



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de La Recherche Scientifique
Université Larbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi



Faculté Des Sciences Exactes et des Sciences de La Nature et de la Vie

Département des Sciences de La Nature et de la Vie

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Biotechnologie Végétale

Spécialité :

Biotechnologie Végétale

Option :

Biotechnologie Végétale

Thème

Etude floristique et édaphique d'une forêt située dans l'Est algérien.

Présenté par :

Abbad Amel Et Saoula Intissar

Devant le jury :

Président : Zouainia sabrina **MCA** Université d'Oum El-Bouaghi

Encadrant : Kadi zahia **MCA** Université d'Oum El-Bouaghi

Examinatrice : Zaidi sara **MCB** Université d'Oum El-Bouaghi

Année universitaire : 2022-2023



Dédicace

Nous dédions ce travail à

Nos chers parents pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de nos études.

Nos frères et sœurs pour leurs soutiens incomparables

Nous remercions tous les enseignants, et

Étudiantes de la promotion de

2eme année Master Biotechnologie Végétale

Collègues, amis, les gens qui m'aiment et

Tous ceux qui ont contribué de

Près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Abbad Amel

Saoula Intissar



Remerciements

Nous remercions le bon dieu tout puissant qui nous a donné la force et la volonté de réaliser ce modeste travail et nous lui rendons grâce

Par la présente, nous tenons vivement à vous remercier pour l'encadrement et tous les conseils dont nous avons pu bénéficier au cours de cette année que nous avons eu l'opportunité de passer à vos côtés, Madame Kadi Zahia. Votre soutien et votre expertise ont été d'une grande importance pour notre développement. Nous vous sommes reconnaissants d'avoir été notre guide et nous vous exprimons notre profonde reconnaissance. Merci encore pour tout ce que vous avez fait pour nous exprimons nos profonde gratitude et toute ma reconnaissance envers et nos vifs remerciements vont également aux doctorants Lyazid Mohamed Nadjib et Chebout Abd Rezak,

C'est avec beaucoup de reconnaissance que nous adressons nos sincères remerciements à Madame Zouainia Sabrina et Zaidi Sara, Maitres de conférence à l'université Larbi Ben Mhidi d'avoir accepté de présider le jury de soutenance. Nos vifs remerciements vont également au directeur de Laboratoire de recherche : Ecologie fonctionnelle et Environnement Khemmar Hicham, et ses équipes à l'Université Larbi Ben Mhidi pour leur aide et leur disponibilité à la réalisation de ce mémoire.

Liste des tableaux

N°	Titre des tableaux	Page
Tableau 1.	Moyennes mensuelles des températures maximales (M) et minimales (m) (T°C). (https://www.historique-meteo.net/). (Période 2013-2022).	9
Tableau 2.	Précipitations moyennes mensuelles et annuelles en mm enregistrées dans https://www.historique-meteo.net/ (Période 2013-2022).	11
Tableau 3.	Régime saisonnier des précipitations de la station Khenchela. (Période 2013-2022).	12
Tableau 4.	Moyennes mensuelles de l'humidité relative dans la station de Khenchela (période 2013-2022).	13
Tableau 5.	Valeurs du quotient pluviométrique d'Emberger de la station de Khenchela (période 2013-2022).	15
Tableau 6.	Caractérisation générale des six sites d'étude dans la forêt de Bénis_Oudjana.	19
Tableau 7.	Matériels et outils utilisés sur terrains	20
Tableau 8.	Matériels et outils utilisés au laboratoire	21
Tableau 9.	Liste des espèces floristiques recensées dans le massif forestier de Béni_Oudjana, réparties par classes, familles, Espèce et leur Présence-Absence dans les six sites étudiés (+ : espèce présente, - : espèce absente).	43
Tableau 10.	Valeurs globales par site de la richesse spécifique (S), de l'indice de diversité de Shannon (H'), la richesse théorique maximale ($H'max$) et de l'équitabilité (E), estimés pour le cortège floristique du massif forestier des Bénis_Oudjana.	44
Tableau 11.	Types biologiques et morphologique des espèces floristiques recensées.	44

Tableau 12.	Ensemble de la végétation inventoriées dans les sites d'études.	46
--------------------	---	----

Liste des Figures

N°	Titre de la Figure	Page
Figure 1.	Carte de situation géographique de la wilaya de Khenchela (Lyazid, 2023).	5
Figure 2.	Situation géographique de la forêt de Bénis_Oudjana (Lyazid Mohamed Nadjib, 2023).	6
Figure 3.	Profil altitudinal de la zone d'étude (Hani, 2021).	7
Figure 4.	Carte de pentes du massif forestier de Bénis_Oudjana (Hani, 2021).	8
Figure 5.	Evolution des températures Moyennes mensuelles https://www.historique-meteo.net/ (Période 2013-2022).	10
Figure 6.	Evolution mensuelle des précipitations en mm dans https://www.historique-meteo.net/ (Période 2013-2022).	11
Figure 7.	Régime saisonnier de la station de Khenchela (période 2013-2022).	12
Figure 8.	Humidité moyenne mensuelle en % dans la station de khanchela (période 2013-2022).	13
Figure 9.	Diagramme Ombrothermique de Gaussen et Bagnouls (Khenchela).	14
Figure 10.	Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger.	16
Figure 11.	Site 01 (Prise personnelle Saoula et Abbad, 2023).	17
Figure 12.	Site 02 (Prise personnelle Saoula et Abbad, 2023).	18
Figure 13.	Site 03 (Prise personnelle Saoula et Abbad, 2023).	18

Figure 14.	Séchage du sol (prise personnelle Saoula et Abbad, 2023).	23
Figure 15.	Filtration de la solution sol/eau et mesure du pH de l'extrait obtenu.	24
Figure 16.	Filtration de la solution sol/eau et mesure de la CE de l'extrait obtenu.	25
Figure. 17	Extraction de calcaire total.	25
Figure. 18	Dosage de calcaire actif.	26
Figure. 19	Titration de la solution sol avec le sel de Mohr et changement de la solution de la couleur orange - brun vers le vert.	27
Figure 20.	Lecture de la densité optique par spectrophotométrie.	27
Figure 21.	Filtration de la solution du sol et incubation des échantillons.	28
Figure 22.	Résultats du pH selon les saisons.	34
Figure 23.	Résultats du la CE selon les saisons.	34
Figure 24.	Résultats du Ca CO ₃ selon les saisons.	35
Figure 25.	Résultats du calcaire actif selon les saisons.	36
Figure 26.	Résultats du carbone organique selon les saisons.	36
Figure 27.	Résultats de la matière organique selon les saisons.	37
Figure 28.	Résultats d'azote total selon les saisons.	37
Figure 29.	Résultats du phosphore assimilable selon les saisons.	38

Figure 30.	Résultats du Fer selon les saisons.	39
Figure 31.	Résultats du nitrate selon les saisons.	39
Figure 32.	Résultats du sodium selon les saisons.	40
Figure 33.	Résultats du calcium selon les saisons.	41
Figure 34.	Résultats du potassium selon les saisons.	41
Figure 35.	Résultats du rapport C/N selon les saisons.	42
Figure 36.	Types biologiques des espèces floristiques recensées.	45
Figure 37.	Matrice de corrélation entre les variables physico-chimiques des sols du foret du Bénis_Oudjana.	49
Figure 38.	Représente Le graphique des valeurs propres de l'ensemble des propriétés physiques et chimiques étudiées du sol dans foret Bénis_Oudjana.	50
Figure 39.	Contribution des variables physico-chimiques des sols à la formation des axes de l'ACP (F1 et F2).	51
Figure 40.	Graphique des individus montre la contribution des trois stations à la formation des axes de l'ACP (F1 et F2).	52

Liste des abréviations

- D.G.F** : Direction générale des forêts
- pH** : Potentiel hydrogène
- CE** : Conductivité électrique du sol
- PAHE** : Printemps Automne Hiver Eté
- T** : Température
- P** : Précipitation
- %** : Pourcentage
- C°** : Degré Celsius
- mm** : Millimètre
- g** : Gramme
- E** : Indice d'équitabilité
- S** : Richesse spécifique

sommaire

Dédicace

Remerciements

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction01

Matériel et Méthodes

1. Présentation de la zone d'étude.....	05
1.1. Caractéristiques écologiques de la zone d'étude.....	05
1.2. Géologie	06
1.3. Pédologie	06
1.4. Relief.....	06
1.5. Réseau hydrographique.....	07
1.6. Pente.....	07
1.7. Caractérisation climatique de la zone d'étude.....	08
1.7.1. Température.....	09
1.7.1.1. Températures moyennes mensuelles.....	09
a. Températures extrêmes.....	10
b. Températures moyennes mensuelles.....	10
1.7.2. Précipitations.....	10
1.7.2.1. Précipitations mensuelles moyennes.....	11
a. Régime saisonnier des précipitations.....	11

1.7.3. Humidité relative en %.....	13
1.7.4. Synthèse climatique.....	14
1.7.4.1 Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls.....	14
1.7.4.2. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger.....	15
2. Méthodologie.....	17
2.1. Choix des sites, Localisation et description des sites d'étude.....	17
2.1.1. Choix des sites	
2.1.2. Localisation et description des sites du sol	
2.1.3. Localisation et description des stations des relevés floristiques	
2.2. Prélèvement des échantillons du sol.....	19
2.2.1. Sur terrain.....	19
2.2.2. Au niveau de laboratoire.....	20
2.2.3. Préparation du sol.....	23
2.2.3.1. Le fractionnement physique.....	23
2.2.4. Méthode d'analyse physico-chimique.....	23
2.2.4.1. pH.....	24
2.2.4.2. Conductivité électrique.....	25
2.2.4.3. Calcaire totale.....	25
2.2.4.4. Calcaire actif.....	26
2.2.4.5. Carbone organique.....	26
2.2.4.6 Matière organique.....	27
2.2.4.7. Azote total.....	27
2.2.4.8. Phosphore assimilable.....	27

2.2.4.9. Fer.....	28
2.2.4.10. Nitrates (NO ₃ ⁻).....	28
2.2.4.11. Cations (Sodium et Potassium, Calcium)	28
2.2.4.12. Rapport C/N.....	29
3.3. Inventaire et méthodes d'échantillonnage.....	29
3.3.1. Stratégie d'échantillonnage et relevés floristiques.....	29
3.3.2. Méthode phytosociologique (Braun Blanquet).....	30
3.4. Analyse par les indices écologiques.....	31
3.4.1. Richesse spécifique totale « S ».....	31
3.4.2. Indice de diversité de Shannon « H ».....	31
3.4.3. Indice d'équitabilité « E».....	31

