durant des années, puissent germer : le climat, l'ensoleillement, la composition du sol, la présence ou l'absence d'eau, de bactéries, etc. autant d'éléments qui définissent le milieu originel dans lequel se développe la plante à l'état sauvage (biotope primaire). Sa présence, à la condition bien sûr qu'elle soit dominante et en nombre suffisant, est donc indicatrice de l'état du sol, de sa transformation voire des dysfonctionnements à venir.

7 Qu'est-ce qu'un diagnostic écologique

Un diagnostic écologique vise à dresser l'état des lieux et à comprendre le fonctionnement des écosystèmes pour identifier tous les éléments susceptibles d'orienter l'aménagement et la gestion de l'espace concerné (ADAM et al, 2015).

8 Présentation et caractéristiques de la zone d'étude :

8.1 Situation géographique

La forêt de l'Akfadou est située à 160 km environ à l'Est d'Alger et à de 20 km de la mer, elle représente 18% de la chênaie caducifoliée d'Algérie, avec une superficie d'environ 10 000 ha (Messaoudène, 1989). Localisée entre 4° 33' et 4° 41' de longitude EST et entre 36° 30' et 36° 86' de latitude NORD, elle culmine à 1646 m d'altitude.

8.2 Limites Administratives selon de découpage administratif

La forêt de l'Akfadou qui représente sur le terrain un seul et même massif forestier est divisée administrativement en deux wilayas de Bejaïa et de Tizi-Ouzou.



Figure 04: Les limites administratives de la forêt d'Akfadou (DGF.2019).

- L'Akfadou Est couvre 5400 Ha, qui relèvent de la daïra d'Adekar wilaya de Béjaïa, comprenant les communes de Souk Oufella, Chemini, Akfadou, Tifra et Adekar, d'une superficie de 24131 Ha.

L'Akfadou Ouest couvre 4600 Ha, qui relèvent de la daïra d'Azazga Tizi-Ouzou, comprenant Béni Zikhi, Idjeur, Bouzguene, Ifigha et Yakourene, d'une superficie de 32569 Ha.



Figure 05 : Les communes couvrant le massif forestier de l'Akfadou

8.1 Statut juridique

La carte des cantons donne la situation juridique de la forêt qui a été réalisée sur la base de la carte de Senatus Consulte (Annexe 01)

- La partie Est relève des circonscriptions d'Adekar et Chemini de la conservation des forêts de Bejaïa.
- La partie Ouest, relève de la circonscription d'Azazga, de la conservation des forêts de Tizi-Ouzou.

9 Milieu Physique

9.1 Relief, exposition et hydrographie

Le relief est très accidenté, constitué de Djebels de collines à pentes très abrupte dû à la nature du substrat gréseux et siliceux, les crêtes de ces Djebels sont bien marquées. La direction de ce relief est Sud-Ouest, Nord-Est, le relief est raviné par des chenaux d'écoulement peu profond qui alimentent en périodes de pluie quatre Oueds principaux. (Oued Abdel Ali et Acif Yahia à l'Ouest et les Oueds Roumila et El-Nrouha à l'Est.

L'exposition est de dominance Nord. Ce qui suppose une influence du climat marin sur la région favorisant l'humidité nécessaire à la prospérité du Chêne Zeen.

9.2 Pédologie :

Du point de vue édaphique, les sols sont pour la majorité de type brun forestier, lessivés issus des grès numidiens généralement frais et profonds, qui tendent vers une podzolisation, ceci est dû à l'acidité du substrat rajouté à l'humidité qui y persiste en été (QUEZEL, 1956). En revanche, les argiles sous numidiennes, peu répandues se développent sur des sols à hydromorphie temporaire (DURANT, 1959).

9.3 Géologie

Du point de vue géologique, selon B.N.E.F (1988), le massif forestier de l'Akfadou repose sur 03 types de substratum géologiques :

- Les grès numidiens, occupent et dominant dans les crêtes.
- Les argiles sous numidiennes de l'oligocène.
- Les flyschs à micro-brèches du sénonien.

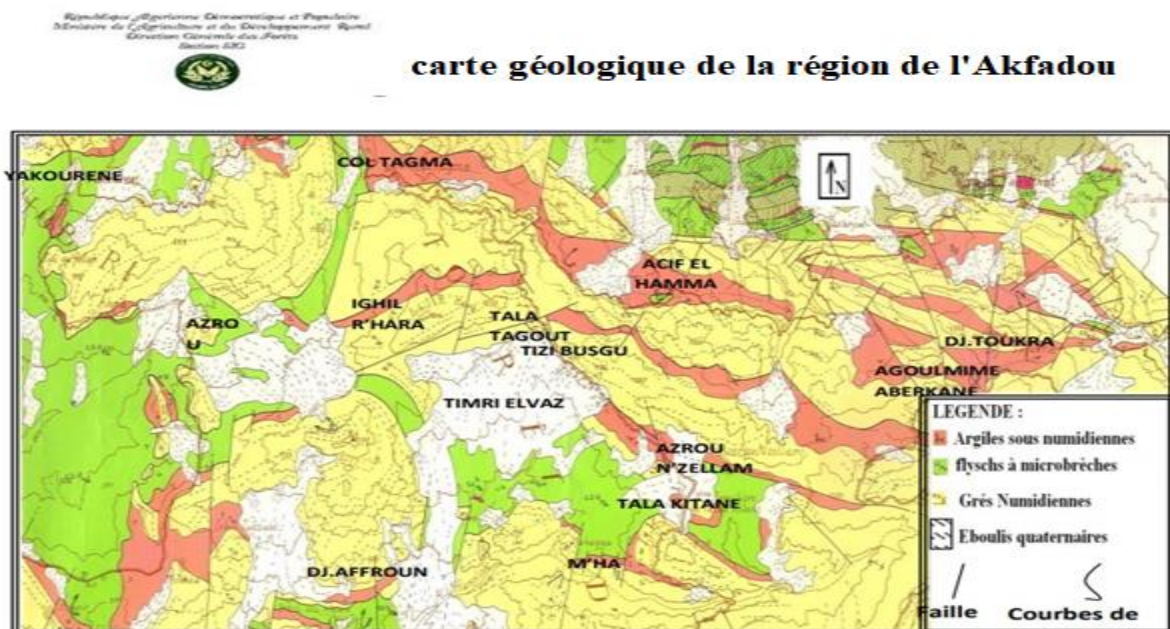


Figure 06: Carte géologique du massif forestier de l'Akfadou.

9.4 Climat :

L'Algérie est un pays soumis à l'influence conjuguée de la mer, du relief et de l'altitude, elle présente un climat de type méditerranéen tempéré. Il est caractérisé par une longue période de sécheresse estivale variant de 3 à 4 mois sur le littoral, de 5 à 6 mois au niveau des Hautes Plaines et supérieure à 6 mois au niveau de l'Atlas Saharien (MOKHETARI, 2019)

Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution des êtres vivants. Parmi les plus importants paramètres, on retient la pluviométrie, la température et le vent. Les données climatiques pluviométriques (tableau 02) et les températures (tableau 03) ont été enregistrées au niveau de la station météorologique de l'aéroport de Bejaïa. Cette station présente l'avantage d'avoir des séries de données complètes et récentes qui s'étendent sur une longue période (10 ans), de 2007 à 2017/2018 (source : station météorologique, Aéroport - Bejaïa).

9.4.1 Précipitations:

Le tableau 02 laisse apparaître une présence des pluies pendant tous les mois de l'année avec une nette diminution en été (Juin, Juillet et Août). Les mois les plus pluvieux sont Novembre, Décembre, Janvier et Février. (Voir ANNEXE 02 et figure 07)

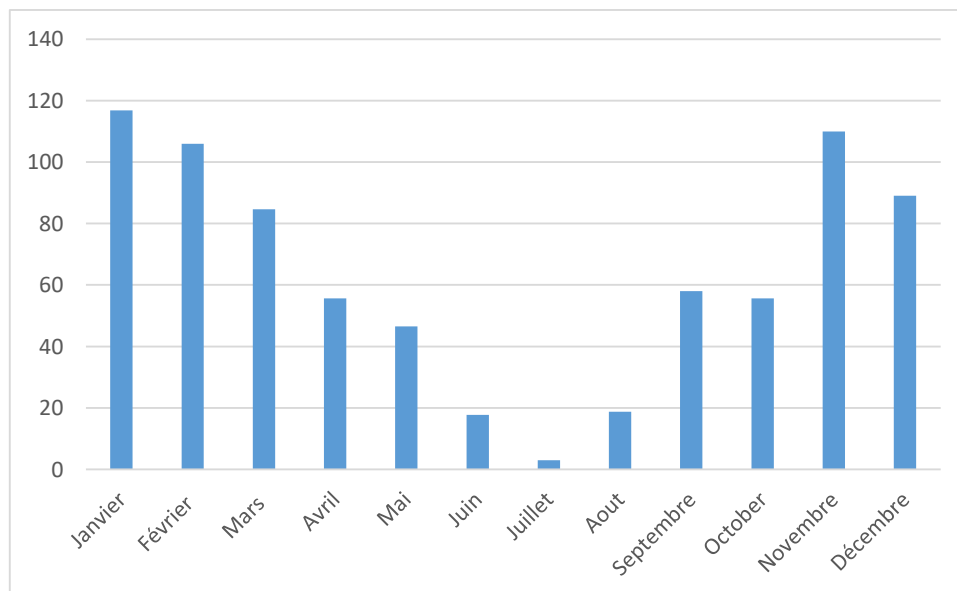


Figure 07: Histogramme des précipitations mensuelles moyennes de la région de Bejaïa (2008/2017).

9.4.2 Températures:

Le tableau 03 laisse apparaître que les mois les plus froids commencent à partir du mois de Novembre à Avril, et une augmentation à partir du mois de Mai avec des températures moyennes max pendant la saison estivale. (ANNEXE 02)

La courbe des températures aussi laisse apparaître une saison estivale bien marquée par des températures mensuelles moyennes élevées. (Figure 08)

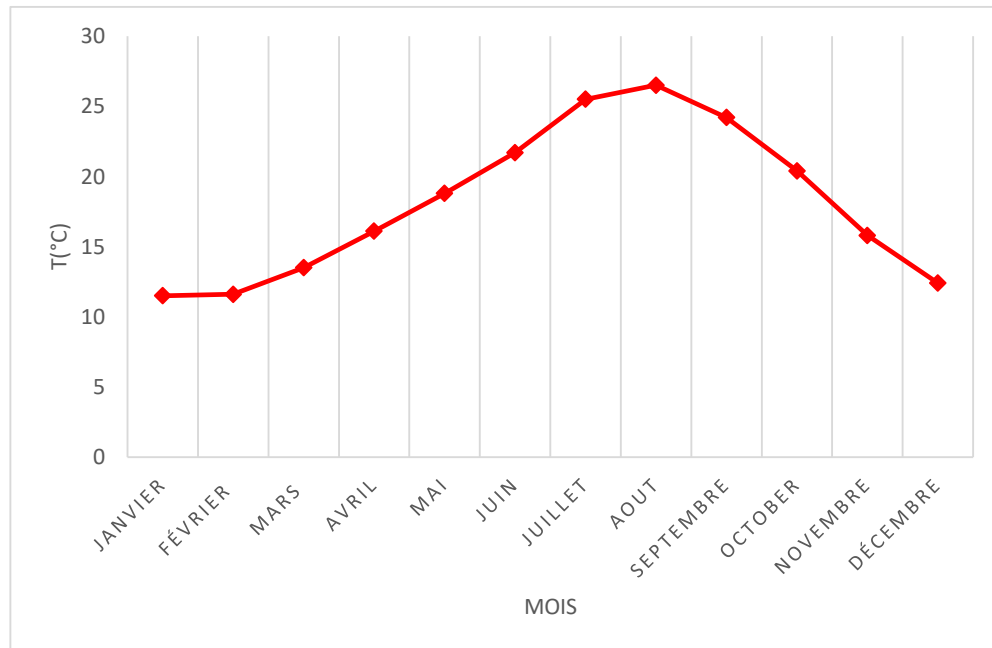


Figure 08: Courbe des températures mensuelles moyennes de la région de Bejaïa (2008/2017).

9.5 Digramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson (1957) :

Bagnouls et Gausson définissent un mois biologiquement sec, comme une période durant laquelle la quantité de pluie est inférieure ou égale au double des températures enregistrées, d'où la relation : $P \leq 2 T$

Dans notre cas le diagramme ombrothermique nous donne une idée sur la saison sèche (en hachurée) en été qui s'étend de la mi-Mai jusqu'à la première semaine de Septembre. Cette période est typique de la région méditerranéenne, alors que la saison humide s'étend du mois d'Octobre jusqu'à la première quinzaine du mois de Mai. (**Figure 07**)

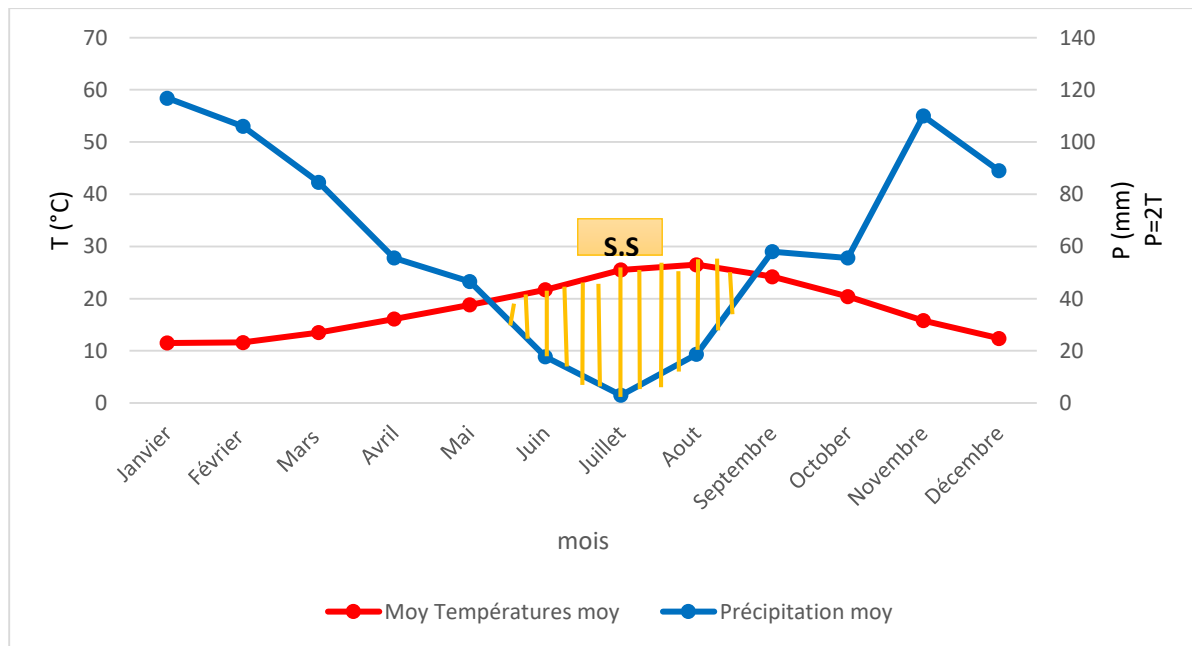


Figure 09 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gussen de la région de Bejaïa

9.6 Etages bioclimatiques en Algérie

La classification bioclimatique d'Emberger et de Sauvage a été largement adoptée en région Méditerranéenne. Sur la base de Q, cinq étages du bioclimat méditerranéen sont définis pour l'Algérie : saharien, aride, semi-aride, sub-humide et humide. Ils sont subdivisés en variantes sur la base des seuils thermiques de la température du mois le plus froid (m).

L'influence méditerranéenne s'atténue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la mer. Le gradient d'aridité s'observe également de l'est vers l'ouest. Les domaines bioclimatiques montrent une diversité climatique et bioclimatique qui favorise une grande diversité biologique. Ainsi, tous les étages et sous étages bioclimatiques sont présents (KHELFI, 2002). Les caractères édaphiques et climatiques déterminent la répartition de la végétation naturelle et les potentialités agricoles des différentes zones (DEROUICHE, 2007).

9.6.1 Climagramme d'EMBERGER

Le climat méditerranéen est caractérisé par une période considérée comme sèche biologiquement qui coïncide avec l'été, et c'est la saison la moins arrosée (DAGET, 1988, 1984). Il est considéré comme un climat extratropical à photopériodisme saisonnier et quotidien, à pluviosité concentrée durant les saisons froides et relativement froides, l'été, saison plus chaude, étant sec (EMBERGER, 1954). La forêt de Beni-Ghobri dont l'Akfadou fait partie, est une région écologique assez homogène du point de vue climatique, mais offrant divers variantes liées aux conditions stationnelles (MEROUKI et al, 2016). Elle est caractérisée par une tranche

pluviométrique annuelle de 900 et 1400 mm, et un régime saisonnier du type H.P.A.E (MESSAOUDENE, TESSIER, 1991). C'est essentiellement en fonction des précipitations, des températures et de la période sèche ; critères déterminants dans l'individualisation des structures de végétation (QUEZEL, 1976 in LARIBI, 2000), que le climat est découpé en tranches ou niveaux bioclimatiques.