Résultats et discussion

1. Analyses physico-chimiques de sol.....	34
1.1. pH.....	34
1.2. Conductivité électrique (CE) en (μS /cm).....	34
1.3. Calcaire totale.....	35
1.4. Calcaire actif.....	35
1.5. Carbone organique.....	36
1.6. Matière organique.....	36
1.7. Azote totale.....	37
1.8. Phosphore assimilable.....	37
1.9. Fer.....	38
1.10. Nitrate (NO ₃ ⁻).....	38

1.11. Cations (Sodium et Potassium ,Calcium).....	39
2. Inventaire systématique de la flore recensée dans le massif de Bénis_Oudjana.....	41
3. Analyse de la diversité floristique.....	43
4. Analyse qualitative de la flore des sites étudiés selon les types biologiques et morphologiques.....	44
5. Inventaire Floristique globale.....	45
6. Analyse statistique.....	48
6.1. Corrélation entre les paramètres physico-chimiques.....	48
6.2. Analyse en composante principale.....	49
6.2.1. Signification des axes.....	49
Conclusion.....	52
Les références bibliographiques.....	61
ABSTRACT	
RESUME	
ملخص	

INTRODUCTION

Introduction

Introduction

La forêt est une source de vie ; elle nous procure des ressources multiples, notamment le bois (destiné à la construction, fabrication de meubles, de papier et autres) les résines, les fruits, les miels.... les ingrédients nécessaires à la fabrication de médicaments, des produits cosmétiques et des détergents. Elle est aussi garante de la sécurité alimentaire et de l'approvisionnement en eau et en air pur ; La forêt est un lieu de tourisme par excellence (Dekalikan, 2003). Aujourd'hui encore, environ un tiers de la population mondiale dépend des forêts et des arbres pour ses besoins quotidiens, surtout pour cuisiner et se chauffer (Chris, 2018).

Les forêts jouent un rôle crucial dans le maintien de la vie sur la planète (Myers N., 1996). Elles interviennent dans la régulation des systèmes climatiques mondiaux et régionaux (Gedney N. et Valdes P. J., 2000.). Elles constituent des puits de carbone (Grace J., Lloyd J., McIntyre J., Miranda A. C., P. Meir et Miranda H.S., 1995.3), sont très riches en biodiversité et procurent des ressources vitales aux populations humaines.

En Algérie, la forêt revêt un caractère particulièrement important car, elle constitue un élément essentiel de l'équilibre écologique et socio-économique des régions rurales en particulier et du pays en général. Nulle part ailleurs, la forêt n'apparaît aussi nécessaire à la protection contre l'érosion, la désertification, à l'amélioration des activités agricoles et pastorales et à la protection de l'environnement (Anonyme, 2013).

Le sol peut être défini comme la couche supérieure de la croûte terrestre qui recouvre la roche mère et qui est composée d'un mélange complexe de minéraux, d'eau, d'air, de matière organique et de micro-organismes (Brady et Weil, 2016). Selon Lal (2013), le sol est également considéré comme un écosystème vivant, où les interactions entre les différents composants sont essentielles pour maintenir la fertilité et la santé des sols.

Le sol peut être classé en fonction de plusieurs critères, tels que sa texture, sa structure, sa composition chimique et son pH (Brady et Weil, 2016). Selon Jenny (1941), la classification des sols peut également être basée sur les facteurs climatiques, géologiques et topographiques qui ont influencé leur formation.

Introduction

En résumé, le sol est un système complexe et dynamique qui joue un rôle crucial dans de nombreux processus environnementaux, tels que la régulation du cycle de l'eau, la séquestration du carbone, la production alimentaire et la conservation de la biodiversité (FAO, 2015).

Le sol joue un rôle crucial dans la croissance et la distribution des plantes (Brady et Weil, 2016). En effet, les caractéristiques physico-chimiques du sol, telles que sa texture, sa structure, sa composition en nutriments, son pH, son taux d'humidité, etc., peuvent avoir un impact significatif sur la croissance, la floraison, la fructification, la résistance aux maladies et aux insectes, ainsi que sur la diversité et la composition des communautés végétales (Jackson et al., 2019).

Les végétaux organismes majoritairement autotrophes, font la synthèse de la matière vivante. Cette dernière selon une échelle de temps variable, retourne au sol sous forme d'exsudats racinaires et foliaires ainsi que de débris (feuilles, rameaux, fruits...) l'ensemble constitue la litière, (Mangenot, F. 1980).

L'étude de la végétation a connu beaucoup de développements depuis quelques décades, notamment grâce à l'accès aisé aux techniques informatiques en général et aux logiciels d'analyses multi-variées en particulier. Cela a favorisé l'emploi de techniques statistiques autrefois décriées ou tout au moins regardées avec une grande méfiance. Mais les résultats n'ont pas toujours suivi car l'utilisation automatique des outils disponibles a trop souvent fait disparaître la réflexion indispensable pour mener à bien toutes les étapes d'une étude de végétation (Bouxin G., 2008).

La végétation a une influence sur le sol, en modifiant sa structure, sa composition et ses propriétés physiques et chimiques. Par exemple, les racines des plantes peuvent contribuer à la formation de la matière organique du sol, à son aération et à sa porosité, ainsi qu'à la libération de nutriments (Lal, 2018). De plus, la décomposition des feuilles et des tiges peut enrichir le sol en matière organique et en nutriments, ce qui favorise la croissance d'autres plantes (Wardle et al., 2013).

La diversité floristique, qui représente la variété des espèces végétales présentes dans un écosystème donné, est un élément fondamental de la biodiversité. Elle joue un rôle essentiel dans le fonctionnement des écosystèmes terrestres, contribuant à la production de biomasse, à la régulation du climat, à la pollinisation des plantes et à la

Introduction

fourniture d'habitats pour de nombreuses espèces animales (Gaston, 2015; Hooper et al., 2005; Tilman et al., 2014).

Les objectifs principal de ce travail est :

- Évaluation détaillée des caractéristiques physico-chimiques du sol
- Réalisation d'un inventaire de la flore afin d'identifier et répertorier les espèces végétales présentes.
- Confection d'un herbier permettant de conserver les espèces végétales recensées.

Matériel et Méthodes

1. Présentation de la zone d'étude

1.1. Caractéristiques écologiques de la zone d'étude

La région de Khenchela (**Figure 1**) est située au Nord de l'Algérie, au Sud-Est du Constantinois, et au contrefort du mont des Aurès entre :

- Latitudes Nord : $34^{\circ} 06' 36''$ et $35^{\circ} 41' 21''$
- Longitudes Est : $06^{\circ} 34' 12''$ et $07^{\circ} 35' 56''$

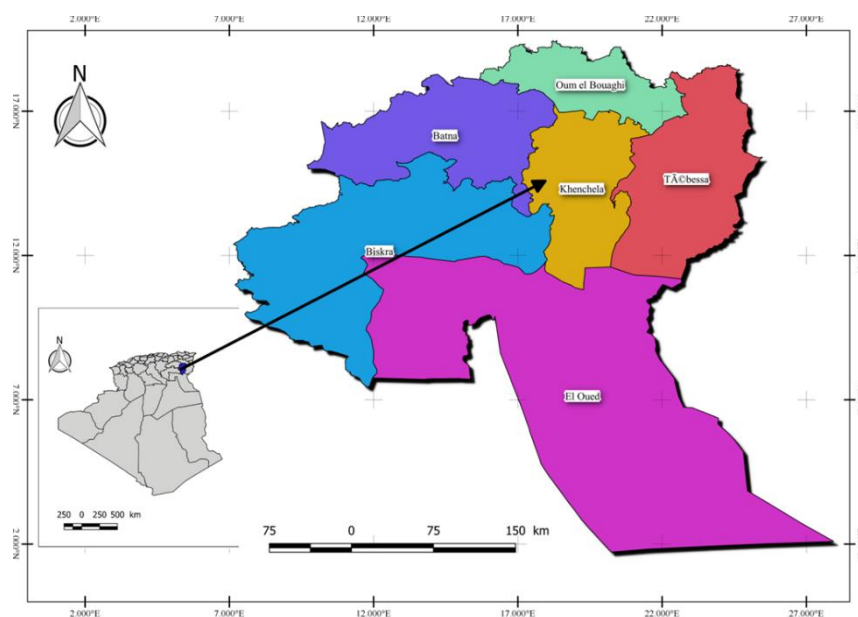


Figure 1. Carte de situation géographique de la wilaya de Khenchela (Lyazid, 2023).

La forêt domaniale de Bénis_Oudjana (**Figure 2**) s'étend sur les communes Chélia, Taouzient, Yabous et Bouhmama de la wilaya de Khenchela et sur le douar Zellatou de la commune d'Arris wilaya de Batna. Situé entre :

- Latitude : $35^{\circ} 28' 22''$ et $35^{\circ} 19' 04''$
- Longitude : $06^{\circ} 58' 07''$ et $06^{\circ} 42' 34''$

Elle couvre une superficie juridique totale de 43 824,4184 ha (Bneder, 2008).

Elle est limité par :

- Au nord : la plaine de Remila et la commune de Kais.
- A l'ouest : la forêt domaniale des Béni-Imloul et la wilaya de Batna.
- A l'est : la forêt domaniale d'Ouled yacoub Commune de Tamza.

- Au sud : le puissant massif de Chélia.

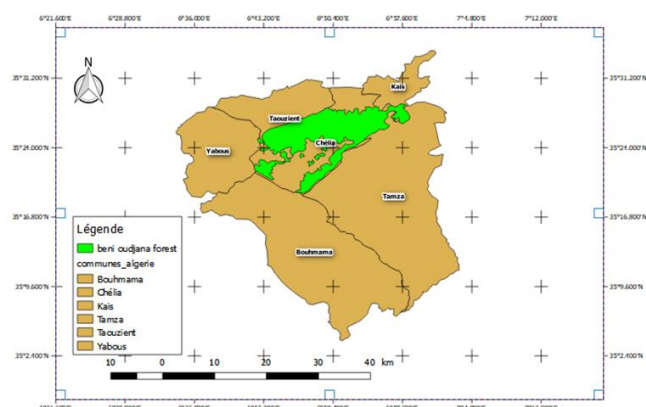


Figure 2. Carte de situation géographique de la forêt de Bénis_Oudjana (Lyazid, 2023).

1.2. Géologie

La géomorphologie de Bénis_Oudjana est caractérisée par une chaîne montagneuse, et de plus avec orientation Est-Ouest, ce fait souligne déjà l'importance de la division en exposition Sud et Nord, ainsi l'altitude et l'exposition sont les principaux facteurs écologiques qui influent les différentes formations dans leurs végétations et leurs potentiels de production en matière première biomasse (Yazina, 2010).

1.3. Pédologie

Généralement les sols sont superficiels, la profondeur en moyenne est inférieure à 20 cm sauf dans les terrains plats et les vallées, et si le sol proprement dit ne dépasse pas 30cm au-dessus de la roche mère, tout reboisement est à déconseiller (Schoenberger, 1970).

1.4. Relief

Le relief de l'aire d'étude présente les caractéristiques des zones de montagne, des altitudes comprises entre 897 à 2328 m (**Figure 3**), des pentes fortes supérieures à 25% dominantes, et un réseau hydrographique dense, représenté essentiellement par Oued El Abiod, Oued El Arab, Oued Boulefreis, Oued Taouziert et leurs affluents. La lithologie de la zone d'étude fait apparaître globalement l'importance des roches résistantes à l'érosion (calcaires et dolomies dures). On y rencontre aussi, mais sur de superficies assez restreints, les alluvions et les conglomérats, moyennement résistantes (Bneder, 2008).

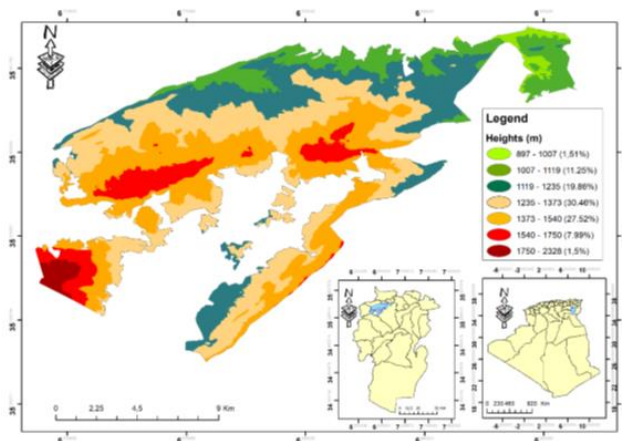


Figure 3. Profil altitudinal de la zone d'étude (Hani, 2021).

1.5. Réseau hydrographique

La forêt contient un réseau hydrographique dense et large organisé en système endoréique.

Ce réseau se représente principalement par Ighzer Aziza et Oued Mellagou, Oued El Abiod, Oued El Arab, Oued Boulefries, Oued Taouzient et leurs affluents ; 49 sources classées dont les débits varient entre 4 litres et 500 litres à la minute. Cours d'eau torrentiels à crues subites tributaires de l'Oued Mellagou ou l'oued Oula Thala, Ces deux derniers servant de collecteurs eaux de ruissellement descendues du massif de Bénis_Oudjana .

La forêt exerce sans aucun doute une action médiatrice sur le régime des eaux issues des nombreux bassins de réception et couvre la région montagneuse du Chélia. (D.G.F. Khenchela 2023).

1.6. Pentés

Le MNT a permis d'établir également la carte des pentes de la zone d'étude par l'intermédiaire du module Slope du menu (ArcToolbox, ArcGis 10.3) ; la carte permet de dégager cinq classes de pentes renseignant sur la déclivité de la zone d'étude. Les valeurs des pentes de chaque espace ou de chaque forme topographique sont :

- Les pentes nulles à faibles (0 - 3 %)
- Les pentes modérées (3 - 12 %)
- Les pentes abruptes (12 - 20 %)

Matériel et Méthodes

- Les pentes très abruptes (20 - 35 %)
- Les pentes extrêmes (>35 %)

Le massif forestier de Bénis_Oudjana selon la carte des pentes est représenté par des pentes modérées à abruptes (**Figure 4**). Les pentes très abruptes et extrêmes sont presque absentes.

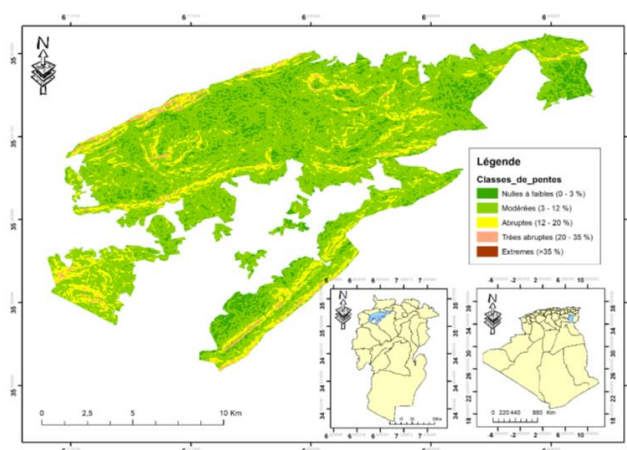


Figure 4. Carte de pentes du massif forestier de Bénis_Oudjana (Hani, 2021).

1.7. Caractérisation climatique de la zone d'étude

Le climat est l'élément le plus important dans la caractérisation de la productivité forestière. Il joue un rôle principal dans le développement des végétaux et de leur distribution. C'est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes (Bentouati, 2006). Cependant, le climat de l'Algérie septentrionale appartient à celui de la Méditerranée. Il est caractérisé par deux saisons bien tranchées, celle des pluies et celle de la sécheresse. La période des pluies coïncide avec celle du froid, alors que la saison chaude correspond à la période sèche estivale (Seltzer, 1946 ; Kadik, 1987 ; Le Houérou, 1995 ; Menasri, 2014).

1.7.1. Température

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

1.7.1.1. Températures moyennes mensuelles

Pour la caractérisation de ce paramètre, il faut étudier les variables suivants :

- La moyenne des maximas (M).
- La moyenne des minimas (m).
- La moyenne mensuelle $(M+m)/2$, et
- L'amplitude thermique (M+m).

Les espèces végétales sont plus sensibles aux températures minimales de la saison froide et aux températures maximales de la saison chaude et par conséquent à l'amplitude de leurs oscillations (M'hirit, 1982).

Etant donnée de la rareté des relevés thermiques notamment dans la région étudiée et même si elles existent, elles présentent soit des anomalies soit des lacunes, on se concentre sur les données de températures récentes enregistrées d'une façon continue dans <https://www.historique-meteo.net/>

Tableau 1. Moyennes mensuelles des températures maximales (M) et minimales (m) (T°C). (<https://www.historique-meteo.net/>). (Période 2013-2022).

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aou	Sep	Oct.	Nov	Déc
M	11,9 °	14,45 °	15,90 °	21,2 °	25,9 °	31,1 °	34,5 °	33°	28,8 °	23,5 °	16,7 °	13,4 °
m	4,4°	5,3°	7,3°	11,7 °	16,6 °	21,7 °	24,3 °	23,4 °	20,4 °	15,6 °	9,5°	6,2°
T° moy	8,1°	9,7°	11,4°	16,6 °	21,2 °	26,3 °	29,3 °	28,5 °	24,5 °	19,5 °	13,2 °	9,8°

Source : <https://www.historique-meteo.net/>

a. Températures extrêmes

D'après les données des températures (**Tableau 1**) et (**Figure 5**), il paraît que parmi les mois les plus chauds dans la région de Khenchela, Juillet occupe le premier rang avec une température moyenne maximale de 34,5 °C alors que le mois de Janvier enregistre la valeur la plus basse avec une température de 4,4 °C.

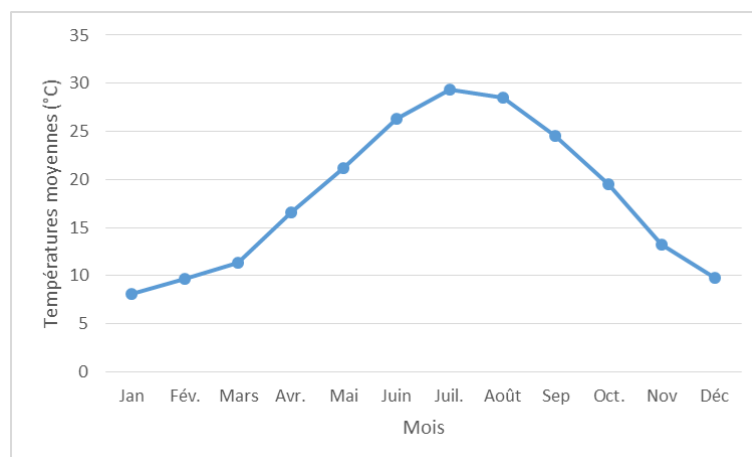


Figure 5. Evolution des températures Moyennes mensuelles <https://www.historique-meteo.net/> (Période 2013-2022).

b. Températures moyennes mensuelles

Les valeurs des températures moyennes mensuelles enregistrées dans <https://www.historique-meteo.net/> durant la période allant de 2013 à 2022 varient d'un maximum de 29.3 °C pour le mois de Juillet alors que le mois de Janvier enregistre une valeur minimale de 8.1 °C.

1.7.2. Précipitations

Les précipitations exercent une action prépondérante pour la définition de la sècheresse globale du climat (Le Houérou et *al.*, 1977).

Selon Seltzer (1946), l'origine des pluies en Algérie est plutôt orographique. En effet, les précipitations varient en fonction de l'altitude, de l'orientation des chaînes de montagne et de l'exposition. De ce fait, les versants nord et nord-ouest reçoivent plus de précipitations que les autres expositions. Ainsi les quantités de pluies augmentent de bas en haut, selon un gradient pluviométrique altitudinal (Seltzer, 1946 ; Kadik, 1987).

1.7.2.1. Précipitations mensuelles moyennes

C'est le même cas des températures, on se concentre sur les données de précipitations récentes enregistrées d'une façon continue dans <https://www.historique-meteo.net/> (Période 2013-2022), soit une période de 10 ans (**Tableau 2**).