Selon LARIBI et al. (2008), du point de vue bioclimatique, le massif forestier de Beni-Ghobri s'inscrit dans l'humide tempéré et le perhumide frais. Pour la définition des étages de végétation, les critères ombrothermique et biocoénotique ont été conjointement utilisés. Si les équivalences étages-variantes bioclimatiques proposées par QUEZEL (1979) se sont avérées satisfaisantes dans l'humide, des incompatibilités ont été relevées pour le perhumide. Ainsi, LARIBI (2000), considère que les conceptions de M'Hirit (1982), particulières aux plus arrosées des montagnes nord-africaines sublittorales, s'accordent bien avec le contenu phytocoénotique de la région envisagée et au-delà le mésoméditerranéen est défini par un bioclimat humide, localement perhumide, à variantes tempérée et fraîche. La figure 10 montre l'étage bioclimatique auquel est inféodée notre zone d'étude selon le climagramme d'Emberger (in QUEZEL, 2000).

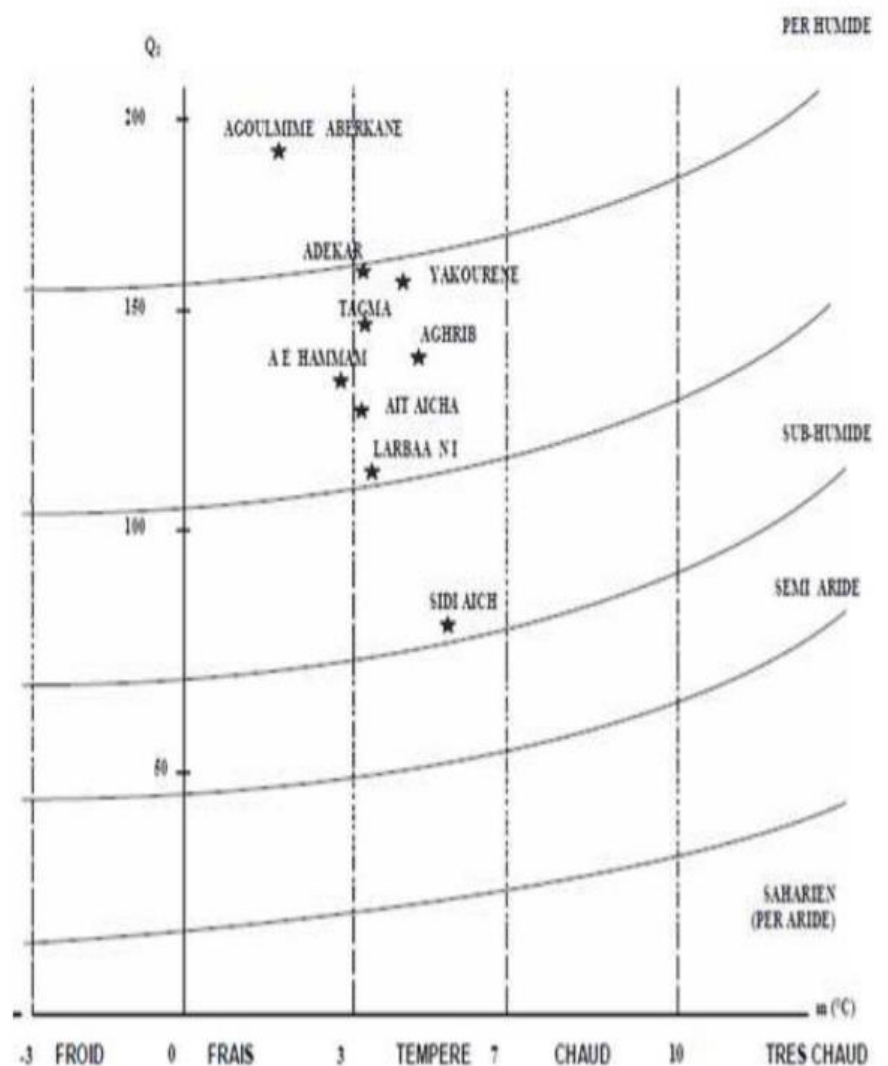


Figure 10: Situation de la zone d'étude et des différentes stations météorologiques sur le climagramme d'EMBERGER (QUEZEL, 2000)

10 Milieu Biotique

10.1 Flore

La forêt d'Akfadou est reconnue par l'abondance de ses cours d'eau et par l'abondance de ses sources réparties de façon homogène. Les pentes sont variables, néanmoins c'est la pente supérieure à 25% qui domine d'où, les difficultés pour les opérations sylvicoles. Toutes les expositions sont présentes dans la forêt cependant c'est les expositions Nord et Est qui dominent favorisant ainsi la prolifération des essences dominantes de la forêt à savoir: Chêne Zeen et Chêne Afares (BNEF, 1988).

La forêt d'Akfadou est composée essentiellement de peuplements de chêne zéen (Q canariensis), de chêne afares (Q afares) et de chêne liège (Q suber). Ces peuplements présentent une mosaïque de structure de divers âges, Avec ses 10 056 Ha, cette forêt représente 18% de la chênaie caducifoliée de l'Algérie. Ses peuplements de ces espèces se présentent en futaies régulières et irrégulières où en futaies jardinées combinées avec des taillis sous futaies pour les parties exploités.

Chêne zeen est l'essence dominante de l'Akfadou où il occupe environ 45 %. Il est confiné dans les zones ombrées, notamment dans les versants exposés au nord, les fonds de vallons et à partir de 1350 m d'Altitude. Les belles futaies hautes et denses se localisent principalement dans le bassin versant d'Agoulmime aberkane, du Djebel zéen et du bassin versant des fontaines des Ifs et des Houx (bassin délimité par la RN 34 et le vide Mehaga ou Timri Touhachit), Agouni Zora, Bassin versant d'Agoulmime Ouroufal, d'Azrou El Meç'bah, d'Azrou Guitidj, de Taketaant, bassin d'Azerou N'zellam, Ighil Athmane, le bassin versant d'Agoulmime Bougueni Gaguen, Tizi-Tiouaririne (Borne 11)) et le bassin versant de Djebel Toukra.

Chêne afares abondant sur quelques lignes de crête, les versants sud et sud- ouest et les zones limitrophes des vides forestiers même en exposition nord, caractérisées par des sols plus ou moins argileux. Le plus souvent, il est situé au- dessous de 1250 m d'Altitude. Les peuplements purs occupent environ 15% de la forêt d'Akfadou et sont localisés le long de la ligne de crêtes menant de la borne 11 à Agoulmime Aberkane, à Laoudda Tamokrante, à Lazella, à Timri el Vaz, dans une partie d'ighil Athmane, Tala-Kitane, l'axe Adekar-Agoulmime Aberkane (autour du vide de Laâzib).

Les peuplements mixtes de chêne zéen- chêne afares se retrouvent partout dans les zones de transition. Il est de même pour les peuplements mixtes chêne zéen-chêne liège très fréquents dans la région d'Adekar, versant ouest de l'Akfadou (Kiadi et Lamsil Bouli), le versant nord d'Açif d'El hammam délimité par la RNI2, le versant est de Sidi-Aich et la commune d'Akfadou. Nous pouvons estimer ces peuplements mixtes à environ 25%.

Chêne liège : A l'état pur occupe 15% de la zone périphérique de l'Akfadou et il se trouve à Adekar, Idjeur, Béni-Ghobri du côté de Djebel Afferoun, de Hammam Salihine, de Sidi Aich et de la commune d'Akfadou. Sa limite altitudinale est de 1100 dans l'Akfadou Ouest et environ de 900 m à l'est et au nord (DGF, 2019).

La présence de plusieurs sources d'eau à débit important et la présence de cours d'eau dans la forêt a favorisé le développement des espèces ripisylves. (Figure 11)

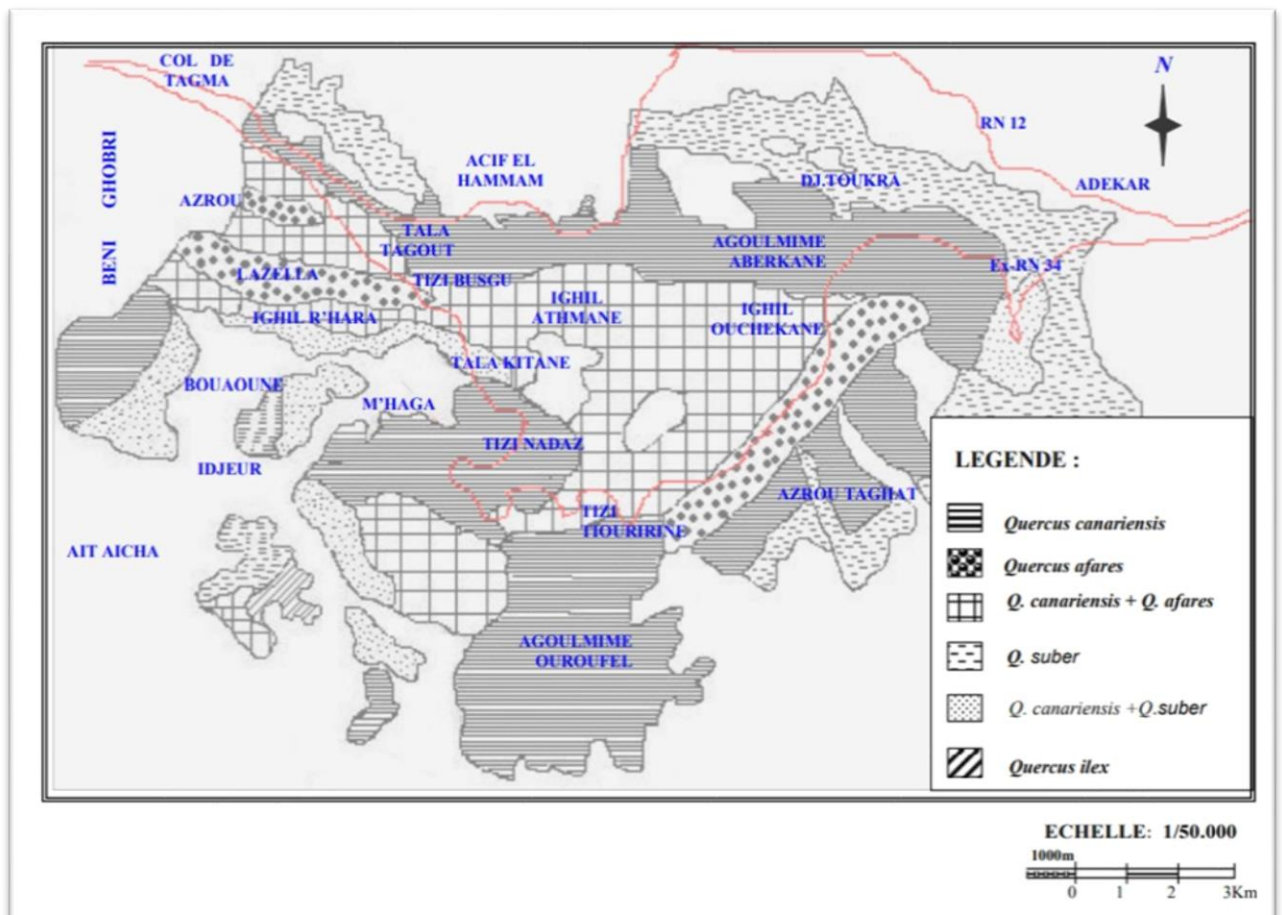


Figure 11 : Carte de répartition des peuplements végétaux du massif forestier de l'Akfadou (MESSAOUDENE, 1989).

Réserves de gros chênes (zéen et afarès): Sont localisées à Lazella (Bouaouine : lieu-dit Sidi El Hadi), Agoulmime Aberkane, Ainçeur Guizan, Laazib (Djebel Toukra), Tizi-Taouririne (Borne 11) et autour du vide de l'émetteur récepteur. Ces reliques méritent une attention particulière ; les chronologies obtenues, longues de plus de 500 ans, témoignent du passé lointain de la chênaie de l'Akfadou.

Arboretum d'Agoulmine aberkane : la châtaigneraie de Mehaga et de Tala- Kitane, la cédraie d'Adekar, les nombreuses aulnaies, les bouquets d'If et de Houx méritent tout aussi une attention particulière. Parmi les espèces caducifoliées figurent aussi l'Erable (*Acer obtusatum*), le Sorbier (*Sorbus torminalus*) et le merisier (*Cerasus avium*). L'Erable peut parfois Co-dominé avec le chêne zéen, voire même dominé pour constituer de véritables Erablières occupant des surfaces assez réduites. Dans ces conditions, l'Erable se présente par bouquets. Quant au Sorbier et le Merisier, bien qu'assez fréquents, ils sont rarement abondants. Bien que l'aire de ces espèces soit limitée dans l'Akfadou, leur intérêt sur le plan écologique est important. Certains sites sont susceptibles d'être classées comme réserves à protéger.



Figure 12 : Photo originale du lac noir (Agoulmine aberkane)

10.1.1 Flore introduite

La forêt de l'Akfadou a fait l'objet de réintroduction de plusieurs espèces végétales depuis déjà un siècle. Selon la conservation des forêts de Bejaia les espèces introduites et les résultats des réintroductions sont comme suit :

Cédre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*): introduit dans certaines stations de la Zenaie, il y a environ un siècle, ont déjà engendré des peuplements naturels de ente ans pour les plus âgés et une densité des plus souhaitable. Les arbres issus de la plantation de 1890 au niveau de l'arboretum du lac noir s'avèrent déjà « prêt à être exploité ». Aujourd'hui, une régénération naturelle est observée tout autour des Vieux sujets dans les zones les plus claires.

Sapin de Numidie (*Abies numidica*): espèce introduite en 1948 semble bien e adapter vu que des rejets naturels de quelques années sont déjà très visibles.

Châtaignier (*Castana sativa*) : qui est beaucoup plus fourrager et fruitier que forestier, introduit dans les années cinquante, a réussi tant sur le plan fructification, que croissance et régénération. Son extension dans le cadre d'un aménagement intégré est à envisager. Ajoutant à ces espèces citées ultérieurement, la forêt de l'Akfadou a fait l'objet d'introduction, aussi, de : **Pin de Coulter (*Pinus coulteri*), Pin Pignon (*Pimus pinea*) et Pin noir (*Pinus nigra*).**

Champignons : Une étude effectuée dans la forêt de la région de Yakouren signale la présence d'un nombre important de champignon tels que : *Trametes versicolor pil*, *Bjerkandar adusta Karst*, *Sterum hirsutum wild*, *Skeletocutis niveau Kelle*.

10.1.2 Flore rare et protégée

Deux espèces rupicoles importantes, le merisier (*Prunus avina*) et l'aulne glutineux (*Alnus glutinosa*), qui est endémique à l'Est Algérien. Des espèces protégées existant dans la région du lac noir comme l'éraable dont on y trouve quatre espèces : *Acer obtusatum*, *Acer compestris*, *Acer opalus* et *Acer monspeliensis*. Le Houx (*Ilex aquifolium*), le petit Houx (*Ruscus aculeatus*) et le Sorbier terminale (*Sorbus torminalis*) en font aussi partie de ces précédentes.



Figure 12 : Photo originale de l'espèce protégée *Ruscus aculeatus*



Figure 13 : Photo originale de l'espèce protégée *Sorbus torminalis*

10.1.3 Flore néo- endémique

Le chêne de kabylie (*Quercus kabylica*) et le chêne de Numidie (*Quercus numidica*) qui sont le résultat d'une l'hybridation naturelle entre le chêne liège et le chêne afares (selon que c'est le mâle de l'un qui pollinise la femelle de l'autre ou vice versa).

10.2 Faune

De par son relief accidenté, son couvert végétal très dense, et son climat subhumide à humide, la forêt de l'Akfadou est constituée de nombreux biotopes propres à satisfaire la prolifération de différentes espèces animales tel que :

➤ Mammifères :

- *Macaca Sylvanus* (Singe magot) ;
- *Sus scrofa* (Sanglier) ;
- *Mustela numidica* (Belette) ;
- *Genetta-genetta* (Genette);
- *Pulpes* (Renard);
- *Canis Aureux* (Chacal) ;
- *Felix libyca* (Chat Sauvage) :
- *Erinaceus algirus* (Hérisson), etc.....
- *Cervus elaphus barbarus* (Cerf de Barbarie) ;

➤ Oiseaux :

- *Turdus meruda L* (Merle noir) ;
- *Alectoris barbara* (Perdrix Gamba) ;
- *Parus ater L* (Mésange noire) ;
- *Picus viridus malherbe* (Pic Vert) ;
- *Parus calruleus linnée* (Mésange Bleue) ;
- *Carduelis carduelis* (Chardonneret) ;
- *Sylvia undata* (Fauvette Pitchou), etc

➤ Reptiles :

- *Watrix natrix* (Couleuvre à collier)
- *Vipère aspie* (*vipere aspis*)
- *Lacerta oiridis* (Lézard vert) ;
- *Salamandre - Salamandra* (*salamandre*), etc.....

Source : Conservation des forêts Bejaïa

Projet de réintroduction du cerf de Barbarie dans la forêt de l'Akfadou:

Le canton "Tabourt oudrar" avec 981 ha, il abrite le projet de réintroduction du Cerf de Berberie en semi-liberté, dans des enclos qui dépassent 245 ha (180 ha pour l'enclos des lâcher et 65 ha pour l'enclos de quarantaines). Ce projet a été initié par le centre cynégétique de Zeralda.

Le cerf de Berberie (*Cervus elaphus barbarus*) est une espèce endémique à l'Afrique du Nord, autrefois il peuplait dans les forêts de chêne Zeen, et dans un passé proche, cette espèce se trouvait en Kabylie et portait le nom local de « **IZERZER** ». La dégradation de son milieu naturel (incendie et braconnage) a contribué à la réduction de son effectif et menace même la disparition de l'espèce : déjà en 1960, la population du cerf comptait à peine 200 sujets en Afrique du Nord. Ce constat a conduit l'Union International pour la Conservation de la Nature, de classer le cerf de Barbarie comme espèce protégée, par la convention africaine de 1969, suivi en Algérie par la promulgation d'un décret portant protection de cette espèce. D'autre part, cette situation a motivé les pouvoirs publics en Algérie à l'établissement d'un programme d'urgence visant à la .P réhabilitation de l'espèce. Par conséquent un projet pour la réintroduction de cerf de Barbarie (*Cervus elaphus barbarus*) a été inscrit au mois de décembre 1993; sa réalisation a été confiée au Centre Cynégétique de Zeralda, qui assurera aussi le suivi de l'opération. Ces cervidés semblent bien adaptés à se site, car ils se reproduisent et ce comportent bien, actuellement la naissance est estimée à une Quarantaine d'individus.

Source : Document interne (Plan Forestier de la Wilaya de Bejaïa).

Chapitre II

Matériels et Méthodes



CHAPITRE II : Matériels et Méthodes

1 Objectif

L'objectif principal de notre travail consiste en l'utilisation des plantes bio-indicatrices comme outils préliminaires de diagnostic écologique.

En effet, notre zone d'étude se caractérise par une richesse spécifique très importante ; ceci, laisse présager que cette richesse pourrait constituer un moyen d'évaluation de l'état de cet écosystème. Pour la réalisation de notre travail, il nous a fallu nous déplacer sur terrain. Ce travail consiste à la réalisation des relevés floristiques au niveau des différents sites dont le choix sera détaillé plus loin. Les relevés ont été réalisés par la collecte des espèces présente au niveau de chaque station, les sorties sur terrain ont été réalisées durant la période 12 avril 2021 au 03 mai 2021. (04 Sorties)

2 Choix de la zone

Pourquoi la forêt de l'Akfadou ?

La forêt de l'Akfadou est un sanctuaire de biodiversité, c'est la formation la plus climacique de chênes caducifoliés d'Algérie, où elle représente près de 25% de ce type sur le territoire national. (**Stratégie de conservation, 2035**)

Ce Massif est l'un des prestigieux massifs forestiers, il a été déjà classé durant l'ère coloniale en Parc National par arrêté du gouverneur général d'Algérie n°370 du 20/01/1925. Mais ce dernier n'a pas été reconduit avec la relance de classement des Parcs Nationaux à partir de 1983.

La méconnaissance des valeurs écologiques et des fonctions de régulation de ce massif par les populations riveraines, le manque de sensibilisation et l'implication de ces mêmes populations, a amené à prioriser la demande de classement de ce massif en Parc National avec l'intégration de tout le territoire des communes dont relève administrativement cet espace. Il nous a paru donc intéressant de considérer la forêt de l'Akfadou comme un site ayant un intérêt écologique important en vue de la riche biodiversité qu'il recèle ; en plus le classement de cette forêt est en cours de réalisation et il paraît à être aussi intéressant d'y contribuer avec ce modeste travail.

3 Matériel :

- *Boussole*
- *Appareil photo*
- *Altimètre*
- *GPS*
- *Sacs en plastique*
- *Étiquettes*
- *Herbier de la Kabylie*
- *Herbier du Djurdjura*
- *Base de données Tela Botanica*
- *Application PlantNet*
- *Fiches de présentation des stations. (Voir Annexe 03)*

4 Méthode

4.1 Échantillonnage et choix des stations d'études

L'échantillonnage subjectif est la forme la plus simple et la plus intuitive d'échantillonnage. L'observateur juge les emplacements représentatifs des conditions du milieu et choisit comme échantillons les zones qui lui paraissent particulièrement homogènes et représentatives d'après son expérience. Cette façon de procéder, très dépendante de la représentation conceptuelle d'un habitat ou un milieu.

La collection des relevés appuie essentiellement sur leur composition floristique: la première démarche est l'exécution de « inventaire floristique et écologique » sur le terrain, ce sont les relevés floristiques. Cette méthode consiste à choisir les emplacements aussi représentatifs que possible dont on a basé sur les expériences des forestier pour évaluer l'état de la station et noter les conditions du milieu en utilisant l'échantillonnage subjectif

4.2 Aire minimale

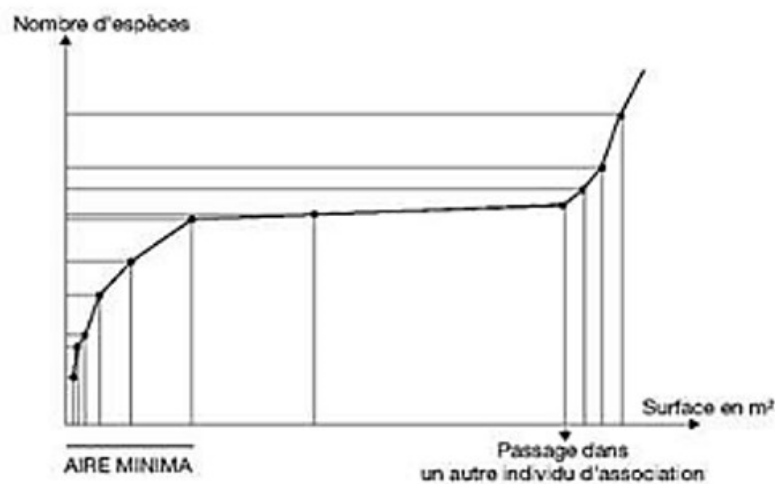
Pour définir la représentativité de l'échantillon végétal, il existe plusieurs méthodes qui convergent toutes vers la détermination de « l'aire minimale ». La surface à échantillonner est toutefois variable, suivant le type de végétation, mais doit être au moins égale à l'aire minimale qui est définie au moyen de la courbe «aire - espèce» (GOUNOT, 1969).

Ainsi dès 1932, Chouard a cherché à définir l'aire minimale, à partir du nombre d'espèces par placette, il en a déduit que l'aire minimale serait alors l'aire « où l'on a le plus de chance de trouver la totalité des espèces du peuplement à 10 % près ». **DU.RIETZ (1932)**, a lui aussi défini l'aire minimale comme étant « l'aire pour laquelle le nombre de constantes est stabilisé ». Cette conception des constantes chez **DU.RIETZ** a fait l'objet de nombreuses critiques, où il semblerait que cela ne se vérifie pas expérimentalement dans la plupart des types de végétation. Selon **GOUNOT (1969)**, l'aire minimale serait « l'aire sur laquelle la quasi-totalité des espèces de la communauté végétale sont représentées ».

4.2.1 Taille de l'aire minimale

L'ordre de grandeur de cette aire dépend de la nature de l'association. Il est de:

- 100 à 200 m² pour des peuplements forestiers;
- 20 à 100 m² pour des peuplements de landes;
- 10 à 20 m² pour des peuplements de prairies ;
- 1 à 5 m² pour des peuplements de tourbières ;
- Quelques cm² pour des groupements de rochers.



(ALEXANDRE & GENIN, 2011)

Figure 15 : courbe de l'aire minimale (ALEXANDRE & GENIN, 2011)

Pour notre cas l'aire minimale a consisté à un échantillonnage complet au niveau de site choisi dans une superficie qui varie entre 100 à 200 m².

4.3 Abondance-dominance

Pour caractériser un milieu, on ne se contente pas de faire le relevé des essences rencontrées. Toutes les plantes n'ont en effet pas la même importance. Si le nombre d'individus est un critère de représentation, le développement de chaque espèce dans le milieu doit également être pris en considération.

C'est une expression de l'espace relatif, occupé par l'ensemble des individus de chaque espèce, autrement dit, l'abondance est la proportion relative des individus d'une espèce donnée et la dominance, la surface couverte par cette espèce.

L'échelle la plus couramment utilisée est celle de Braun - Blanquet (1951):

- +: simplement présente (recouvrement et abondance très faibles) ;
- 1 : abondance mais recouvrement faible ;
- 2 : très abondante ou recouvrement > 5 % ;
- 3 : recouvrement de 25 à 50 % ;
- 4 : recouvrement de 50 à 75 % ;
- 5 : recouvrement > 75 %

4.4 Sociabilité

Elle se traduit par un coefficient défini dans une échelle à 5 indices, également proposée par Braun - Blanquet (1951):

- 1: individus isolés ;
- 2: individus en groupes ;
- 3 : individus en troupes ;
- 4 : individus en petites colonies ;
- 5 : individus en peuplements.

Cette échelle donne une idée de la disposition des individus de l'espèce considérée, suivant qu'ils sont serrés les uns contre les autres ou bien dispersés. La sociabilité est en réalité, la tendance au groupement des individus d'une espèce.



Figure 16 : Photo des échantillons floristiques de chaque station

Nos relevés au nombre de 12, ont été réalisés dans diverses parties selon leur représentativité qu'on voulait la plus proche de l'ensemble de l'écosystème forestier de l'Akfadou. Pour cela nous avons sollicité l'aide des forestiers qui connaissent le massif forestier dans ses moindres recoins en basant sur la méthode d'échantillonnage subjectif. Il nous faut noter que ces relevés n'ont pas concernés les stations dont la composante végétale est constituée d'espèces introduites à l'exemple du cèdre, car faut-il le noter ces espèces introduites ne cadrent pas avec l'objectif de notre travail.

Au niveau de chaque station échantillonnée il a été relevé la liste de toutes les espèces, avec pour chacune d'elles, notation de l'abondance-dominance, de la sociabilité, ainsi que des indications géographiques et écologiques sommaires (localisation, altitude, exposition, pente, taux de recouvrement, surface etc...).

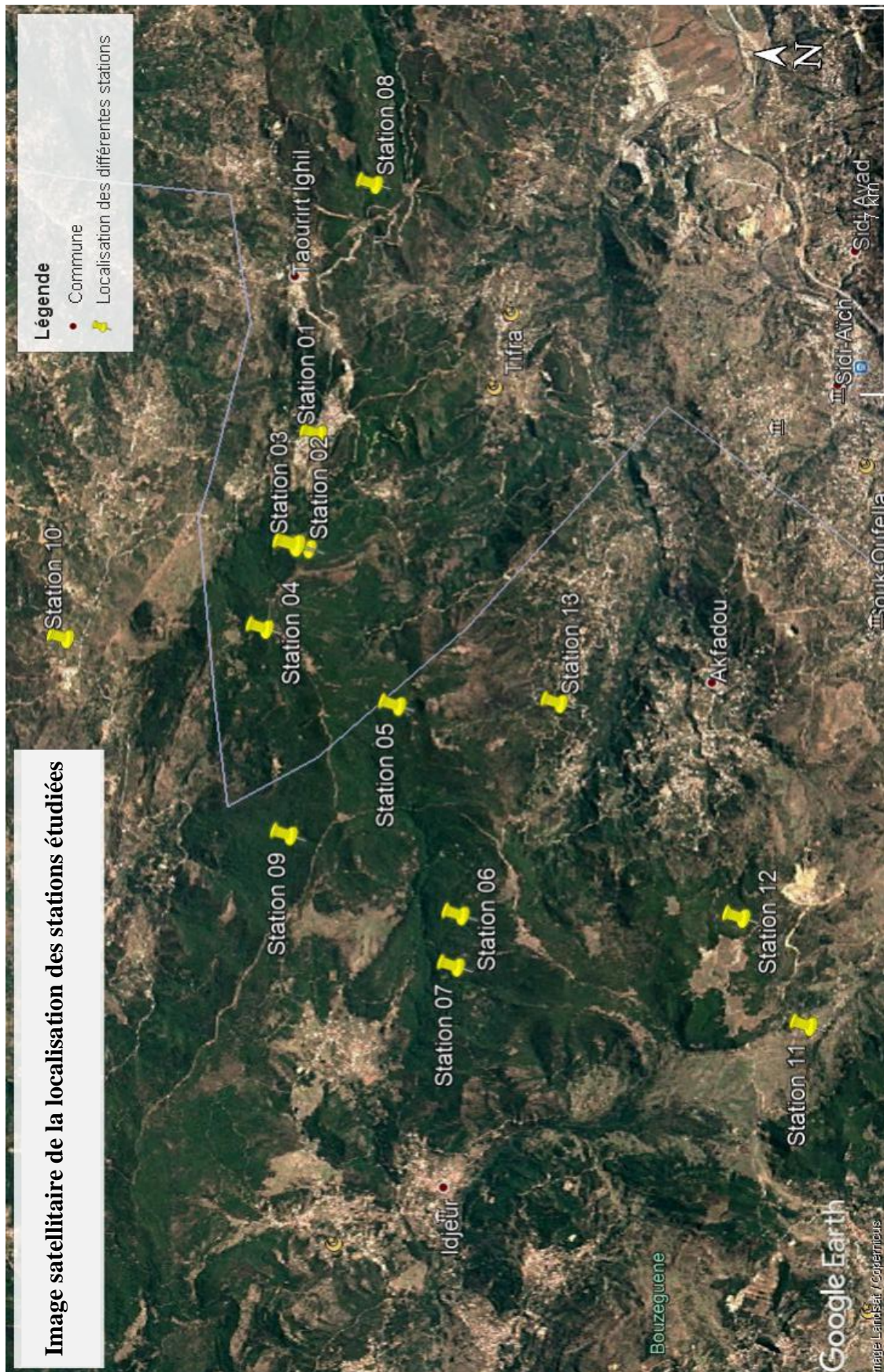


Figure 17: image satellitaire de la localisation des différentes stations étudiées.
(Source : Google Earth).

Chapitre III

Résultats et Discussions



Chapitre III : Résultats et discussion

1 Résultats

Après avoir effectué plusieurs sorties sur terrain nous avons pu obtenir les résultats suivants :

1.1 Présentation et interprétation

➤ Station 01

Tableau 04 des caractéristiques de la Station 01

Station 01		
Groupement	<i>Quercus suber</i> fermé	
Date	12.04.2021	
Caractéristiques	Recouvrement :	80 %
	Altitude :	1054 m
	Exposition :	N/E
	Coordonnées :	36°41'30.07"N 4°40'3.73"E
	Pente :	15% à 20%



Figure 18 : Station 01 du groupement de *Quercus suber* fermé (Photo originale)

Station 01 (commune d'Adekkar) : Groupement à *Quercus suber* fermé avec un recouvrement de 80%, occupant une exposition nord-est, sur une pente faible à variable de (10 à 20%), avec une altitude de 1054m. dominé par *Cytisus triflorus* Lam. (25%). (Figure 19)

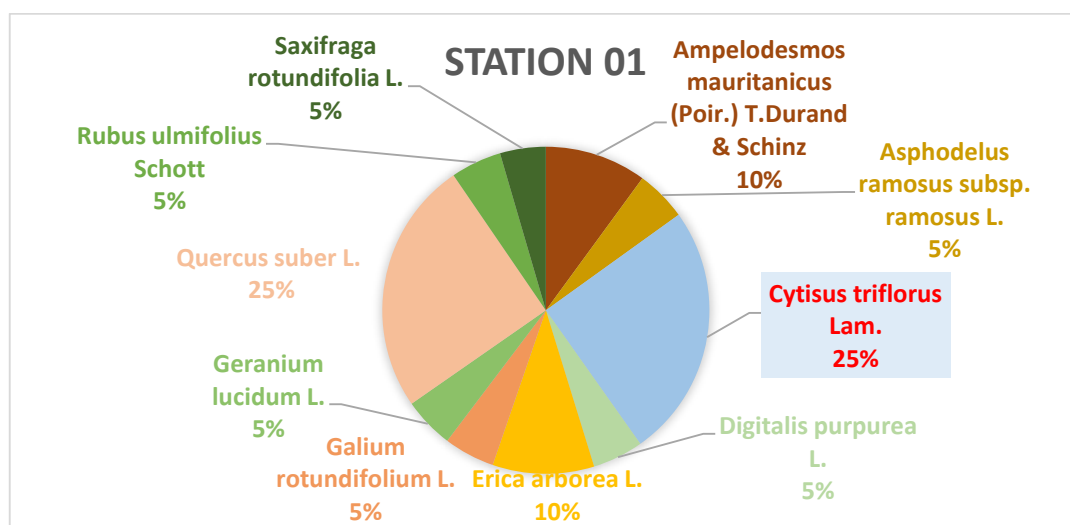


Figure 19 : Spectre des contributions spécifiques de la station 01

➤ Station 02

Tableau 05 des caractéristiques de la Station 02

Station 02		
Caractéristiques	Groupement	<i>Quercus canariensis</i> à <i>Ferula communis</i>
	Date	12.04.2021
	Recouvrement :	60%
	Altitude :	1250 m
	Exposition :	N.E
	Coordonnées :	36°41'30.36"N 4°38'40.00"E
	Pente :	25% à 30%



Figure 20 : Station 02 du groupement *Quercus Canariensis* à *Ferula communis*. (Photo originale)