Matériel et Méthodes

Tableau 2. Précipitations moyennes mensuelles et annuelles en mm enregistrées dans <https://www.historique-meteo.net/> (Période 2013-2022).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Ma	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	No	Dé
			s		i	n		t			v	c
Précipitation s (mm)	27,7	32,9	58,5	67,9	63,9	23,6	8,1	30,2	38,9	38,3	34,9	26,2

Source : <https://www.historique-meteo.net/>

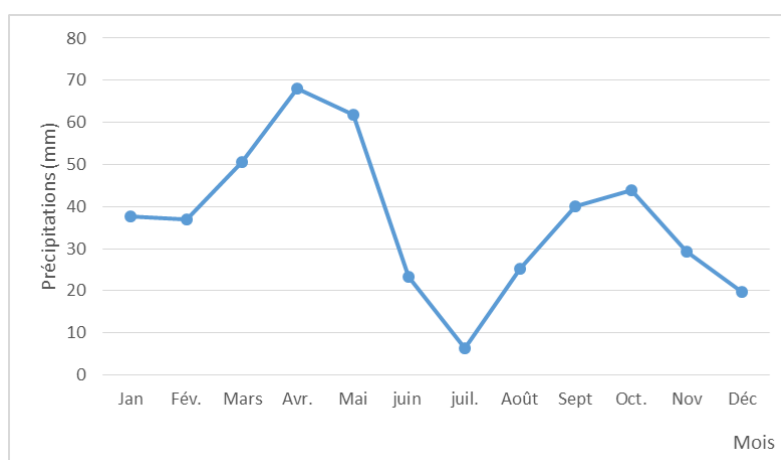


Figure 6. Evolution mensuelle des précipitations en mm dans <https://www.historique-meteo.net/> (Période 2013-2022).

La période pluviale s'étend de septembre à mai. Le mois d'avril est le plus pluvieux avec 67,9 mm pour la période considérée, alors que le mois de juillet est le plus sec avec 8,1 mm pour cette même période.

a. Régime saisonnier des précipitations

Il est admis que ce n'est pas le total des pluies qui influe sur la végétation, mais surtout, leurs répartitions dans l'année. Selon (Despois, (1955) in Beghami, 2013), l'étude du régime des pluies est plus instructive que de comparer des moyennes ou des totaux annuels. Tout comme pour l'ensemble de l'Algérie du nord, dans la zone des Aurès, les pluies sont caractérisées par leurs irrégularités spatio-temporelles (Belloum, 1993 ; Meharzi, 2010 in Beghami, 2013).

Matériel et Méthodes

Pour l'analyse des régimes saisonnier, nous avons réduit les 12 valeurs mensuelles à 4 valeurs saisonnières (**Tableau 3**).

Tableau 3. Régime saisonnier des précipitations de la station Khenchela. (Période 2013-2022).

Saison	Hiver (Déc, Jan, Fév)	Printemps (Mar, Avr, Mai)	Eté (Juin, Juil,Aou)	Automne (Sep, Oct, Nov)	Total (mm)	Type de régime
P (mm)	86,8	190,3	61,9	112,1	451,1	PAHE

Source : <https://www.historique-meteo.net/>

L'examen du tableau 4 permet de distinguer que la zone d'étude bénéficie d'un régime de précipitation de type PAHE caractérisé par le maximum de pluviosité au printemps (190, 3 mm), suivie de l'automne avec (112,1mm).

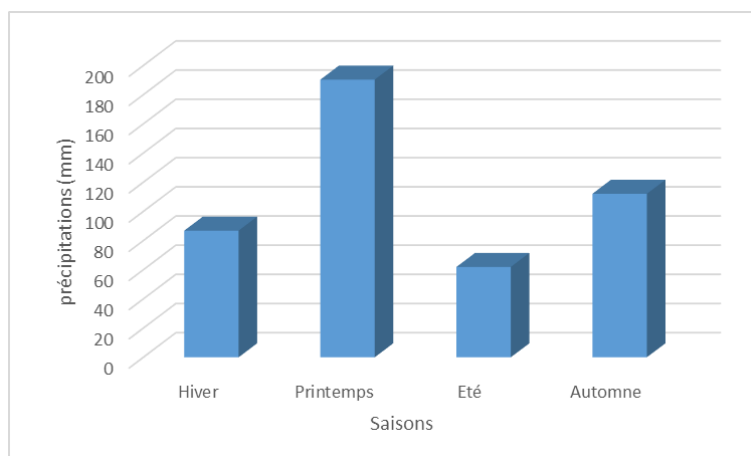


Figure 7. Régime saisonnier de la station de Khenchela (période 2013-2022).

Cela est très profitable pour la végétation du moment qu'il coïncide avec la reprise végétative. La saison d'hiver reste particulièrement humide suivant les précipitations enregistrées (86,8mm). Par contre, la saison estivale est caractérisée par de basses précipitations (61,9mm). Elles sont en majorité des pluies orageuses.

Matériel et Méthodes

1.7.3. Humidité relative (%)

L'humidité relative est la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air par rapport à la quantité maximale de vapeur d'eau que cet air peut contenir à température et pression Constantes où elle s'exprime en pourcentage (Valle et al, 1999).

Cette humidité relative agit directement sur la densité des populations végétales et indirectement sur la faune en provoquant une diminution du nombre d'individus lorsque les conditions hygrométriques sont défavorables pour les organismes vivants (Dajoz,1971). Les valeurs de l'humidité relative moyennes mensuelles pour un période 2013-2022 dans la région de Khanchela sont portées dans le tableau 4.

Tableau 4. Moyennes mensuelles de l'humidité relative dans la station de Khenchela (période 2013-2022).

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov	Déc
H(%)	76	73,4	66,2	58,6	47,4	41,4	41,1	46,3	58,8	66,2	73,4	77,6

Source : <https://www.historique-meteo.net/>

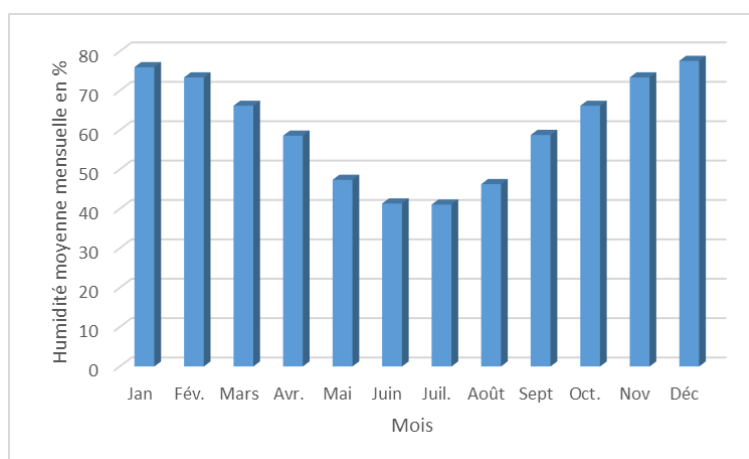


Figure 8. Humidité moyenne mensuelle % dans la station de khenchela (période 2013-2022).

D'après (**Tableau 4**) et (**Figure 8**), la valeur maximale de l'humidité relative moyenne est enregistrées au mois de Décembre soit 77.6% par contre la valeur minimale est notée pour le mois de Juillet avec 41.1%.

1.7.4. Synthèse climatique

Les facteurs climatiques n'ont pas une véritable indépendance en météorologie et en écologie (Sauvage, 1963), d'où l'intérêt de formules climatiques proposées par des auteurs pour une étude synthétique du climat (Barka, 2016).

1.7.4.1. Diagramme ombrothermique de Gausсен et Bagnouls

De nombreux auteurs ont proposé diverses formules pour caractériser la saison sèche. Selon Bagnouls Et Gausсен (1953), un mois est dit biologiquement sec si, « le total mensuel des précipitations, exprimées en mm, est égal ou inférieur au double de la température moyenne, exprimé en degrés centigrades » ; cette formule (P inférieur ou égal $2T$) permet de construire des diagrammes ombrothermiques traduisant la durée de la saison sèche.

Pour localiser les périodes humides et sèches de la région de Béni_Oudjana, nous avons tracé le diagramme ombrothermique pour la période allant de 2013 à 2022 en utilisant les données thermométriques et pluviométriques recueillies de la station de Khenchela (**Figure 9**).

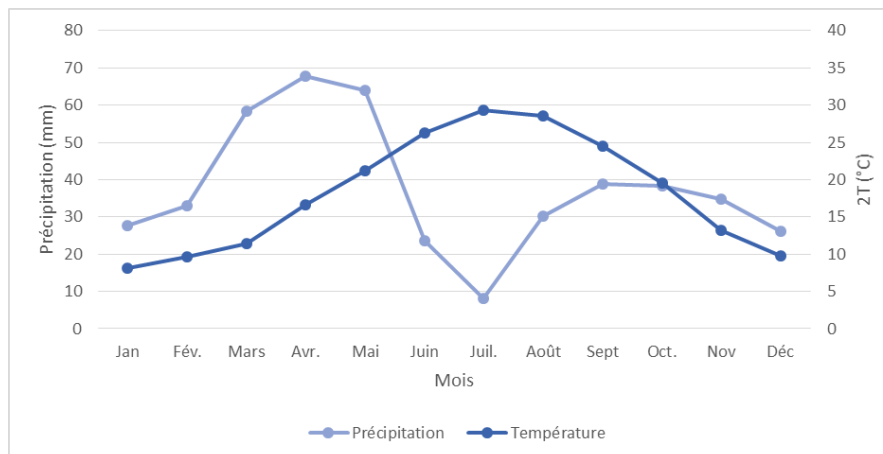


Figure 9. Diagramme ombrothermique de Gausсен et Bagnouls (Khenchela).

La période sèche de l'année est la partie du diagramme où la courbe thermique est au-dessus de celle des pluies. (**Figure 9**) montre que la station de Khenchela présente une saison sèche qui s'étale 5 mois allant de mi-Mai à Octobre.

1.7.4.2. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger

Le système d'Emberger permet la classification des différents climats méditerranéens (Dajoz, 1985-2003). Cette classification fait intervenir deux facteurs essentiels, d'une part la sécheresse représentée par le quotient pluviothermique Q_2 en ordonnées et d'autre part la moyenne des températures minimales du mois le plus froid en abscisses. Il est défini par la formule simplifiée suivante (Stewart, 1969) :

$$Q_2 = 3.43 P / (M - m) \text{ , d'où :}$$

P : pluviométrie annuelle en mm.

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

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

Le quotient pluviothermique est d'autant plus élevé que le climat est plus humide (Dajoz, 1985).

Les valeurs des paramètres Q_2 , P, M, m sont consignées dans le tableau 5.

Tableau 5. Valeurs du quotient pluviométrique d'Emberger de la station de Khenchela (période 2013-2022).