Station 02 (commune d'Adekkar) : Groupement mixte *Quercus canariensis* et *Quercus afares* ouvert avec un recouvrement de 60%, occupant une exposition nord-est, sur une pente variable de (25 à 30%), avec une altitude de 1250m. (*Quercus afares* est une espèce endémique de la région), dominé par *Ferula communis* (17%). (Figure 20)

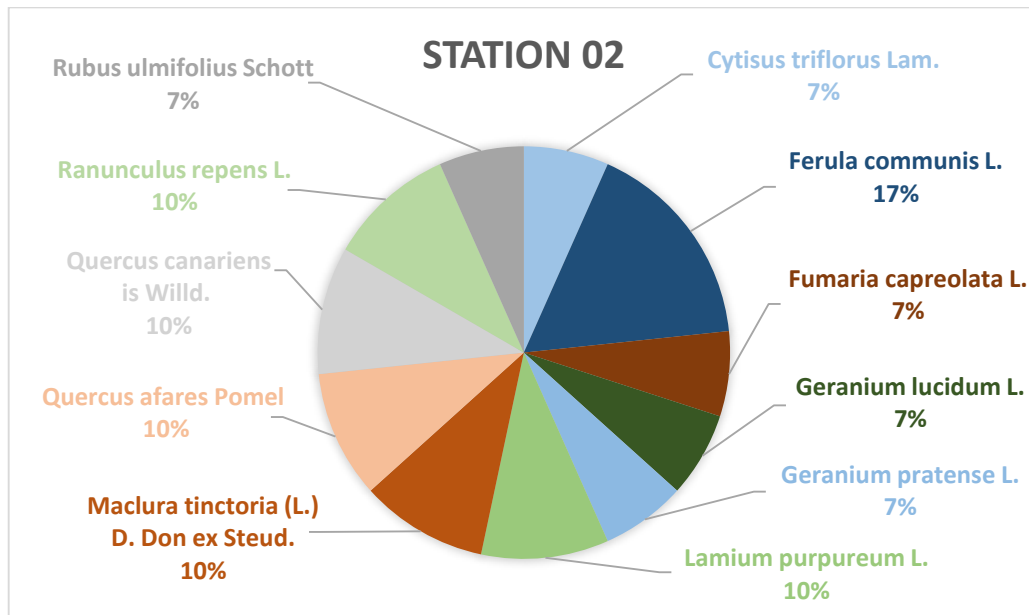


Figure 21 : Spectre des contributions spécifiques de la station 02

➤ Station 03

Tableau 06 des caractéristiques de la Station 03

Station 03		
Caractéristiques	Groupement	<i>Quercus canariensis</i> à <i>Cytisus triflorus</i>
	Date	12.04.2021
	Recouvrement :	80%
	Altitude :	1255 m
	Exposition :	N.E
	Coordonnées :	36°41'35.58"N 4°38'41.28"E
	Pente :	25% à 30%

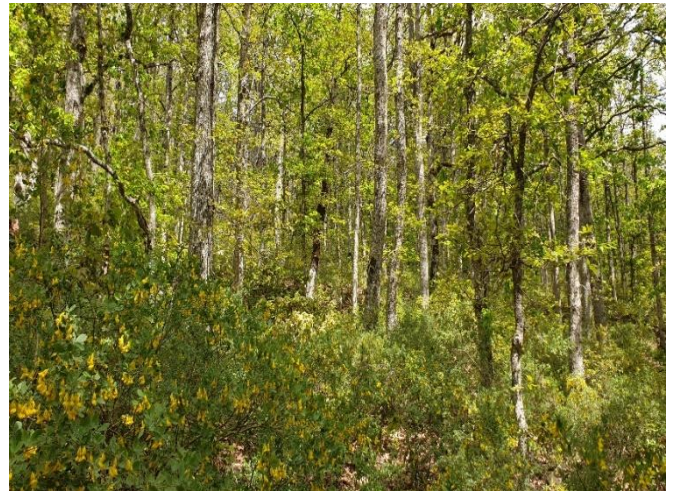


Figure 22 : Station 03 du groupement *Quercus Canariensis* à *Cytisus triflorus* (Photo originale)

Station 03 (commune d’Adekkar) : Groupement *Quercus canariensis* fermé avec un recouvrement de 80%, occupant une exposition nord-est, sur une pente variable de (25 à 30%), avec une altitude de 1255m. dominé par le *Cytisus triflorus Lam* (28%). (Figure 23).

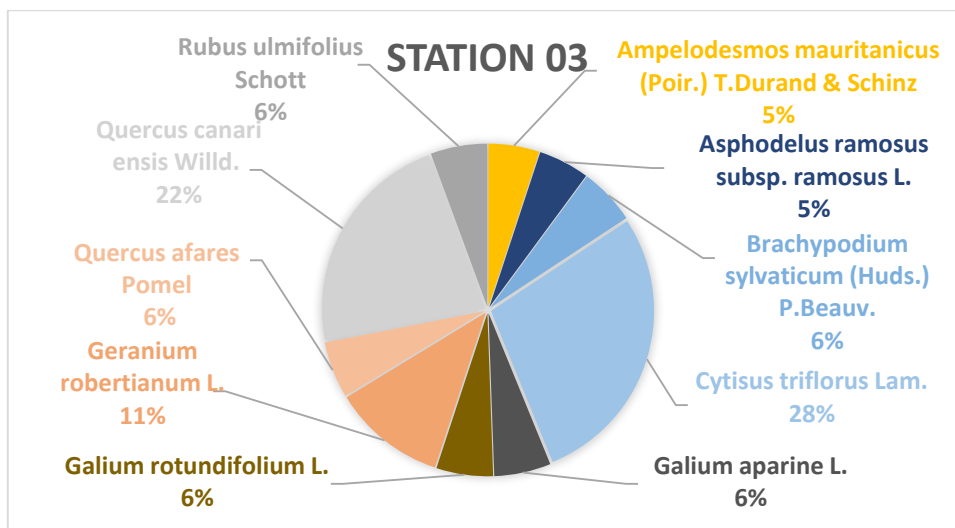


Figure 23 : Spectre des contributions spécifiques de la station 03

➤ Station 04 :

Tableau 07 des caractéristiques de la station 04

Station 04		
Caractéristiques	clairière à pelouse de montagne	tapis <i>Asphodelus ramosus subsp. ramosus L</i>
	Date	12.04.2021
	Recouvrement :	nul
	Altitude :	1440 m
	Exposition :	Terrain plat
	Coordonnées :	36°41'49.48"N 4°37'40.35"E
	Pente :	(plat)



Figure 24 : Photo de la 4ème station montre un tapis d'*Asphodelus ramosus subsp. ramosus L*. (Photo originale)

Station 04 : Une clairière à pelouse de montagne présente un tapis *Asphodelus ramosus subsp. ramosus L* (20%), suivi par *Genista tricuspidata Desf* (16%) (figure 25) sur un terrain plat où les traces de pâturage sont bien visibles ; le recouvrement est nul, et la pente aussi, l'altitude de 1440m.

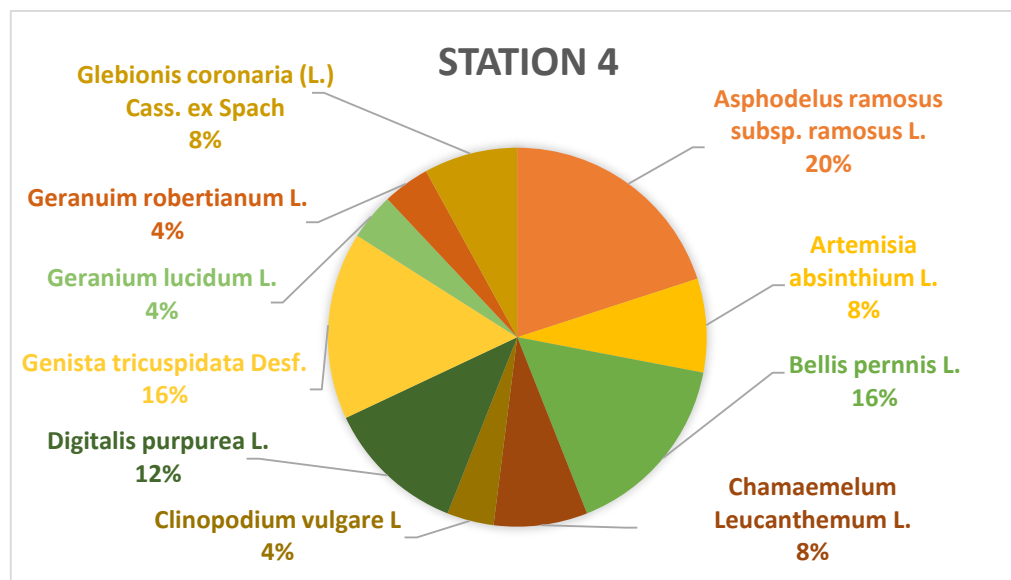


Figure 25 : Spectre des contributions spécifiques de la station 04

➤ Station 05 :

Tableau 08 des caractéristiques de la Station 05

Station 05		
Caractéristiques	Groupement	<i>Quercus canariensis</i> à <i>Acer obtusatum</i>
	Date	20.04.2021
	Recouvrement :	90%
	Altitude :	1430 m
	Exposition :	N.O
	Coordonnées :	36°40'34.55"N 4°36'52.49"E
	Pente :	35% à 40%



Figure 26 : Photo de la 5^{ème} station présente le groupement *Quercus canariensis* à *Acer obtusatum* (originale)

Station 05 : Groupement mixte *Quercus canariensis* à *Acer obtusatum* avec un recouvrement de 90%, occupant une exposition nord-Ouest, sur une pente moyennement élevée de (35 à 40%), avec une altitude de 1430m. On a noté la présence d'un cours d'eau.

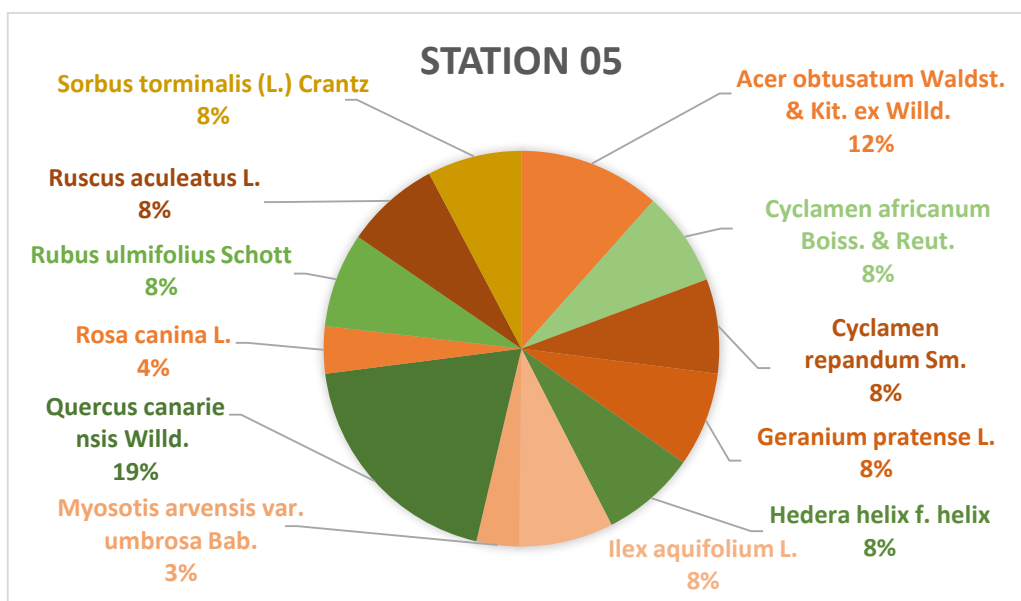


Figure 27 : Spectre des contributions spécifiques de la station 05

➤ Station 06 :

Tableau 09 des caractéristiques de la Station 06

Station 6		
Caractéristiques	Groupement	<i>Taxus baccata</i>
	Date	20.04.2021
	Recouvrement :	20%
	Altitude :	1240 m
	Exposition :	N.E
	Coordonnées :	36°39'51.52"N 4°34'26.42"E
	Pente :	35% à 40%

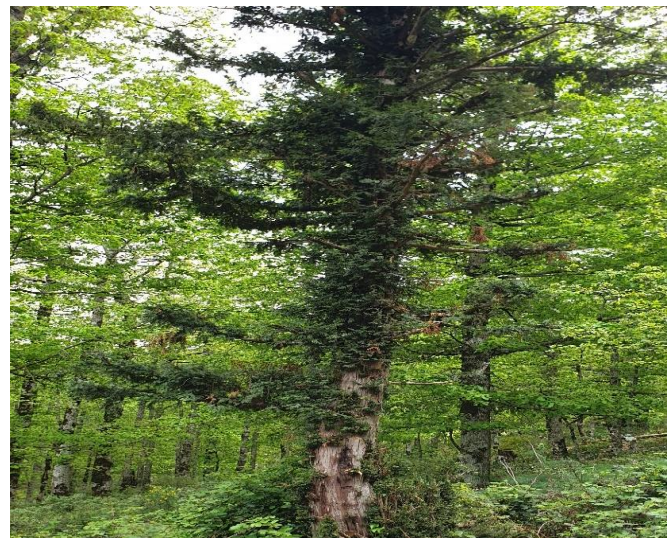


Figure 28 : Photo originale de la 6ème station présente la dégradation de *Taxus baccata*

Station 6 (commune d’Idjeur) : Groupement *Taxus baccata* ouvert dans un état dégradé avec un recouvrement de 20%, occupant une exposition nord-est, sur une pente moyennement élevée de (35 à 40%), avec une altitude de 1240m. cette station est connue sous le nom de la fontaine des Ifs. On a remarqué le captage de la source d’eau (présence de l’activité anthropique).

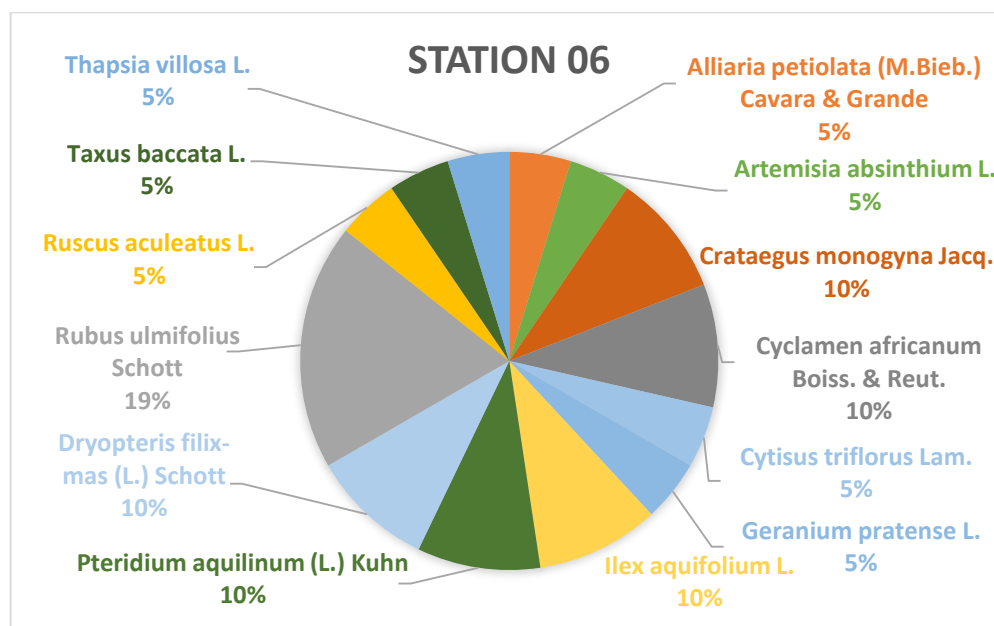


Figure 29 : Spectre des contributions spécifiques de la station 06

➤ Station 07 :

Tableau 10 des caractéristiques de la Station 07

Station 7		
Caractéristiques	Groupement	<i>Quercus canariensis</i> à <i>Erica arborea</i>
	Date	20.04.2021
	Recouvrement :	60%
	Altitude :	1200 m
	Exposition :	N.O
	Coordonnées :	36°39'86.36"N
		4°33'81.40"E
	Pente :	25% à 30%



Figure 30: Photo de la 7ème station dont la régénération du groupement *Quercus canariensis* à *Erica arborea* (originale)

Station 07 : Groupement *Quercus canariensis* à *Erica arborea* dont le *Quercus Canariensis* est en état de régénération avec un recouvrement de 60%, occupant une exposition nord-Ouest, sur une pente moyenne de (25 à 30%), avec une altitude de 1200m.

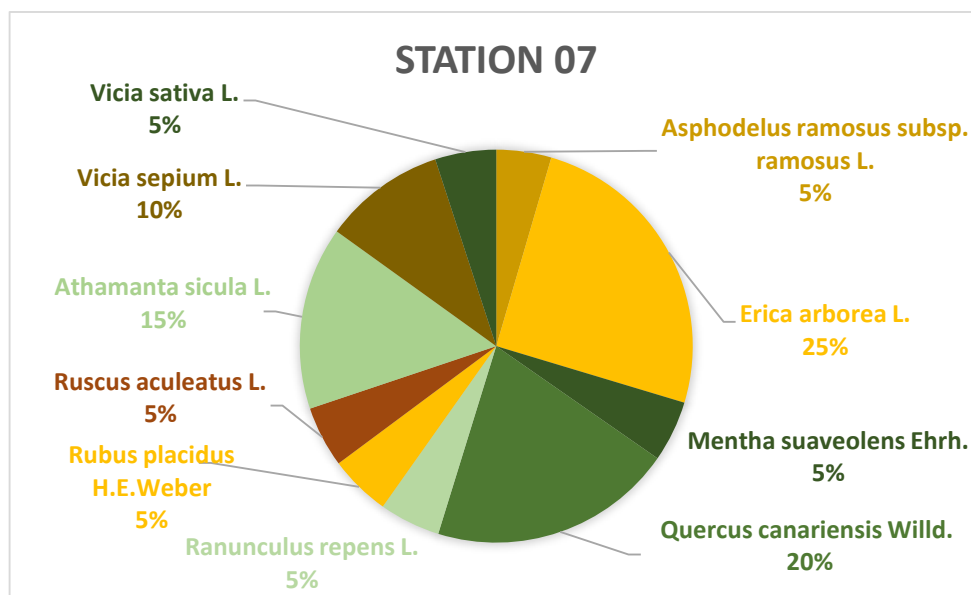


Figure 31 : Spectre des contributions spécifiques de la station 07

➤ Station 06 :

Tableau 11 des caractéristiques de la Station 06

		Station 8
Caractéristiques	Groupement	<i>mixte Quercus canariensis</i> et <i>Quercus suber</i>
	Date	29.04.2021
	Recouvrement :	90%
	Altitude :	770 m
	Exposition :	N.E
	Coordonnées :	36°41'10.43"N 4°43'11.55"E
	Pente :	35% à 40%



Figure 32 : Photo de la 8ème station d'un groupement mixte *Quercus canariensis* et *Quercus suber* (Originale)

Station 08 (commune de Tifra) : Groupement mixte *Quercus canariensis* et *Quercus suber* fermé avec un recouvrement de 90%, occupant une exposition nord-est, sur une pente variable de (35 à 40%), avec une altitude de 770m. dans cette station le peuplement n'est pas pur. La compétition entre ces 2 espèces est notable à travers l'inversement de leurs étage bioclimatique.

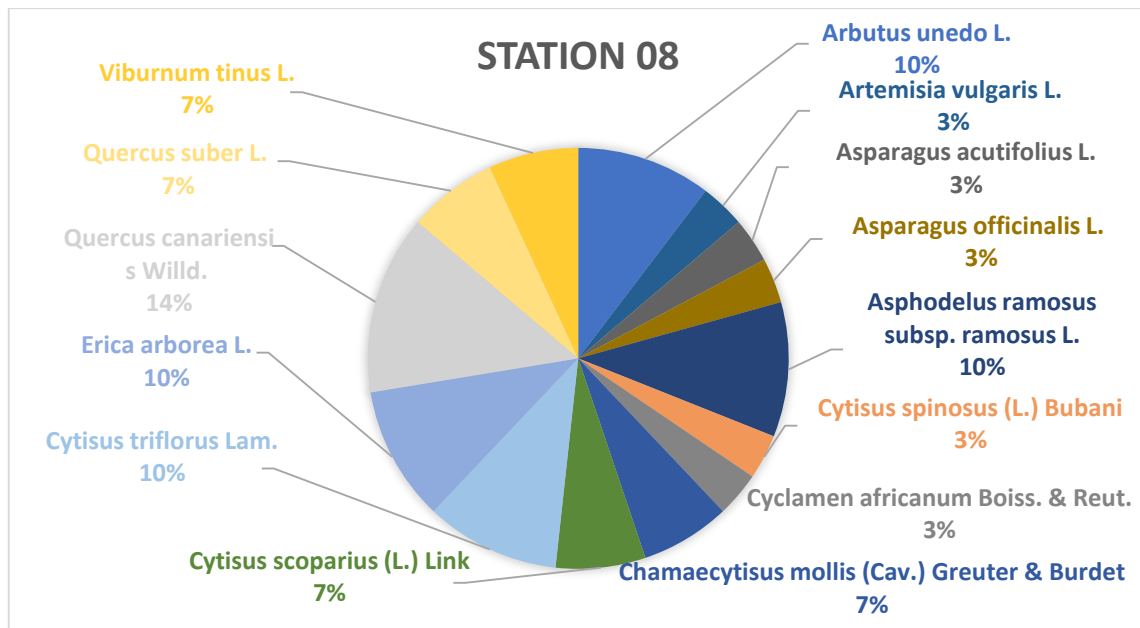


Figure 33 : Spectre des contributions spécifiques de la station 08

➤ Station 09 :

Tableau 12 des caractéristiques de la Station 09

Station 09		
Caractéristiques	Groupement	<i>Acer obtusatum</i> _et <i>Alnus glutinosa</i>
	Date	29.04.2021
	Recouvrement :	80%
	Altitude :	1270 m
	Exposition :	N
	Coordonnées :	36°41'28.62"N 4°35'14.70"E
	Pente :	35% à 40%



Figure 34 : Photo de la station 09 montre la dominance de *Sambucus ebulus L*

Station 09 (commune d’Idjeur) : Groupement des ripisylves, mixte à *Acer obtusatum*_et *Alnus glutinosa*_avec un recouvrement de 80%, occupant une exposition nord, sur une pente moyenne à forte de (35 à 40%), avec une altitude de 1270m. dominé par *Sambucus ebulus L* 16%. (Figure 35)

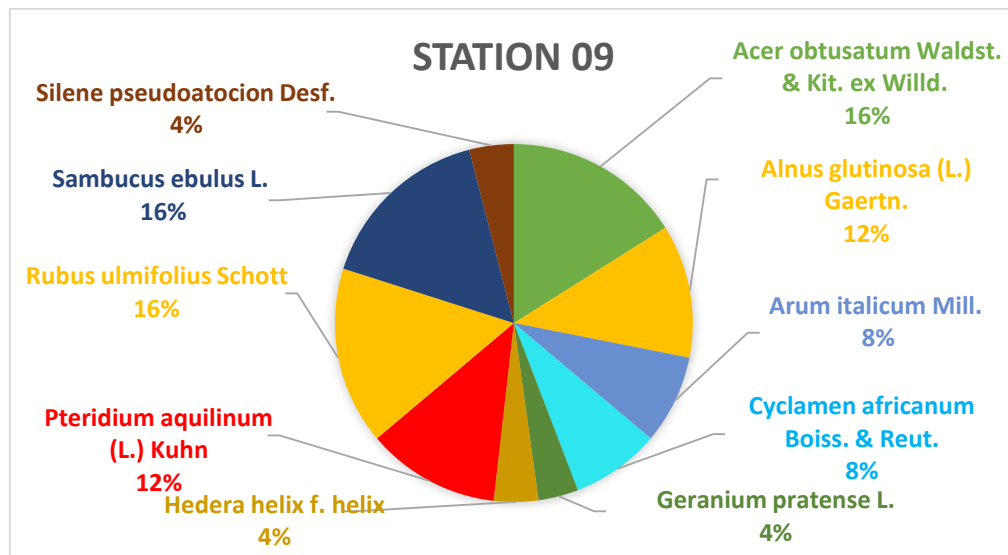


Figure 35 : Spectre des contributions spécifiques de la station 09

➤ Station 10 :

Tableau 13 des caractéristiques de la Station 10

Station 10		
Caractéristiques	Groupement	<i>Ampelodesmos mauritanicum</i> à <i>Cytisus spinosus</i>
	Date	29.04.2021
	Recouvrement :	nul
	Altitude :	1010 m
	Exposition :	N.O
	Coordonnées :	36°43'41.33"N 4°37'23.99"E
	Pente :	25% à 30%



Figure 36 : Photo de la station 10 d'*Ampelodesmos mauritanicum* à *Cytisus spinosus*

Station 10 (commune d'Adekkar) : Groupement mixte de *Ampelodesmos mauritanicum* et *Cytisus spinosus* ouvert dans un état dégradé, avec un recouvrement nul, occupant une exposition nord-Ouest, sur une pente moyenne (25 à 30%), et une altitude de 1010m

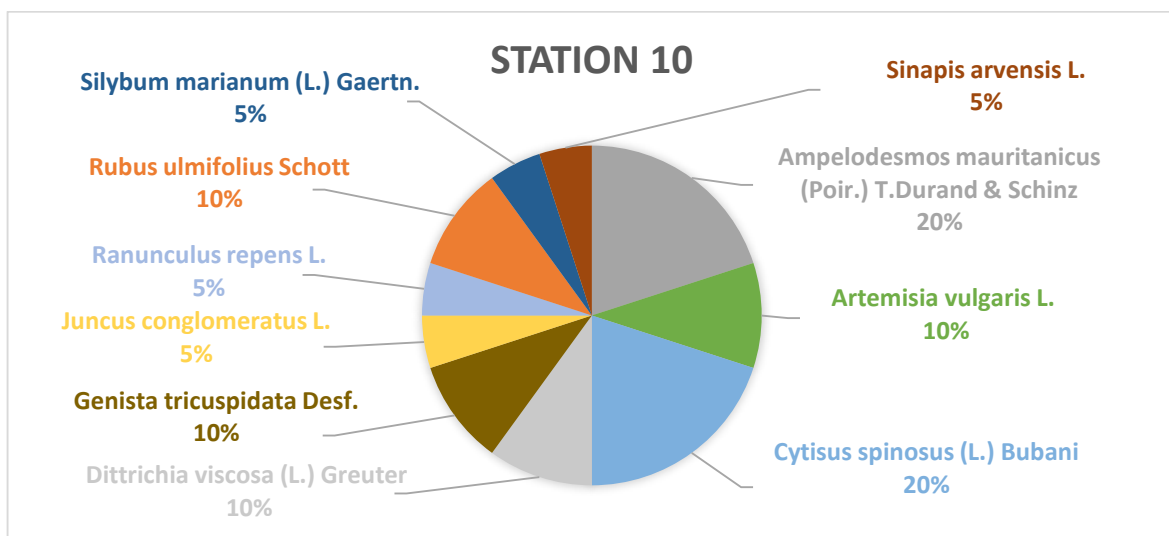


Figure 37 : Spectre des contributions spécifiques de la station 10

➤ Station 11:

Tableau 14 des caractéristiques de la Station 11

Station 11		
Caractéristiques	Numéro du relevé	11
	Date	03.05.2021
	Recouvrement :	80%
	Altitude :	1220 m
	Exposition :	N.E
	Coordonnées :	36°36'36.71"N 4°33'24.94"E
	Pente :	5% à 10%



Figure 38 : Photo de la station 11 du groupement *Quercus ilex* pur (Originale).

Station 11 : Groupement à *Quercus ilex* pur (15%) avec un recouvrement de 80%, occupant une exposition nord-est, sur une pente faible (5 à 10%), avec une altitude de 1220m.

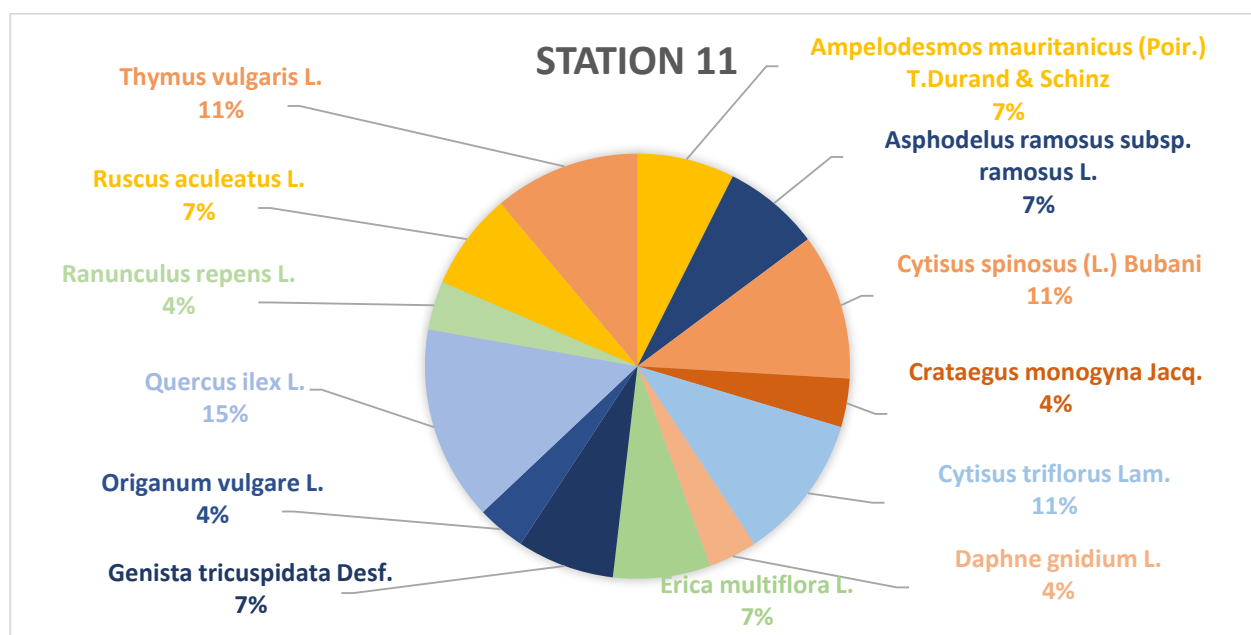


Figure 39 : Spectre des contributions spécifiques de la station 11

➤ Station 12 :

Tableau 15 des caractéristiques de la Station 12

Station 12		
Caractéristiques	Groupement	<i>Quercus suber</i> pur
	Date	03.05.2021
	Recouvrement :	60%
	Altitude :	886m
	Exposition :	E
	Coordonnées :	36°39'5.53"N 4°37'2.14"E
	Pente :	45% à 50%



Figure 40 : Photo de la station 12 d'un groupement à *Quercus suber* pur

Station 12 : Groupement à *Quercus suber* pur avec un recouvrement de 60%, occupant une exposition Est, sur une pente forte (45 à 50%), dans une altitude de 886m. en comparaison avec le premier groupement dans la première station celui-ci est dominé par *Erica arborea* (17%). (Figure 41)

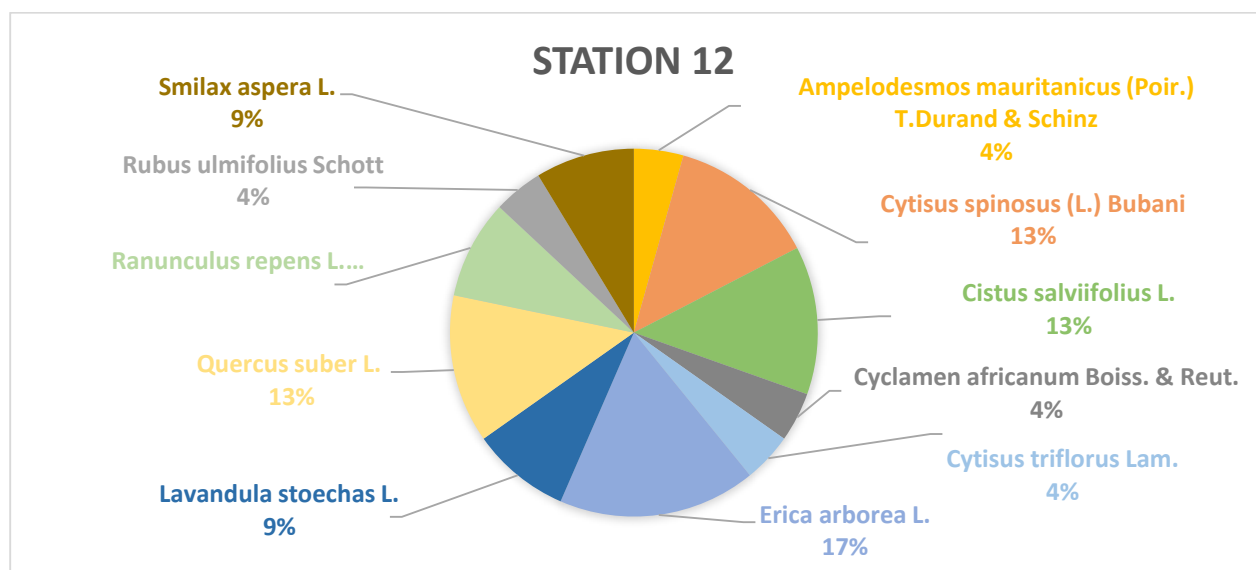


Figure 41: Spectre des contributions spécifiques des abondances des espèces de la station 12

1.2 Liste des espèces rencontrées (inventaire non exhaustif)

La composition du tapis végétal reflète avec précision les conditions écologiques qui caractérisent le biotope. A chaque biotope correspond une liste des espèces qui composent ce tapis végétal. Les espèces inventoriées sont détaillées dans le tableau 16

Tableau 16 Récapitulatif de l'inventaire espèces et leurs familles rencontrées au niveau des 12 stations étudiées