Paramètres	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q_2	Etage bioclimatique
Station de Khenchela	451,1	34,5	4,4	51,1	Semi-aride tempéré

Source : <https://www.historique-meteo.net/>

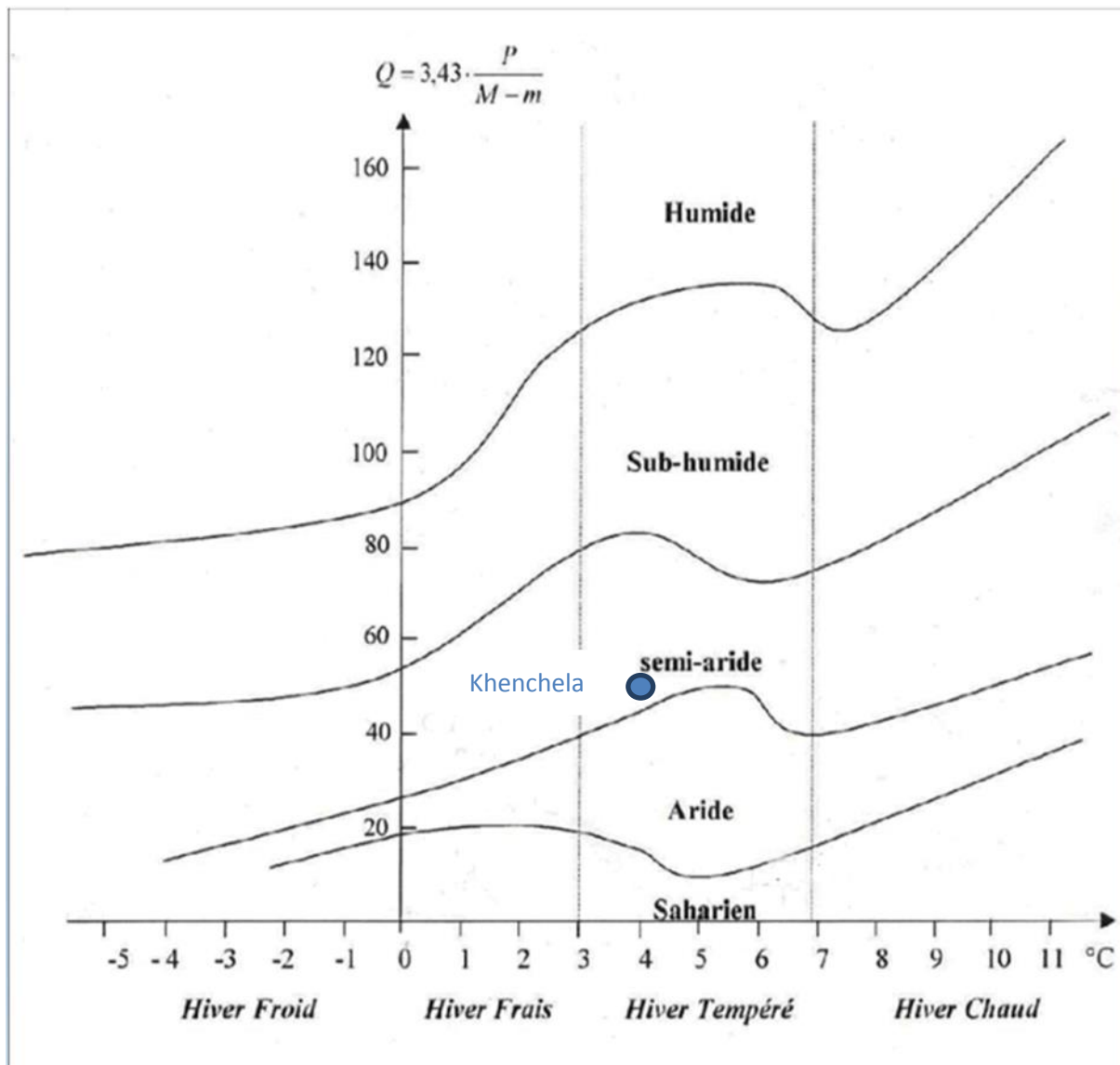


Figure 10. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger.

2. Méthodologie

2.1. Choix des sites, Localisation et description des sites d'étude

Avant de commencer nos sorties de terrain, nous avons réalisé une sortie de prospection afin de sélectionner des zones d'échantillonnage sur lesquelles nous travaillerons

2.1.1. Choix des sites

Le choix a été porté sur trois sites pour le sol et six sites pour l'inventaire floristique. Ceci est effectué dans le but de mieux recenser, à titre exhaustif, la flore qui s'y développe et faire ressortir la diversité floristique existante au niveau de la zone d'étude.

2.1.2. Localisation et description des sites du sol

Site 1	
Préleveur	Abbad et Saoula
Longitude	6.813562
Latitude	35.458611
Altitude	1093



Figure 11. Site 01(Prise personnelle Saoula et Abbad, 2023).

Matériel et Méthodes

Site 2	
Préleveur	Abbad et Saoula
Longitude	6.799172
Latitude	35.431862
Altitude	1319



Figure 12. Site 02 (Prise personnelle Saoula et Abbad, 2023).

Site 3	
Préleveur	Abbad et Saoula
Longitude	6.766419
Latitude	35.412016
Altitude	1603 m



Figure 13. Site 03 (Prise personnelle Saoula et Abbad, 2023).

2.1.3. Localisation et description des stations des relevés floristiques

Les six sites objet de nos inventaires floristiques se localisent dans la forêt domaniale de Bénis_Oudjana.

Tableau 6. Caractérisation générale des six sites d'étude dans la forêt de Bénis_Oudjana.

Caractérisation des stations	Site 01	Site 02	Site 03	Site 04	Site 05	Site 06
Coordonnées (GPS):	35.458611°N 6.813562°E	35.431862°N 6.799172°E	35.412016°N 6.766419°E	35.449444°N 6.829167°E	35.436111°N 6.809722°E	35.432222°N 6.798611°E
Altitude	1088 m	1331 m	1593 m	1147 m	1292 m	1331 m
Pente	5%	7%	10%	10%	12%	15%

2.2. Prélèvement des échantillons du sol

L'échantillonnage du sol a été effectué durant les saisons : hiver, automne, printemps dans la forêt de Bénis_Oudjana dans 3 sites.

2.2.1. Sur terrain

Le matériel ci-dessous (**Tableau 7**) a été utilisé sur terrain.

Tableau 7. Matériels et outils utilisés sur terrains







		
Quadrat 1X1: Pour le prélèvement des échantillons	Système de positionnement global (GPS) : Pour le prélèvement des coordonnées géographiques	Bloc note de terrain : Pour noter les informations
		
La pelle et la pioche : Outils pour creuser	Mètre ruban (décamètre) : Pour mesurer la distance	

2.2.2. Au niveau du laboratoire

Le matériel ci-dessous a servi pour les analyses physico-chimiques du sol.

Matériel et Méthodes

Tableau 8. Matériels et outils utilisés au laboratoire

		
<p>Balance MIR BOX SF-400 : Pour les pesées des échantillons du sol</p>	<p>Balance de précision AXIS : Pour peser les produits chimiques</p>	<p>Agitateur magnétique : Pour homogénéiser les constituants des échantillons</p>
		
<p>Tamis de laboratoire standard en acier inoxydable avec fond 2 mm et 1,6 mm : Pour tamiser le sol</p>	<p>Burette : Pour la titration des solutions</p>	<p>Bain-marie : Pour incuber les échantillons</p>

Matériel et Méthodes

		
<p>pH-mètre : Pour mesure le pH des solutions</p>	<p>Conductimètre de paillasse : Pour mesurer la conductivité des solutions</p>	<p>Spectrophotomètre à flamme : Pour le dosage des Na^+ Ca^{2+} K^+</p>
		
<p>Spectrophotomètre de type JENWAY : pour la lecture des DO des solutions</p>	<p>Centrifugeuse : Pour séparer en différentes phases les éléments d'une solution</p>	<p>Pompe à filtration sous vide : pour la filtration des solutions du sol</p>

2.2.3. Préparation du sol

Les échantillons collectés sont séchés à une température ambiante au laboratoire pendant 14 jours (Figure 14) (Nijimber et al., 2020) et serviront aux analyses physico-chimiques ensuite pour obtenir la partie fine du sol les échantillons ont été tamisées à travers un tamis d'un diamètre de 2 mm puis à 1,6 mm de diamètre.



Figure 14. Séchage du sol (prise personnelle Saoula et Abbad, 2023).

2.2.3.1. Le fractionnement physique

Le tri du sol permet la reconnaissance des déchets, et des cailloux, graviers et des débris organiques grossiers qui seront éliminés manuellement.

2.2.4. Méthode d'analyse physico-chimique

Les paramètres suivants ont été analysés

1. pH
2. CE (Conductivité électrique) ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
3. Calcaire totale
4. Calcaire actif
5. Carbone organique
6. Matière organique
7. Azote total

Matériel et Méthodes

8. Phosphore assimilable
9. Fer
10. Nitrates (NO_3^-)
11. Dosage des cations (Sodium, Potassium et Calcium)
12. Rapport C/N

2.2.4.1. pH (Potentiel hydrogène)

La mesure de pH d'une suspension de sol dans l'eau (pH eau) rend compte de la concentration en ions H_3O^+ à l'état dissocié dans le liquide surnageant. Le pH est un mode d'expression de la concentration en ions H^+ d'un liquide. Il s'exprime selon une échelle de 0 à 14 (Baise, 2018).



Figure 15. Filtration de la solution sol/eau et mesure du pH de l'extrait obtenu.

2.2.4.2. Conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

La conductivité électrique d'une solution du sol est un indice des teneurs en sels solubles dans le sol, elle exprime approximativement la concentration des solutés ionisables présentes dans l'échantillon c'est-à-dire son degré de salinité. Cette propriété électrochimique est basée sur le fait que la conductance (inverse de la résistance électrique, ohm Ω) d'une solution s'accroît au fur et à mesure que les concentrations en cations et anions, porteurs de charges électriques, augmentent. En science du sol, la conductivité électrique (CE) est exprimé en mmho.cm ou dS.m (mmho= milimho, S= siemens) à une température de 25°C (Mathieu et al., 2003).



Figure 16. Filtration de la solution sol/eau et mesure de la CE de l'extrait obtenu.

2.2.4.3. Calcaire total

Dosage de calcaire total dans les différents types de sol selon la méthode de (Baize et Jabiol,1995).Le volume de CO_2 dégagé permet de déterminer la quantité de Ca CO_3 .



Figure 17. Extraction de calcaire total.