Familles	Noms scientifiques
Adoxaceae	<i>Sambucus ebulus L.</i>
	<i>Viburnum tinus L.</i>
Apiaceae	<i>Ferula communis L.</i>
	<i>Thapsia villosa L.</i>
	<i>Athamanta sicula L.</i>
Aquifoliaceae	<i>Ilex aquifolium L.</i>
Araceae	<i>Arum italicum Mill.</i>
Asparagaceae	<i>Asparagus acutifolius L.</i>
	<i>Asparagus officinalis L.</i>
	<i>Ruscus aculeatus L.</i>
	<i>Ruscus hypoglossum L.</i>
Asteraceae	<i>Artemisia absinthium L.</i>
	<i>Artemisia vulgaris L.</i>
	<i>Bellis perennis L.</i>
	<i>Carduus nutans L.</i>
	<i>Leucanthemum vulgare Lam.</i>
	<i>Glebionis coronaria (L.) Cass. ex Spach</i>
	<i>Dittrichia viscosa (L.) Greuter</i>
	<i>Silybum marianum (L.) Gaertn.</i>
Betulaceae	<i>Alnus glutinosa (L.) Gaertn.</i>
Boraginaceae	<i>Myosotis arvensis var. umbrosa Bab.</i>
Brassicaceae	<i>Alliaria petiolata (M.Bieb.) Cavara & Grande</i>
	<i>Sinapis arvensis L.</i>
Caryophyllaceae	<i>Silene pseudoatocion Desf.</i>
Cistaceae	<i>Cistus salviifolius L.</i>
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris filix-mas (L.) Schott</i>
Ericaceae	<i>Arbutus unedo L.</i>
	<i>Erica multiflora L.</i>
	<i>Erica arborea L.</i>
Fabaceae	<i>Cytisus spinosus (L.) Bubani</i>
	<i>Chamaecytisus mollis (Cav.) Greuter & Burdet</i>
	<i>Cytisus scoparius (L.) Link</i>
	<i>Cytisus triflorus Lam.</i>
	<i>Genista tricuspida Desf.</i>
	<i>Vicia sepium L.</i>

	<i>Vicia sativa L.</i>
Fagaceae	<i>Quercus afares Pomel</i>
	<i>Quercus canariensis Willd.</i>
	<i>Quercus suber L.</i>
	<i>Quercus ilex L.</i>
Geraniaceae	<i>Geranium lucidum L.</i>
	<i>Geranium pratense L.</i>
	<i>Geranium robertianum L.</i>
Juncaceae	<i>Juncus conglomeratus L.</i>
Lamiaceae	<i>Clinopodium vulgare L.</i>
	<i>Lamium purpureum L.</i>
	<i>Lavandula stoechas L.</i>
	<i>Mentha suaveolens Ehrh.</i>
	<i>Origanum vulgare L.</i>
	<i>Thymus vulgaris L.</i>
Moraceae	<i>Maclura tinctoria (L.) D. Don ex Steud.</i>
Papaveraceae	<i>Fumaria capreolata L.</i>
Plantaginaceae	<i>Digitalis purpurea L.</i>
Poaceae	<i>Ampelodesmos mauritanicus (Poir.) T.Durand & Schinz</i>
	<i>Brachypodium sylvaticum (Huds.) P.Beauv.</i>
Primulaceae	<i>Cyclamen africanum Boiss. & Reut.</i>
	<i>Cyclamen repandum Sm.</i>
Pteridaceae	<i>Pteridium aquilinum (L.) Kuhn</i>
Ranunculaceae	<i>Ranunculus parviflorus L.</i>
	<i>Ranunculus repens L.</i>
Rosaceae	<i>Crataegus monogyna Jacq.</i>
	<i>Rosa canina L.</i>
	<i>Rubus placidus H.E.Weber</i>
	<i>Rubus ulmifolius Schott</i>
	<i>Sorbus torminalis (L.) Crantz</i>
Rubiaceae	<i>Galium aparine L.</i>
	<i>Galium rotundifolium L.</i>
Sapindaceae	<i>Acer obtusatum Waldst. & Kit. ex Willd.</i>
Saxifragaceae	<i>Saxifraga rotundifolia L.</i>
Smilacaceae	<i>Smilax aspera L.</i>
Taxaceae	<i>Taxus baccata L.</i>
Thymelaeaceae	<i>Daphne gnidium L.</i>
Xanthorrhoeaceae	<i>Asphodelus ramosus subsp. ramosus L.</i>
Araliaceae	<i>Hedera helix f. helix</i>

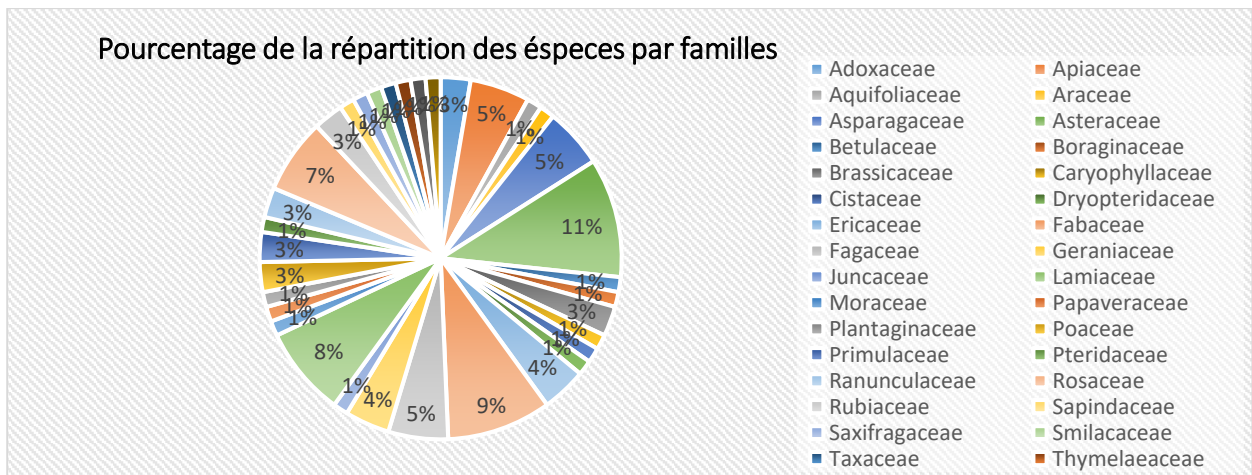


Figure 42: Représentation graphique de la répartition des espèces rencontrées par familles

La répartition des espèces en fonction de leurs familles a montré que les familles les plus représentées sont : la famille des Asteraceae, et des Fabacées avec 11% et 9%, suivies par la famille des Lamiaceae et Rosaceae qui sont moyennement représentées avec 8% et 7% et le restes des familles sont faiblement représentées avec un pourcentage qui varie entre 1% et 5%.

1.3 Différenciation entre les stations d'études

Pour ressortir les différences nettes au niveau des stations échantillonnées, en effet outre les différences dans les relevés floristiques, on note aussi les différences dans les pourcentages des indices d'Abondance-Dominance des espèces dans chaque station, par exemple le cas de *Ampelodesmos mauritanicus* dont le pourcentage de sa dominance varie de 9% (S3) à 41% (S10), ceci montre la différence entre l'état écologique des stations (Figure 40) ainsi le cas d'*Asphodelus ramosus* subsp. *ramosus* L (Figure 41).

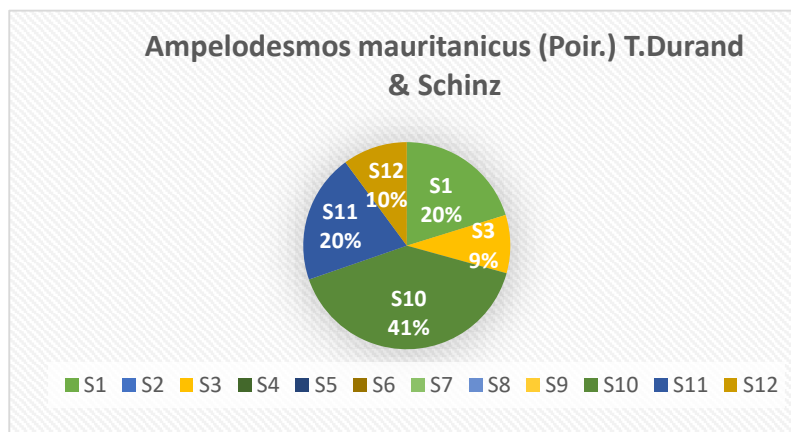


Figure 43: Représente le pourcentage de la répartition d'*Ampelodesmos mauritanicus* dans les stations étudiées.

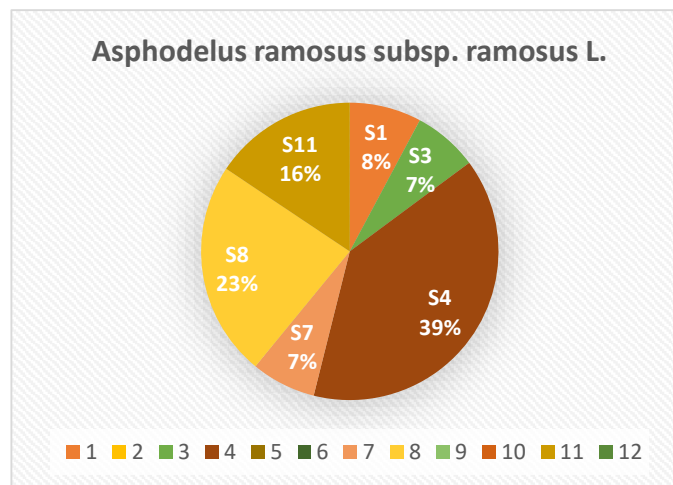


Figure 44: Représente le pourcentage de la répartition d'*Ampelodesmos mauritanicus* et d'*Asphodelus ramosus* dans les stations étudiées

1.4 Espèces bio-indicatrices

Au niveau de chaque station, nous avons fait appel à trois types des bio-indicateurs, à même de nous permettre une compréhension de l'état (statut) écologique ou bioécologique rencontré dans les 12 stations étudiées.

Selon **Ramage et Ravary (2015)** trois grands types d'indicateurs de l'état des milieux naturels sont reconnus :

- **Les indicateurs de biodiversité** : sont représentés par un petit nombre de groupes taxonomiques sélectionnés pour servir d'indicateurs de biodiversité. La richesse spécifique ou la diversité de ces groupes taxonomiques se veut alors représentative de la richesse spécifique ou de la diversité des autres groupes taxonomiques au sein du même écosystème (AGOSTI et al. 2000).
- **Les indicateurs écologiques** : ont pour objectif d'analyser l'impact des activités humaines sur la biodiversité, en particulier celui des changements environnementaux liés à la fragmentation des milieux ou l'altération des habitats, exemple des feux de forêt et des coupes illicites.
- **Les indicateurs environnementaux** : c'est un taxon (ou un ensemble de taxons) qui répond de façon prévisible à un changement majeur de l'environnement, qu'il soit produit par une pollution chronique ou même dû au réchauffement climatique.

Dans notre étude nous sommes basés principalement sur l'utilisation des espèces caractéristiques pour chaque station, ainsi par les trois types des bio-indicateurs cités précédemment.

Le tableau suivant reprend les 12 stations étudiées :

Tableau 17 récapitulatif des espèces bio-indicatrices et leurs indications dans les différentes stations étudiées

Espèces caractéristiques	station	type du bio indicateur	bio-indications	l'état de la station
<i>Cytisus triflorus</i>	S1	Ind- Biodiversité	Equilibré et riche	vigoureux
	S3	Ind- Biodiversité	Equilibré et riche	vigoureux
<i>Ferula communis</i>	S2	Ind - Ecologique	Incendie récent	Dégradé
			Surpâturage	Dégradé
<i>Asphodelus microcarpus</i>	S4	Ind - Ecologique	Surpâturage	Dégradé
<i>Quercus ilex L.</i>	S11	Ind - Ecologique	traces de paturage	Début de dégradation
<i>Genista tricuspidata Desf</i>	S4	Ind - Ecologique	Surpâturage	Dégradé
	S10	Ind - Ecologique	Incendie	Dégradé
<i>Ampelodesmos mauritanicus (Poir)</i>	S10	Ind - Ecologique	Incendie	Dégradé
<i>Cytisus spinosus (L) Bubani</i>	S10	Ind - Ecologique	Incendie	Dégradé
<i>Erica arborea</i>	S7	Ind- Biodiversité et écologique	Régénération après	Dégradé en voie de régénération avec menace d'incendie
	S12	Ind- Biodiversité et écologique	un ancien incendie	
<i>Taxus Baccata</i>	S06	Ind- Environnemental	Richesse en eau	Humide riche en eau mais Dégradé
		Ind- Ecologique	Captage abusif de la source	
<i>Acer obtusatum</i>	S5	Ind- Environnemental	Richesse en eau	Humide riche en eau
	S9	Ind- Environnemental	Richesse en eau	Humide riche en eau
<i>Alnus glutinosa</i>	S9	Ind- Environnemental	Richesse en eau	Humide riche en eau
<i>Sorbus torminalis (L.) Crantz</i>	S5	Ind- Environnemental	Richesse en eau	Humide riche en eau
<i>Ruscus aculeatus</i>		Ind- Environnemental	Richesse en eau	Humide riche en eau
<i>Ilex aquifolium</i>	S5	Ind- Environnemental	Richesse en eau	Humide riche en eau
	S6	Ind- Environnemental	Richesse en eau	Humide riche en eau
<i>Sambucus ebulus</i>	S9	Ind- Environnemental	Période glacière auparavant	Humide riche en eau avec installation d'un microclimat
<i>Quercus Canariensis Willd / Quercus suber</i>	S8	Ind- Environnemental	Inversement de l'étage de végétation	Présence d'un microclimat

2 Discussion

Nonobstant que les conditions climatiques qui sont indiscutablement un élément de primauté majeur, et partant du principe fondamental que les principaux éléments influençant la végétation (Abondance, Richesse spécifique, distribution) sont la topographie, l'activité anthropique ainsi que le relief, nous avons choisi de catégoriser les stations étudiées en fonction des différents types d'indicateurs de l'état du milieu.

Nous commençons par les indicateurs écologiques qui sont dominants, suivis par les indicateurs de biodiversité, et enfin nous terminons par les indicateurs environnementaux.

2.1 Indicateurs écologiques

Retrouvés au niveau des stations **S2, S4, S6, S10 et S11** présentés par une palette d'indicateur dont le surpâturage, les incendies et le captage abusif des sources d'eau. (Tableau 17)

Au niveau de la **station 02**, on note la dominance de *Ferula communis* (17%) qui indique une dégradation par des incendies récents inférieur à 5ans (propos / information recueillis sur place auprès des forestiers), mais aussi un probable surpâturage dû à une activité humaine incontrôlée aussi signalé par **BABALI (2013)**, ainsi que la présence de l'espèce *Fumaria capreolata L*, traduit des traces de pâturage **QUEZEL (1956)**.

Au niveau de la **station 04** le facies est dominé par *Asphodelus ramosus subsp. ramosus L* (25%) et *Genista tricuspidata Desf* (16%) sur pelouse de montagne sur terrain plat, l'accès de ce site par les animaux a conduit à sa dégradation, **AIMÉ et al (1986)**. **BABALI (2013)** et **BOULAACHEB (2013)** ont déjà signalé que la présence d'*Asphodelus ramosus subsp. ramosus L* est un bon indicateur du milieu dégradé par une intense activité de pâturage, et **QUEZEL (1956)** a noté que *Genista tricuspidata Desf* est un indicateur d'un milieu dégradé.





Figure 45: Photos du tapis d'*Asphodelus ramosus subsp. ramosus* L et la présence de vaches sur site (originales).

Au niveau de la **station 06**, on note la dominance des ripisylves, mais l'état dégradé de *Taxus baccata* laisse indiquer une dégradation du milieu traduit principalement par un captage abusif de la source d'eau, ceci peut amener à un tarissement des ressources hydriques nécessaires au développement de cette espèce.





Figure 46 : Photos 02 et 03 du captage de la source et sa déviation de son itinéraire naturel causant la dégradation du *Taxus baccata* photo 01 (originales).

Au niveau de la **station 10** dominée par *Ampelodesmos mauritanicus* (Poir.) T. Durand & Schinz et *Cytisus spinosus*, indiquant un milieu dégradé probablement par les incendies répétés LARIBI(1999) ; BABALI (2013), ainsi que QUEZEL (1956) a signalé que certains taxons comme *Calycotome spinosa*, *Genista tricuspidata* et *Ampelodesmos mauritanicus* (Poir.) T. Durand & Schinz sont des espèces révélatrices de la dégradation de la couverture arborescente, donc de conditions plus thermohéliophiles.

Au niveau de la **station 11** dominé par le *Quercus ilex* (15%) qui est une des espèces végétales consommées par les troupeaux selon l'étude de Boulaacheb (2013) , aussi beaucoup de plantes aromatiques appréciées par les bétails dont *Tymus vulgaris* L (11%) et *origanum vulgare* (4%)



Figure 47 : Photo du *Tymus vulgaris* (Originale).



Figure 48 : Photo du *Quercus ilex* (Originale).

2.2 Indicateurs de biodiversité

Retrouvés au niveau des stations **S1**, **S3** et **S7**, ces indicateurs se divisent en deux catégories qui sont d'un côté des indicateurs d'un milieu vigoureux selon BNEF (1988), un milieu dit vigoureux est un milieu équilibré et offre une forte richesse spécifique, dans notre cas, ceci est représenté au niveau des stations **S1** et **S3**, d'un autre coté des indicateurs d'un milieu qui tend vers une reprise biologique déclenchée par des conditions écologiques favorables comme le présente les stations **S7** et **S12**

Au niveau de la **station 01** dominés respectivement par le *Quercus suber* (25%) et *Cytisus triflorus* (25%), où la présence de quelques espèces de dégradation est très faible comme *Ampelodesmos mauritanicus* (Poir.) T. Durand & Schinz, *Erica arborea* et l'*Asphodelus ramosus subsp. ramosus* L qui indique à la fois une ancienne dégradation principalement représenté par des incendies, et accessoirement des traces de surpâturages, le bon état de *Quercus suber* et la présence de l'espèce clé représentée par *Cytisus triflorus* indiquant l'état vigoureux de la **station 01**.

Au niveau de la **station 03**, on note beaucoup de similitude avec la station 01, néanmoins on remarque un mélange entre *Quercus canariensis* (22%) *Quercus afares* (6%) et une dominance de *Cytisus triflorus* (28%) et d'après le **BNEF (1988)** le " *Cytisus triflorus* " indique un site ombragé, la présence d'humidité et de fraîcheur aussi de la richesse du sol en humus.

Cependant, sa valeur indicatrice des milieux conservés dominés par des chênaies a été soulignée successivement par ZERAIA (1981) ; WOJTERSKI(1988) ; MEDDOUR (1994) et DAHMANI (1997). Le site paraît équilibré et en bon état, donc exploitable pour divers activités sylvicoles.

La **station 07**, dominée par *Quercus Canariensis* à *Erica arborea*, indique par la présence de cette dernière un milieu anciennement dégradé probablement par des incendies information prise sur place d'un forestier reconnaissant, la présence de nombreux rejets de *Quercus canariensis* laisse penser que le milieu tend vers une reprise biologique facilité par les conditions favorables.

Pour la **station 12** c'est la seule station où on a noté la présence de *Quercus suber* à *Erica arborea* qui probablement indique la dégradation ancienne de cette subéraie HADJADJ-AOUL(1991), cette dégradation est confirmée par la présence d'*Ampelodesmos mauritanicus* (Poir.) T. Durand & Schinz et *Cytisus spinosus* précédemment citées, mais vue la disponibilité des conditions favorables, cette subéraie a régénéré naturellement, D'autres part en remarque dans ce site une augmentation des valeurs de l'abondance de l'*Erica arborea* où elle occupe un espace plus vaste en comparant avec les stations précédentes les causes principales de ce

changement est du suite aux incendies répétés dans une période ancienne information prise sur place d'un forestier reconnaissant de la région, mais cette station a eu la capacité de se régénérer en remarquant le développement des sujets de *Quercus suber*. D'après **DIAZ DELGADO et al (2002)**, on note que l'effet de la récurrence des feux sur la résilience n'est pas détectable jusqu'à plusieurs années après l'incendie ; mais l'augmentation de ce comestible « *Erica Arborea* » qui est une espèce caractérisé par une haute inflammabilité menace le peuplement de la subéraie lors du retour d'un nouvel feu selon l'étude de Schaffhauser en 2012, le recouvrement par *Erica arborea* avait un impact très néfaste sur la diversité fonctionnelle parce que l'espèce avec sa longue durée de vie augmente considérablement les risques d'incendie (**CURET et al., 2011 ; SCHAFFHAUSER et al., 2011**). Cette station et les stations similaires vues leurs hauts degrés d'inflammabilité doivent faire l'objet d'une attention particulière.

2.3 Indicateurs environnementaux

Au niveau de la **station 05**, on note la dominance relative d'*Acer Obtusatum*, suivie par d'autres ripisylves comme *Ruscus aculeatus*, *Ilex aquifolium*, *Hedera helix f.helix* et *Sorbus trominalis (L)*. La présence de toutes ces espèces plaident en faveur d'un milieu humide riche en eau BNEF (1988). **BOULAACHEB (2009, 2013)** note que les conditions hydrologiques sont assez variables au cours de l'année, en relation avec la pluviométrie. Les débits les plus forts sont enregistrés en hiver et à la fonte de la neige, au début du printemps. Les oueds peuvent couler jusqu'au mois de juillet, période où l'eau stagne dans les mouilles. Ils abritent une végétation ligneuse assez remarquable, comportant : *Acer campestre*, *Pyrus communis*, *Salix alba*, *Ulmus campestris*, *Hedera helix*, *Tamus communis*, *Phlomis bovei*.

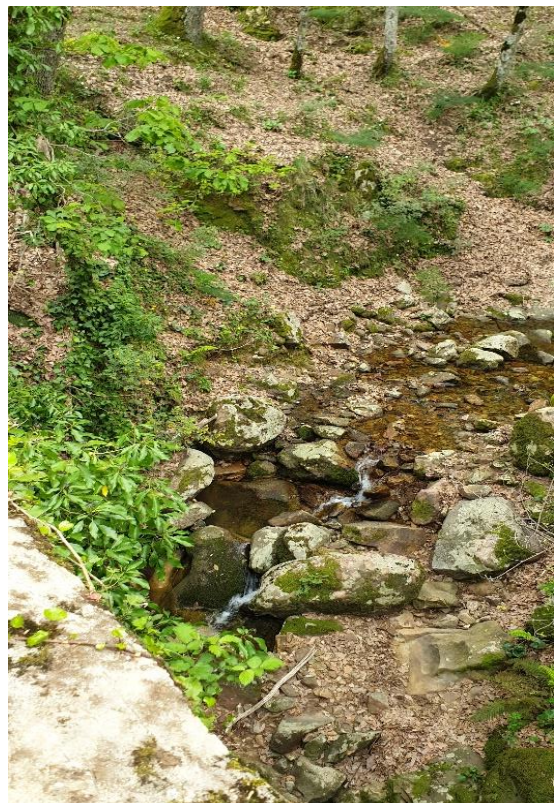
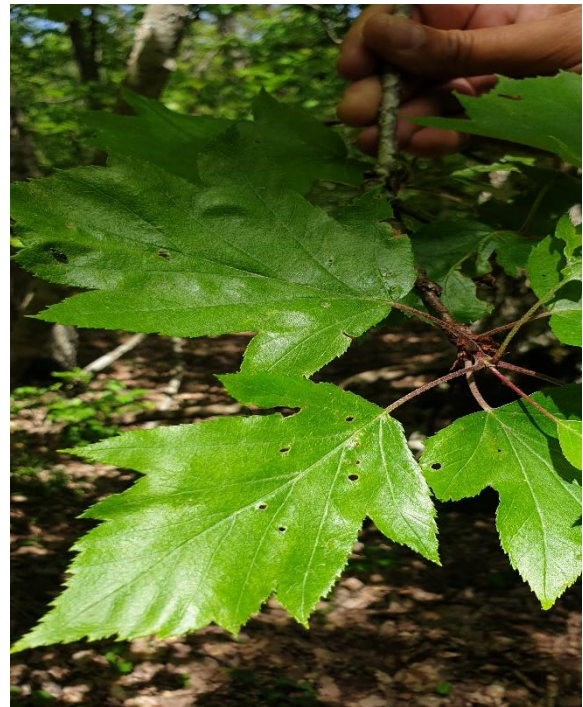


Figure 49: Photo d'un cours d'eau au niveau de la station (originale)



*Figure 50: Photo d’Acer obtusatum
Waldst & Kit.ex Willd (Originale)*



*Figure 51: Photo du Sorbus
trominalis (L) Crantz (Originale)*

Au niveau de **la station 08**, nous remarquons un remplacement de *Quercus suber* (dégradé par les incendies) par le *Quercus canariensis* plus résistant à l’action du feu, ceci nous été confirmé par les forestiers présents sur place, ce cas particulièrement inédit a été relevé pour la première fois dans la forêt de l’Akkfadou, ceci mériterait une étude particulière.

BELKAÏD en 2013 a déjà signalé un cas similaire à notre station d’étude S8 où il a noté qu’au niveau de la forêt de Mizrana et celle d’Abberane (forêt de Béni Djenad) wilaya de tizi-ouzou sont constituées principalement de *Quercus suber*, auquel vient se mélanger parfois le *Quercus canariensis* qui trouve des conditions propices pour s’y installer suite aux différents incendies au niveau de la subéraie, mais aussi du maquis arborescent. Il en est de même pour la forêt de Tigrine.



Figure 52: Photo de l'inversement de l'étage de végétation entre les deux espèces Quercus canariensis et Quercus suber. (Originale)

La **station 09** est assez similaire à la station 06 du point de vue la dominance des ripisylves, mais l'absence de *Taxus baccata* est noté par la présence d'un groupement mixte à *Acer obtusatum* et *Alnus glutinosa* dominé par *Sambucus ebulus*. Dans cette station on remarque la présence une espèce relique d'une période glaciaire (QUÉZEL, 1995) qui est *Sambucus ebulus*. BOULAACHEB (2013) rejoint nos résultats, par le fait que la présence et l'abondance *Sambucus ebulus* peuvent être expliquées par la diversité du milieu (versants, cours d'eau...). Donc elle a survécu grâce aux nombreux microclimats locaux.

Discussion générale

Les stations étudiées laissent penser que le site concerné par notre étude soit menacé par de multiples facteurs d'anthropisation dont le surpâturage, les incendies et le captage abusif des sources hydrique, c'est le cas notamment des stations S2, S4, S6, S10 et S11.

Néanmoins, on note aussi, l'empreinte d'une modification du climat tel que nous l'avons indiqué au niveau des stations S8 et S9 par un inversement de l'étage de végétation et l'installation des microclimats à l'échelle situationnelles.

Différemment à cela, les stations S1 et S3, la dominance de l'espèce *Cytisus triflorus* indique qu'elles sont bien équilibrées et bien conservées donc une vigueur du milieu, en revanche les stations S7 et S12, laisse indiquer une reprise ou une remontée biologique de la strate arborescente due à la disponibilité des conditions favorables de son développement, Ce dernier est traduit par de nombreux rejets de *Quercus Canariensis* au niveau de la S7 et les rejets de *Quercus suber* au niveau de la S12 mais la dominance du comestible précédemment cité « *Erica arborea* » dans ces deux stations menace la stabilité de ces sites hors du retour d'un nouvel incendie, donc la vigilance et la surveillance des sites similaires est obligatoire et nécessaire pour pouvoir les conservés et les protégés

Pour les stations S5, S6 et S9 dominées par des ripisylves tel que l'*Acer obtusatum*, *Taxus baccata*, *Ilex aquifolium*, *Hedera helix*, *Ruscus aculeatus* et *Sambucus ebelus* indiquent un milieu humide riche en eau selon le BNEF (1988).

Conclusion



Conclusion

Notre patrimoine forestier est en régression continue. Ainsi, si on ne prenait pas d'initiatives de préservation dans l'immédiat, les générations futures risquent de nous être redevables à jamais. Les écosystèmes forestiers sont une composante importante des territoires. Ils contribuent d'une façon significative au développement rural, à la réduction de la pauvreté et à la sécurité alimentaire (FAO, 2013).

C'est dans ce contexte de préservation et de classement que s'inscrit notre étude portée sur la biodiversité floristique de la forêt de l'Akfadou plus précisément sur les plantes bio-indicatrices qui sont utilisées comme un outil préliminaire de diagnostic écologique.

Ces dernières années, l'augmentation de la fréquence et l'étendue des perturbations d'origine anthropique sur la forêt, exacerbées par les aléas climatiques, a eu une profonde influence sur la biodiversité forestière. À l'échelle stationnelle, cette situation se traduit notamment par une diminution de la proportion des forêts, ainsi que par la disparition d'espèces qui donnaient à ces mêmes forêts leurs aspects mature et luxuriant. Ceci dit, ce constat impose de diversifier les approches forestières en matière de gestion et de protection du patrimoine forestier. A ce propos, nos résultats se résument de la manière suivante :

- 06 stations ont fait ressortir un milieu dégradé par les incendies, le surpâturage, les coupes illicites et le captage abusif des sources d'eau.
- 04 stations ont montré un état d'équilibre écologique relatif puisque, il faut le signaler, il nous a été donné de constater que des espèces liées aux incendies y étaient présentes à l'exemple d'*Erica arborea*.
- Les 2 dernières stations ont indiqué un changement du climat stationnel, à travers la substitution de l'étage de végétation de *Quercus suber* par *Quercus canariensis*, ainsi que la présence d'une espèce relique, en l'occurrence *Sembucus ebulus* témoin d'une période glaciaire passée.

Ces résultats, bien que circonscrits, dressent un constat mitigé sur l'état du massif forestier de l'Akfadou. Par ailleurs, ils pourraient conforter les actions engagées par la conservation des forêts de la wilaya de Bejaia, dans sa démarche visant au classement du massif de l'Akfadou, mais aussi à préserver et valoriser ce patrimoine naturel exceptionnel.

Perspectives

Vue l'état critiques de nos écosystèmes forestiers, il y' lieu de prendre :

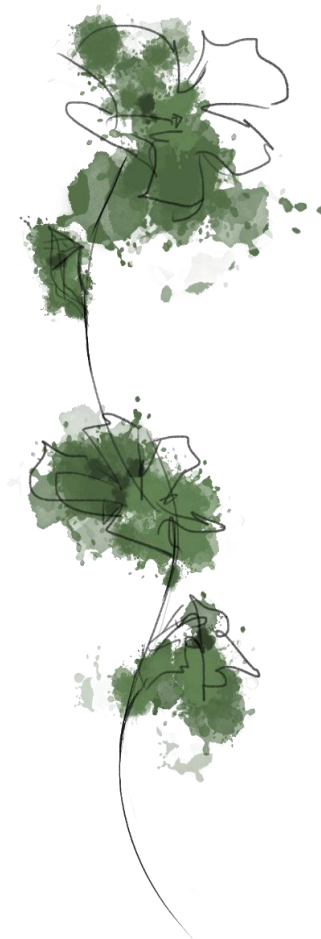
- Des mesures d'urgence et d'accompagnement qui se résument aux points suivants :
 - Sensibilisation de tous les acteurs des nombreuses fonctions de la forêt,
 - Limitation de l'usage de la forêt aux ayants droit,
 - Réglementation et contrôle du parcours,
 - Organisation et association de la population riveraine à tous les projets de Développement au niveau local.

- Des actions de conservation et de restauration sont nécessaires et ce par :
 - Installation des mis en défens pour assurer une meilleure régénération
 - Contrôle des parcours

- Actions génératrices de revenus :
 - Valoriser les plantes aromatiques et médicinales sous forme de plantes sèches, extraits, huiles essentielles etc.
 - Promouvoir un écotourisme répondant aux aspirations du public et aux besoins de la population locale (sources de revenus, emplois, etc...)

- Concernant le massif de l'Akfadou, des sources de la wilaya de Bejaia ont indiqué qu'il fait l'objet d'une procédure de classification afin de lui attribuer le label de PNR (parc naturel régional). Son classement, outre le fait qu'il vienne compléter le parc national de Gouraya à l'Est et celui du Djurdjura à l'Ouest, permettra en définitive de lui attribuer le rôle pivot de corridor écologique, qui permettra aux chercheurs d'y activer et d'œuvrer efficacement à sa préservation.