2.2.4.4. Calcaire actif

Le calcaire actif correspond au calcaire Ca CO_3 fin facilement solubilisé. Au contact d'une solution d'oxalate d'ammonium. Ce calcaire fin se transforme en oxalate insoluble. Le reliquat ou le reste de solution d'oxalate d'ammonium non utilisé est dosé par une solution de permanganate de potassium (Soltner, 2003).



Figure 18. Dosage de calcaire actif.

2.2.4.5. Carbone Organique

Le carbone organique est le principal constituant des matières organiques. Il représente environ 50% de celles-ci, suivi de l'oxygène (40%), de l'hydrogène (5%), de l'azote (4%) et du soufre (1%).

Dans les analyses de terre, la quantité de matières organiques du sol est connue à partir d'une mesure de teneur en carbone organique. Elle correspond à une concentration de carbone organique dans le sol.



Figure 19. Titration de la solution sol avec le sel de Mohr et changement de la solution de la couleur orange - brun vers le vert.

2.2.4.6. Matière organique

Les débris végétaux de toute nature, feuilles, rameaux morts qui tombent sur le sol, constituent la source essentielle de la matière organique. Dès leur arrivée au sol, ils sont plus ou moins rapidement décomposés par l'activité biologique (Mathieu et Pielain, 2009).

2.2.4.7. Azote total

L'azote est l'un des éléments nutritifs les plus importants pour la croissance des plantes et joue un rôle clé dans le métabolisme des organismes vivants (Smith et al., 2018). Dans les systèmes agricoles, la disponibilité d'azote peut être un facteur limitant pour la productivité des cultures (Galloway et al., 2013).



Figure 20. Lecture de la densité optique par spectrophotométrie.

2.2.4.8. Phosphore assimilable

C'est l'ensemble du phosphore d'un système sol -solution qui peut rejoindre la solution sous forme d'ions phosphate pendant un temps compatible avec les possibilités de prélèvement du végétal en croissance (Mathiew et Pieltain, 2003).



Figure 21. Filtration de la solution du sol et incubation des échantillons.

2.2.4.9. Fer

Selon la méthode analytique de la spectrophotométrie pour mesurer la concentration de fer dans la solution sol. Cette méthode de base sur la formation d'un réactif approprié. La lecture de l'absorbance ou de l'intensité de couleur permettra de déterminer la concentration.

2.4.10. Nitrates (NO_3^-)

Le nitrate (NO_3^-) est un ion produit au cours du cycle de l'azote, particulièrement soluble dans l'eau et responsable d'une pollution des eaux. La principale source d'azote réside dans l'atmosphère sous forme de di azote (N_2) qui représente un peu moins de 80% de la composition de l'air. Les nitrates (ou azote nitrique) représentent la forme azotée souvent la plus présente dans les eaux naturelles. Les nitrates constituent la composante principale de l'azote inorganique (N inorganique) ou minéral, lui-même inclus majoritairement dans l'azote global (NGL) ou azote total (NT) avec une autre composante, l'azote organique (N organique) (Rodier et *al*, 2009)

2.4.11. Dosage des cations (Sodium et Potassium, Calcium)

Les ions en solution sont portés, au moyen d'une flamme de température convenable à un niveau énergétique supérieur à la normal (on dit que les atomes sont excités par la

Matériel et Méthodes

flamme). Libérés de la flamme, ils restituent l'énergie acquise en émettant une radiation caractéristique de l'élément. On pulvérise donc au moyen d'un gicleur, la solution à doser dans une flamme de température déterminée par l'élément que l'on recherche. On sélectionne la radiation attendu eau moyen d'un filtre.

L'intensité de la radiation est proportionnelle à la concentration de l'élément présent dans la solution.

On établit donc une gamme étalon pour chaque élément dosé et l'on s'y réfère pour déterminer une concentration inconnue. Le sodium et le potassium sont dosés à partir de la même solution étalon à des sensibilités différentes du photomètre de flamme. Le calcium est dosé par sa gamme étalon propre. (Larouse L, 2014).

2.4.12. Rapport C/N

C'est un indicateur de l'activité biologique des sols, Il renseigne sur :

- le degré d'évolution de la matière organique,
- l'activité biologique,
- le potentiel de fourniture d'azote par le sol (minéralisation). (LCA, 2008)
- Si le rapport C/N est inférieur à 8, la dégradation de la matière organique est excessive. Le sol est inapte à entretenir la masse microbienne qui décroît en raison de l'insuffisance en carbone. Un apport de matière organique fraîche (non compostée) est fortement recommandé.
- Si le rapport C/N est compris entre 8 et 11, la matière organique évolue correctement.
- Si le rapport C/N est supérieur à 11, l'évolution de la matière organique est freinée en raison de l'incapacité de la microflore du sol à se multiplier (défaut d'azote). Pour y remédier, un amendement à base de matière végétale riche en azote (exemple : engrais vert ou compost riche en azote) est particulièrement recommandé.

3.3. Inventaire et méthodes d'échantillonnage

3.3.1. Stratégie d'échantillonnage et relevés floristiques

Le but de cet inventaire est d'être exhaustif des espèces végétales présentes dans notre zone d'étude. Ses principes fondateurs comprennent un relevé de toutes les espèces végétales rencontrées dans trois écosystèmes sélectionnés situés dans le massif forestier de Bénis_Oudjana .

L'inventaire de la végétation a été réalisé selon la méthode de Braun llonnage stratifié (Frontier, 1982 cité par Bouazza et al., 2001).

Il Blanquet (1951), dans des stations représentatives, et appuyé par un échantiest important que la surface des relevés soit suffisant pour comprendre la quasi-totalité des espèces présentes sur la surface de végétation floristiquement homogène considérée, « ce qui correspond à l'aire minima » (Abdessemed, 1981).

Dans notre cas, Les inventaires floristiques ont été faits sur des placettes carrées de 20 x 20 m (400m²). Cette surface est classiquement utilisée en écologie forestière, car cette résolution de mesure est en parfaite adéquation avec la perception des phénomènes écologiques concernant la flore vasculaire dans ce type d'écosystème (Daget et Godron 1982 ; Lepart et Escarré 1993 ; Brakman 1989 ; Deconchat 1999 ; Austin 1999 in Cheikh al Bassatneh, et al., 2007).

3.3.2. Méthode phytosociologique (Braun Blanquet)

La méthode phytosociologique choisie est celle de Braun Blanquet, basée essentiellement sur l'association végétale, elle a été définie par Guinochet (1973), « une association végétale est une combinaison originale d'espèces dont certaines dites caractéristiques, lui sont particulièrement liées, les autres étant qualifiées de compagnes » (Aafi, 2007).

De plus, elle permet une étude complète de la végétation et de sa répartition biogéographique, de repérer tous les milieux écologiques et de déterminer les bioclimats et la zonation altitudinale en utilisant la technique des relevés (Boulâacheb, 2009). Ces relevés phytosociologiques doivent être réalisés sur une surface susceptible

de contenir la quasi-totalité des espèces de l'association présentes sur la surface de végétation floristiquement homogène, ou surface minimum (Aafi et al., 2005).

En effet, pour l'étude de la végétation du massif forestier des Béni Melloul, nous retiendrons la méthode sigmatiste développée par Braun-Blanquet (1949), qui se base sur la notion d'association végétale. C'est l'une des méthodes les plus utilisées dans ce domaine. Elle est utilisée au Maroc (Aafi, 2007) pour décrire les structures végétales par de nombreux auteurs : Barbero et *al.* (1981), Benabid (1982).

Cette démarche reste plus que jamais d'actualité puisque certains pays (Etats Unis, Royaume-Uni, ...etc.) ont engagé récemment des programmes nationaux à ce sujet (Bouzillé, 2007).

Chaque relevé floristique recense toutes les espèces présentes, leurs localisations dans le carré, leurs taux de recouvrement et leurs sociabilités.

3.4. Analyse par les indices écologiques

3.4.1. Richesse spécifique totale « S »

La richesse spécifique totale (S) est le nombre d'espèces contractées au moins une seule fois au terme de N relevés effectués. L'adéquation de ce paramètre à la richesse réelle est bien entendu d'autant meilleure que le nombre de relevés est plus grand (Blondel, 1975 ; Magurran, 2004 in Chenchouni, 2010).

3.4.2. Indice de diversité de Shannon « H »

Selon Dajoz (1975), la diversité est la fonction de la probabilité P_i de présence de chaque espèce i par rapport au nombre total d'individus.

Il se calcule par la formule suivante :

$$H' = -\sum (n_i / N \cdot \ln (n_i / N))$$

H' : diversité spécifique.

N : somme des effectifs des espèces

n_i : Effectif de la population de l'espèce i .

3.4.3. Indice d'équitabilité « E »

Selon Dajoz (2000), c'est la distribution du nombre d'individus par espèces. Elle est le rapport entre la diversité maximale (H max), elle s'exprime comme suite :

$$E = H' / H \text{ max}$$

$$H \text{ max} = \ln S$$

S: Est le nombre d'espèces formant le peuplement.

L'indice d'équitabilité permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique. Sa valeur varie de 0 (dominance d'une des espèces) à 1 (équitabilité des individus dans les espèces)

$E \leq 50\%$ non équitable.

$E > 50\%$ équitable.

Chapitre 2

Résultats et Discussion

1. Analyses physico-chimiques du sol

1.1. pH

La figure ci-dessous illustre les résultats du pH du sol.

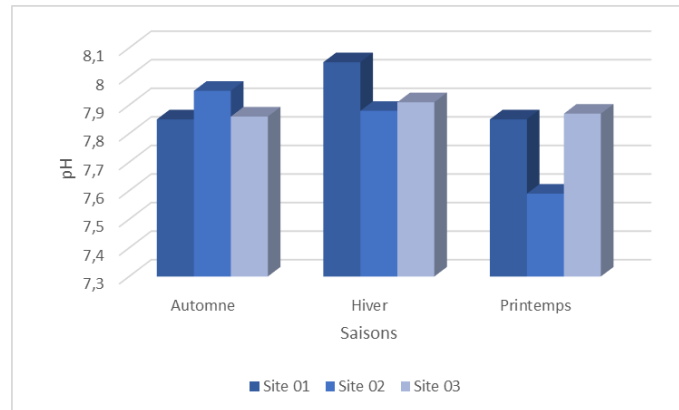


Figure 22. Résultats du pH selon les saisons.

Les résultats du (Figure 22) montre que le pH varie en fonction des trois sites selon les saisons. La valeur la plus élevée est enregistrée dans le site 01 (8,05) dans la saison d'hiver, la valeur la plus basse est enregistrée dans le site 02 (7,59) dans la saison du printemps.