Références bibliographiques



Références bibliographiques

- ADAM Y., BERANGER C., DELZONS O., FROCHOT B., GOURVIL J., LECOMTE P., PARISOT-LAPRUN M., 2015. - Guide des méthodes de diagnostic écologique des milieux naturels - Application aux sites de carrière, UNPG, 3 rue Alfred Roll 75849 - Paris Cedex 17 - environnement@unicem.fr
 - AGOSTI D. & ALONSO L. E. 2000. The ALL Protocol: A standard protocol for the collection of ground dwelling ants. In : Agosti D., Majer J., Alonso E., Schultz T. (eds), *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Biological Diversity Handbook Series. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., pp. 204-206.
 - AIME S., BONIN G., CHAABANE A., LOISEL R. & SAOUDI H., 1986. Notes phytosociologiques nord-africaines. Contribution à l'étude phytosociologique des zénaies du littoral algéro-tunisien. *Ecol. Medit.*, 12 (3-4), 113-131. Marseille.
 - BABALI, B., A. HASNAOUI & M. BOUAZZA., 2013. - Note on the orchids of the Moutas hunting reserve, Tlemcen (Western Algeria). in prep.
 - BAGNOULS, F. & GAUSSEN, H., 1953. - Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 88 (3-4) : 193-239.
 - BARBERO M., P. QUEZEL & R. LOISEL., 1990. - Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. *Forêt Méditerranéenne*, 12 (3) : 194-215.
 - BELKAID H., 2016. Analyse spatiale et environnementale du risque d'incendie de forêt en Algérie: Cas de la Kabylie maritime. Thèse de doctorat. Nice.
 - BERCHICHE T., 1986 – Contribution à l'étude socio-économique de la forêt algérienne. Thèse Magister, INA , Alger, 254 p.
-

- BLANDIN P., 1986. Bioindicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. Bulletin d'écologie 17 (4): 215-307. Paris.
 - BNEDER. 2009. Plan national de développement forestier (PNDF). Rapport de synthèse national : 87P
 - B.N.E.F. 1988 .Bureau National des Etude forestières)- Etude d'aménagement de la forêt d'Akfadou-Est. Document interne D.G.F
 - BOUDY P., 1950. - Economie forestière Nord Africaine. Ed. Larose. Fasc. II. Paris. 575p.
 - BOULAACHEB N., 2009. - Étude de la végétation terrestre et aquatique du djebel Mégriss (Nord tellien, Algérie) : analyse floristique, phytosociologique et pastorale. Thèse de Doctorat d'État, Faculté des Sciences, Université Ferhat Abbas, Sétif, 332
 - BOULAACHEB N., 2013. - Les paysages végétaux du djebel Mégriss (Tell septentrional, Algérie) : diversité des écosystèmes, richesse floristique, ampleur de l'anthropisation », *Physio-Géo*, Volume 7 | -1, 183-210.
 - BRAUN-BLANQUET J., 1951. Pflanzensoziologie grundzuge der vegetation kunde. Springer. Vienne. Ed. 2 Autriche. 631 p.
 - CHAKER S., « Akfadou », Encyclopédie berbère [En ligne], 3 | 1986, document A141, mis en ligne le 01 décembre 2012, consulté le 12 octobre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/encyclopedieberbere/2396> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/encyclopedieberbere.2396>
 - DAHMANI-MEGREROUCHE M., 1997 – Le chêne vert en Algérie, syntaxonomie, phytoécologie et dynamique des peuplements. Thèse Doctorat. Université de Houari Boumediene, Alger, 384 p.
 - DEROUCHE. G. 2007. - Bureau National d'Etudes pour le Développement Rural
 - Direction Générale des Forêts (2016): Stratégie forestière à l'horizon 2035.
-

- Direction Générale des Forêts (2018) : Plant de reboisement
 - Direction Générale des Forêts (2019) : Bilan des incendies
 - DURIETZ E., 1932. Vegetations forschung auf soziationsanaly tischer Grundlage. Abderh. Handb. Biol. Arb. Meth., 11.5, 293 - 480.
 - DURAND J.H., 1959.- Sur quelques sols de la forêt de l'Akfadou et des environs de Yakouren (Grande Kabylie). Ann. de l'INRA, 2, (A) : 110-126.
 - DUVIGNEAUD P., 1980.- La synthèse écologique: Populations, communautés, 2è éd. : 380 p. Doin éd., Paris.
 - ECHAUBARD M., 1995. Les animaux comme indicateurs biologiques de pollution. Colloque International: les marqueurs biologiques de pollution. Colloque Chinon, France. éd. 335-358
 - EMBERGER L., 1971. Considérations complémentaires au sujet des recherches bioclimatologiques, phytogéographiques et écologiques. In : « Travaux de Botanique et d'écologie ». Masson et Cie (éd.), Paris, 291-301.
 - F.A.O, 2002. - L'Etude prospective du secteur forestier en Afrique à l'horizon 2020(FOSA)-Algérie.
 - F.A.O, 2007. - Situation des forêts du monde (synthèse mondiale) », Partie 1 : progrès vers la gestion durable des forêts. pp. 4-13 & 64-72. FOSA, 2000, Etude prospective du secteur forestier en Afrique.
 - FAO, 2010- Plan stratégique de recherche sur les forets méditerranéennes 2010-2020
 - (FOSA), « Compte rendu de l'atelier et recommandations », Second atelier FOSA pour l'Afrique de l'Ouest Thies (Sénégal), 7 au 10 Novembre 2000.
 - GERARD D, 2010. - Encyclopédie des plantes bio-indicatrices alimentaires et médicinales guide de diagnostics des sols vol 1, Ed, promonature, 3eme édition.
-

- GERARD D, 2011. - Encyclopédie des plantes bio-indicatrices alimentaires et médicinales guide de diagnostics des sols vol 2, Ed, promonature ,2eme édition.
 - GERARD D, 2012. - Encyclopédie des plantes bio-indicatrices alimentaires et médicinales guide de diagnostics des sols vol 3, Ed, promonature , 3eme édition.
 - GHARZOULI R. et DJELLOULI Y. (2005) - Diversité floristique des formations forestières et préforestières des massifs méridionaux de la chaîne des Babors (Djebel Takoucht, Adrar ou Mellal, Tababort et Babor) Algérie. *Le Journal de Botanique*, vol. 29, p. 69-75
 - GIZ Algérie & BNEDER (2018): Analyse de Risque et de Vulnérabilité au Changement Climatique: Projet Appui au Plan National Climat (APNC).
 - GOUNOT M., 1969. Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Ed. Masson Paris, 314 p
 - Guide Illustré De la Flore Algérienne (2011)., - Description des plantes natives d'Algérie , ouvrage a été élaboré dans le cadre de la coopération décentralisée entre la Wilaya d'Alger et la Ville de Paris, en partenariat avec le Ministère français des Affaires étrangères et européennes (Wilaya d'Alger Mairie de Paris avec le soutien du Ministère des Affaires étrangères et européennes de la République française), 95p.
 - HADJADJ AOUL S., (1991). Les peuplements de *Tetraclinis articulata* sur le littoral d'Oran. *Ecologia mediterranea*, 17(1), 63-78.
 - HCEFLCD (2005). - Forêts Marocaines, Formations Forestières.
 - KARMOUNI, A., 1997. Le parcours en forêt : cas des pays du Maghreb. XI Congrès Forestier Mondial. 13-20 octobre 1997, Antalaya, Turquie, 320-332.
 - KHILIFI. H. (2002). Les formations forestières et préforestières des montagnes d'Algérie diversité et sensibilité INA. (Institut National Agronomique). Algérie. 15 p.
-

- LAPIE H., 1909. Etude phytogéographique de la Kabylie du Djurdjura. Thèse Doct. Es SL. Net- Univ. Paris, Delagrave éd. 156p
 - LARIBI M., 1999. Contribution à l'étude phytosociologique des formations caducifoliées à *Quercus canariensis* Willd. et *Quercus afares* Pomel du massif d'Ath Ghobri-Akfadou (Grande Kabylie). Thèse de Magister, Université de Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 155 p.
 - MADOU, A. (2018). Les incendies de forêts en Algérie: 7tude de l'évolution après feu des peuplements de *Pinus halepensis* Mill. dans l'Est algérien. Cas de la forêt de Bou-Taleb, du reboisement de Zenadia et du parc national d'el Kala. Thèse de doctorat. Université Ferhat ABBAS de Sétif. 113 p.
 - MATET/CENEAP, 2008. Etude relative à la délimitation et à la caractérisation des zones de montagne et des massifs montagneux. Massifs montagneux du Djurdjura. Phase n° 2. Analyse prospective de l'état des lieux du massif. 173 p.
 - MARÉCHAL L, SEMPLE S, MAJOLO B, QARRO M, HEISTERMANN M, MACLARNON A (2011). Impacts of tourism on anxiety and physiological stress levels in wild male Barbary macaques. *Biological Conservation* 144, 2188-2193.
 - MAZI, A., & LAISSAOUI, M. P., 2015. -Essai d'analyse des incendies de forêt au niveau de la forêt de L'Akfadou-Est », Mémoire de Master en sciences de l'Environnement, Université de Abderrahmane Mira - Bejaïa, 256p.
 - MÉDAIL F. & QUÉZEL P., 1997. - Hotspot analysis for conservation of plants biodiversity in the Mediterranean Basin. *Ann. Miss. Bot. Gard.*, 84, 112-127.
 - MEDDOUR R., 1993. Analyse phytosociologique de la chênaie caducifoliée mixte de Tala Kitane (Akfadou, Algérie). *Ecologia Mediterranea*, 19 (3-4), 43-51.
 - MEDDOUR R. & LARIBI M., 1999. La ripisylve à *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. de l'Akfadou (Grande Kabylie, Algérie). *Documents Phytosociologiques*, 19, 385-400.
-

- MEDDOUR M., 2010.-Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie. Exemple des groupements forestiers et pré forestiers de la Kabylie. Thèse Doctorat en sciences agronomiques, Université de Mouloud Mammeri Tizi Ouzou, 398 p.
 - MEDDOUR-SAHAR., AREZKI DERRIDJ, 2012. Bilan des feux de forêts en Algérie: analyse spatio-temporelle et cartographie du risque (période 1985-2010)
 - MEDDOUR-SAHAR, O. & C. BOUISSET (2013): Les grands incendies de forêt en Algérie : problèmes humains et politiques publiques dans la gestion des risques. mediterrane 33–40
 - MEDDOUR - SAHAR O., 2014, « Les feux de forêts en Algérie : Analyse du risque, étude des causes, évaluation du dispositif de défense et des politiques de gestion», Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, Université de Mouloud Mammeri Tizi Ouzou, 256p.
 - MENARD N, MOTSCH P, DELAHAYE A, SAINTVANNE A, LE FLOHIC G, DUPE S, VALLET D, QARRO M, TATTOU MI ET PIERRE JS., 2014. Effect of habitat quality on diet flexibility in Barbary macaques. American Journal of Primatology.76, 679-93.
 - MESSAOUDENE M., 1989. Etude dendroécologique et dendroclimatologique du chêne zéen et du chêne afarès dans les massifs de Béni Ghobri et de l'Akfadou. Thèse Doct. en Sc., Université d'Aix-Marseille III, 105 p.
 - MESSAOUDENE M., LARIBI M. & DERRIDJ A., 2007. - Etude de la diversité floristique de la forêt de l'Akfadou (Algérie). Bois et Forêts des Tropiques, 291 (1), 75-82.
 - MOKHETARI M., 2019. - Inventaire et cartographie des hybrides de chêne liège et chêne afares (Quercus suber X Quercus afares Pomel): Quercus Kabylika trabut et Quercus numidica trabut au niveau de la forêt D'Akfadou-Est, nord de l'Algérie. Mémoire de Master en sciences agronomiques, Université de Mira Abderrahmane, Béjaia, 43 p.
 - QUEZEL P., 1956. Contribution à l'étude des forêts de chênes à feuilles caduques d'Algérie. Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, N.S., 1, 1-57. Alger.
-

- QUEZEL P., 1976. Les forêts du pourtour méditerranéen. In : Forêts et maquis méditerranéens : écologie, Conservation et aménagement. Notes techniques du MAB 2, UNESCO, 9-33.
- RAMAGE T., RAVARY F. 2015. Les bio indicateurs myr-mécologiques: synthèse bibliographique. Rapport de l'Observatoire de l'Environnement en Nouvelle-Calédonie (OEIL), 38 p.
- SCHAFFHAUSER, A., CURT, T., VELA, E. ET TATONI, T. (2012) Feux récurrents et facteurs environnementaux façonnent la végétation dans les boisements à Quercus suber L. Et les maquis, CR Biologies, 335, 424-434.
- SEIGUE A., 1985 - La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Maisonneuve et Larose Edit., Paris, 502 p.
- WOJTERSKI T.W., 1988.- Guide de l'excursion internationale de Phytosociologie. Algérie du Nord 1985. 275 p. AIEV-INA, El Harrach. Goltze,Gottingen
- ZERAÏA, L. (1981). "Essai d'interprétation comparative des données des forêts de chêne liège de Provence cristalline (France méridionale) et d'Algérie". Thèse de doctorat. Université de Marseille III. 367p.

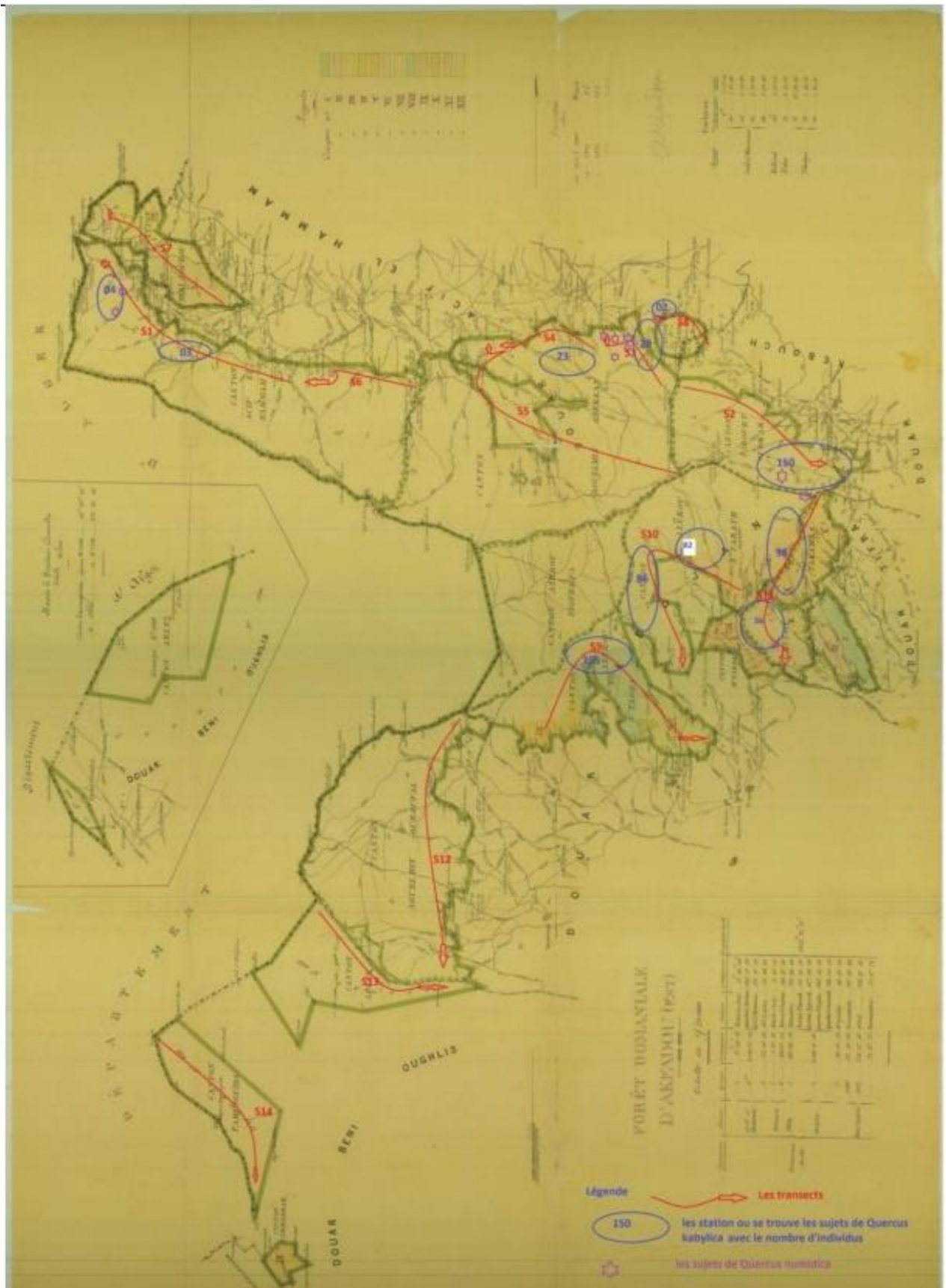
Sites consultés :

- Actu-Environnement. « Définition de Bio-indicateur ». Actu-environnement. Consulté le 31 mai 2021.
https://www.actuenvironnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/bioindicateur.php4.
 - Aqua-Portail. « Plante indicatrice : définition et explications ». Consulté le 30 mai 2021.
<https://www.aquaportail.com/definition-7973-plante-indicatrice.html>.
-

Annexes



ANNEXE 01



Carte de Senatus Consulte (Source : Conservation des forêts de Bejaïa).

ANNEXE 02

Tableau 02: des précipitations pendant 10ans de la région de Bejaïa de 2008 au 2017.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
2008	7	20	10	37	66	7	3	4	144	61	131	73
2009	273	66	63	86	54	1	4	15	190	40	129	133
2010	53	55	107	44	57	38	1	6	39	135	162	70
2011	55	139	53	74	82	34	0	0	8	159	68	117
2012	90	322	71	92	10	3	1	86	66	55	105	56
2013	134	187	79	55	105	3	11	69	45	23	186	57
2014	85	64	133	16	9	66	1	2	6	21	9	196
2015	122	145	71	33	20	2	6	5	24	21	50	0
2016	61	11	195	48	62	13	0,2	0	39	22	46	45
2017	288	51	64	71	0,6	10	3	0,1	19	19	214	143
Précipitation moy	116,8	106	84,6	55,6	46,56	17,7	3,02	18,71	58	55,6	110	89

Tableau 03: Températures moyennes pendant 10ans de la région de Bejaïa de 2008 au 2017.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
2008	12	12	13	16	19	22	26	26	24	20	14	11
2009	12	11	13	15	20	23	27	27	23	19	16	14
2010	12	13	14	16	18	20	25	25	24	19	15	13
2011	11	11	14	17	19	22	26	26	23	20	16	12
2012	10	8	13	16	19	20	25	31	23	20	17	12
2013	11	10	15	16	17	20	24	25	28	23	15	12
2014	13	13	13	17	18	22	24	26	25	21	18	12
2015	11	11	13	16	20	22	26	27	24	21	15	13
2016	13	14	13	16	18	22	26	25	24	22	17	13
2017	10	13	14	16	20	24	26	27	24	19	15	12
Moy (T moy)	11,5	11,6	13,5	16,1	18,8	21,7	25,5	26,5	24,2	20,4	15,8	12,4

ANNEXE 03

Fiche de présentation

Station X :

• **Groupement**

Recouvrement :

Altitude :

Exposition :

Coordonnées : Latitude :

Longitude :

Pente :

Cortège floristique :



	Nom Scientifique	Ab-D et sociabilité
1	-	
2	-	
3	-	
4	-	
5	-	
6		
7	-	
8	-	
9	-	
10	-	