1.2. La conductivité électrique en ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

La figure ci-dessous illustre les résultats de la CE du sol.

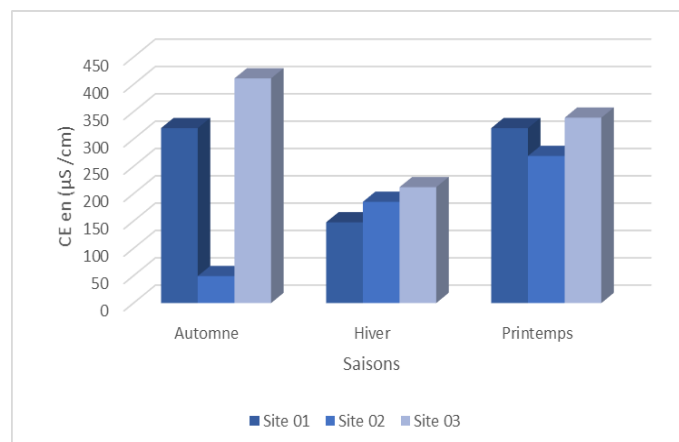


Figure 23. Résultats du la CE selon les saisons.

Résultats et Discussion

Les résultats du (**Figure 23**) montre que la CE varie en fonction des trois sites selon les saisons. La valeur la plus élevée est enregistrée dans le site 03 (339 $\mu\text{S}/\text{cm}$) dans la saison de printemps, la valeur la plus basse est enregistrée dans le site 02 (49,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$) dans la saison d'automne.

1.3. Calcaire total (Ca CO₃)

La figure ci-dessous illustre les résultats du Ca CO₃ du sol.

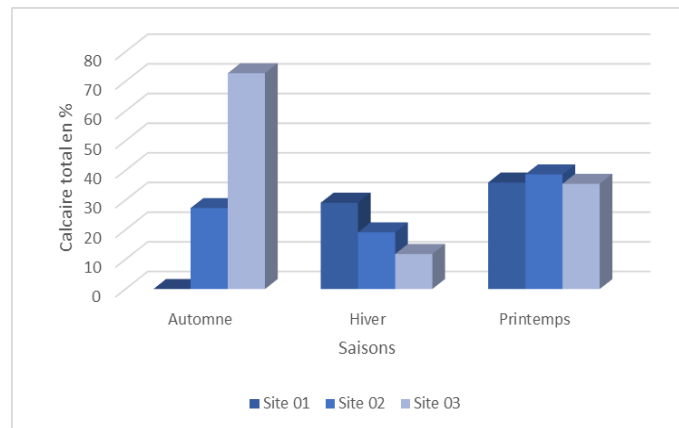


Figure 24. Résultats du Ca CO₃ selon les saisons.

Les résultats du (**Figure 24**) montrent que le Ca CO₃ varie en fonction des trois sites selon les saisons. La valeur la plus élevée est enregistrée dans le site 03 (72,768 %) dans la saison d'automne, la valeur la plus basse est enregistrée dans le site 03 (11,82 %) dans la saison d'hiver.

1.4. Calcaire actif

La figure ci-dessous illustre les résultats du calcaire actif du sol.

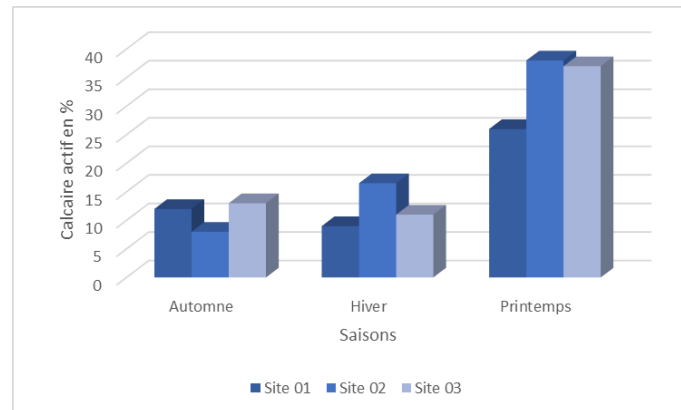


Figure 25. Résultats du calcaire actif selon les saisons.

Les résultats du (**Figure 25**) montre que le calcaire actif varie en fonction des trois sites selon les saisons. La valeur la plus élevée est enregistrée dans le site 02 (38 %) dans la saison de printemps, la valeur la plus basse est enregistrée dans le site 02 (8 %) dans la saison d'automne.

1.5. Carbone organique

La figure ci-dessous illustre les résultats du carbone organique du sol.

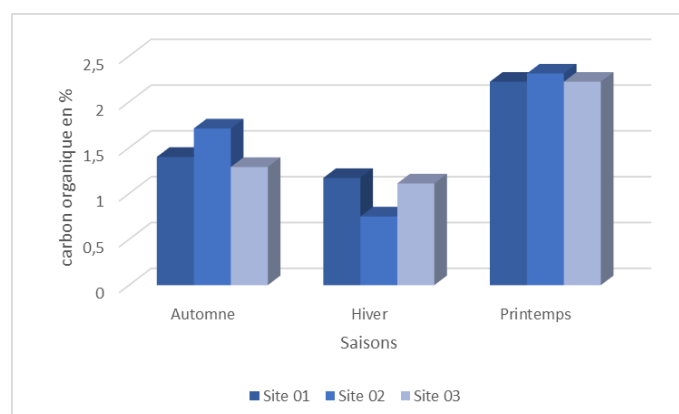


Figure 26. Résultats du carbone organique selon les saisons.

Les résultats du (**Figure 26**) montre que le carbone organique varie en fonction des trois sites selon les saisons. La valeur la plus élevée est enregistrée dans le site 02 (2,31 %)

Résultats et Discussion

dans la saison de printemps, la valeur la plus basse est enregistrée dans le site 02 (0,75 %) dans la saison d'hiver.

1.6. Matière organique

La figure ci-dessous illustre les résultats de matière organique du sol.

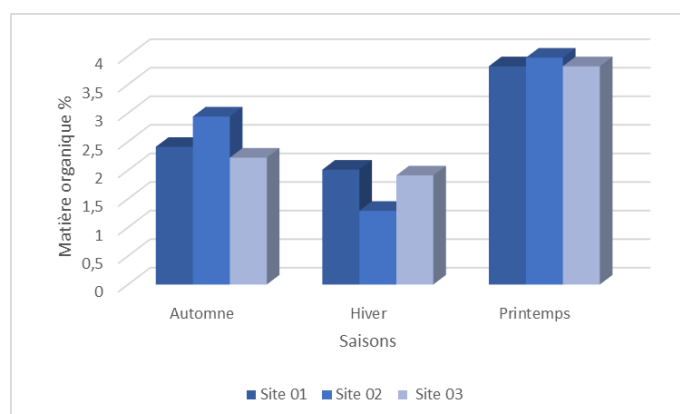


Figure 27. Résultats de la matière organique selon les saisons.

Les résultats du (**Figure 27**) montrent que la matière organique varie en fonction des trois sites selon les saisons. La valeur la plus élevée est enregistrée dans le site 02 (3,97 %) dans la saison de printemps, la valeur la plus basse est enregistrée dans le site 02 (1,29 %) dans la saison d'hiver.

1.7. Azote total

La figure ci-dessous illustre les résultats de l'azote total du sol.

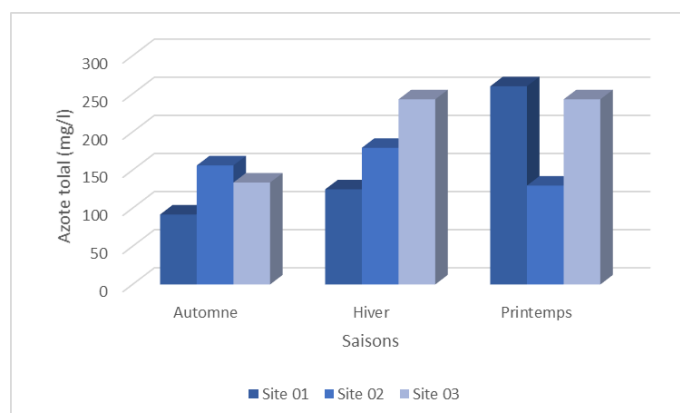


Figure 28. Résultats d'azote total selon les saisons.

Résultats et Discussion

Les résultats du (**Figure 28**) montre que l'azote total varie en fonction des trois sites selon les saisons. La valeur la plus élevée est enregistrée dans le site 03 (242,818 mg/l) dans la saison de printemps, la valeur la plus basse est enregistrée dans le site 01 (91,792 mg/l) dans la saison d'automne.

1.8. Phosphore assimilable

La figure ci-dessous illustre les résultats de phosphore assimilable du sol.

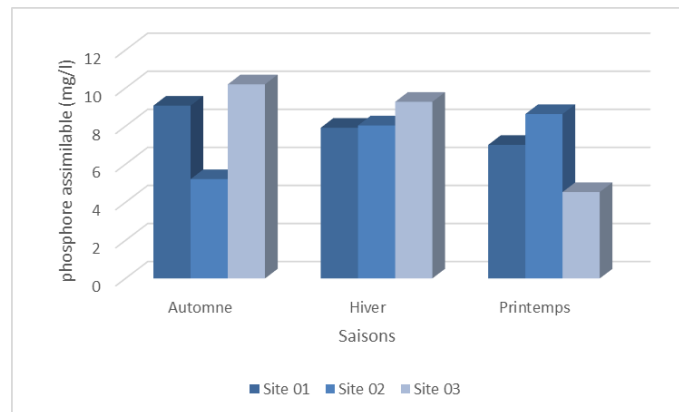


Figure 29. Résultats du phosphore assimilable selon les saisons.

Les résultats du (**Figure 29**) montre que phosphore assimilable varie en fonction des trois sites selon les saisons. La valeur la plus élevée est enregistrée dans le site 03 (10,20 mg/l) dans la saison d'automne, la valeur la plus basse est enregistrée dans le site 03 (4,54 mg/l) dans la saison de printemps.

1.9. Fer

La figure ci-dessous illustre les résultats de phosphore assimilable du sol.

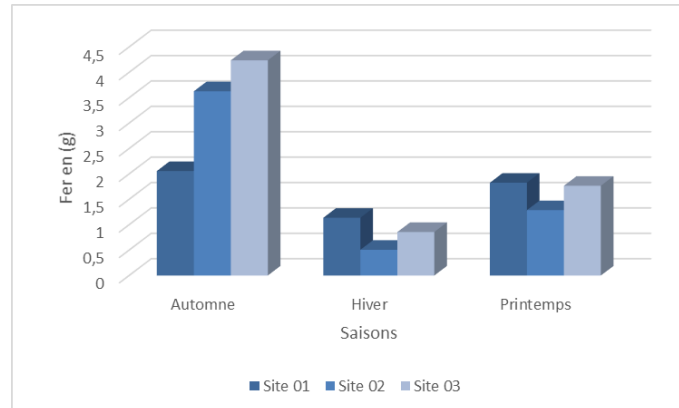


Figure 30. Résultats du Fer selon les saisons.

Les résultats du (Figure 30) montre que phosphore assimilable varie en fonction des trois sites selon les saisons. La valeur la plus élevée est enregistrée dans le site 03 (4,237 g) dans la saison d'automne, la valeur la plus basse est enregistrée dans le site 02 (0,507 g) dans la saison d'automne.

1.10. Nitrate (NO_3^-)

La figure ci-dessous illustre les résultats du nitrate du sol.

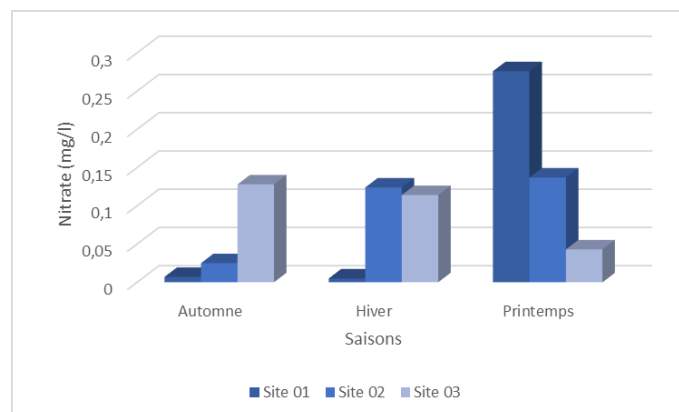


Figure 31. Résultats du nitrate selon les saisons.

Les résultats du (Figure 31) montre que nitrate varie en fonction des trois sites selon les saisons. La valeur la plus élevée est enregistrée dans le site 01 (0,276 mg/l) dans la saison

Résultats et Discussion

de printemps, la valeur la plus basse est enregistrée dans le site 01 (0,005 mg/l) dans la saison d'hiver.

1.11. Cations (Sodium et Potassium, Calcium)

Sodium (Na⁺)

La figure ci-dessous illustre les résultats du Sodium du sol.

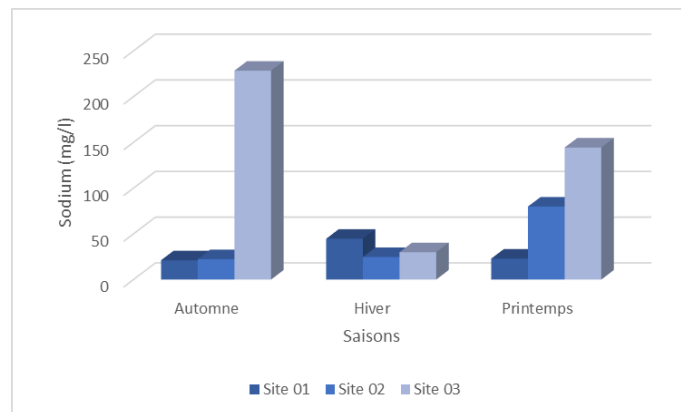


Figure 32. Résultats du sodium selon les saisons.

Les résultats du (**Figure 32**) montre que sodium varie en fonction des trois sites selon les saisons. La valeur la plus élevée est enregistrée dans le site 03 (228,3323 mg/l) dans la saison d'automne, la valeur la plus basse est enregistrée dans le site 01 (21,1283 mg/l) dans la saison d'automne.

Calcium (Ca²⁺)

La figure ci-dessous illustre les résultats du Sodium du sol.

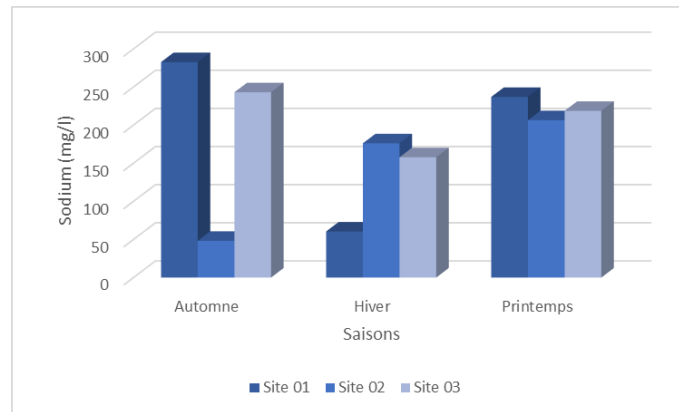


Figure 33. Résultats du calcium selon les saisons.

Les résultats du (**Figure 33**) montre que calcium varie en fonction des trois sites selon les saisons. La valeur la plus élevée est enregistrée dans le site 01 (282,5839 mg/l) dans la saison d'automne, la valeur la plus basse est enregistrée dans le site 02 (48,2565 mg/l) dans la saison d'automne.

Potassium (K⁺)

La figure ci-dessous illustre les résultats du Potassium du sol.

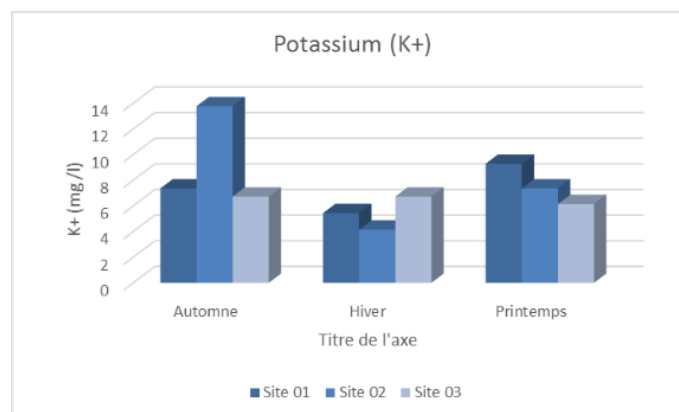


Figure 34. Résultats du potassium selon les saisons.

Les résultats du (**Figure 34**) montre que potassium varie en fonction des trois sites selon les saisons. La valeur la plus élevée est enregistrée dans le site 02 (13,7720 mg/l) dans la saison d'automne, la valeur la plus basse est enregistrée dans le site 02 (4,1530 mg/l) dans la saison d'hiver.

1.12. Rapport C/N

La figure ci-dessous illustre les résultats du rapport C/N du sol.

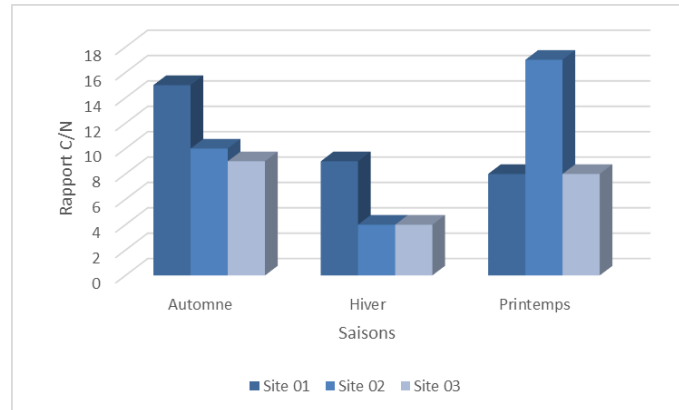


Figure 35. Résultats du rapport C/N selon les saisons.

Les résultats du (**Figure 35**) montrent que rapport C/N varie dans les trois sites selon les saisons. La valeur la plus élevée est enregistrée dans le site 02 (17) dans la saison de printemps, la valeur la plus basse est enregistrée dans les sites 02 et 03 (4) dans la saison d'hiver.

2. Inventaire systématique de la flore recensée dans le massif de Bénis_Oudjana

La flore de notre zone d'étude englobe plusieurs espèces de plantes méditerranéennes. Les plantes inventoriées sont groupées dans (**Tableau 23**), présentées par Classe, famille, Espèce sont affectés à chaque espèce.

Résultats et Discussion

Tableau 9. Liste des espèces floristiques recensées dans le massif forestier de Béni_Oudjana, réparties par classes, familles, Espèce et leur Présence-Absence dans les six sites étudiés (+ : espèce présente, - : espèce absente).

Classe	Famille	Espèce	Site 01	Site 02	Site 03	Site 04	Site 05	Site 06
Equisetopsida	Asparagaceae	<i>Asparagus acutifolius</i>	+	-	-	+	-	-
Liliopsida	Poaceae	<i>Ampelodesmas mauritanicus</i>	+	+	-	+	+	-
Magnoliopsida	Adoxaceae	<i>Adoxa moschatellina</i>	-	-	+	-	-	-
Magnoliopsida	Apiaceae	<i>Petroselinum crispum</i>	-	-	+	-	-	-
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Bellis annua</i>	-	+	-	-	-	-
		<i>Carlina salicifolia</i>	-	-	+	-	-	-
Magnoliopsida	Fabacea	<i>Retama sphaerocarpa</i>	+	+	-	-	-	+
		<i>Genista tricuspidata</i>	-	+	-	-	+	+
Magnoliopsida	Fagaceae	<i>Quercus ilex</i>	+	+	+	+	+	+
Magnoliopsida	Geraniceae	<i>Geranium rotundifolium</i>	-	-	+	-	-	-
Magnoliopsida	Lamiaceae	<i>Teucrium polium</i>	+	+	-	-	-	-
Magnoliopsida	Oleaceae	<i>Phillyrea angustifolia</i>	+	-	-	+	-	-
Magnoliopsida	Plantaginaceae	<i>Globularia alypum</i>	+	-	-	+	-	-
Magnoliopsida	Xanthorrhoeaceae	<i>Asphodelus ramosus</i>	-	+	-	-	-	-
Pinapsida	Cupressaceae	<i>Juniperus oxycedrus</i>	+	+	+	+	+	+
Pinopsida	Pinaceae	<i>Pinus halepensis</i>	+	-	-	+	-	-
		<i>Cedrus atlantica</i>	-	-	+	-	-	-
Nombre total d'espèces			9	8	7	7	4	4

Cette diversité floristique est dominée par la présence de 17 espèces appartenant à la classe des Magnoliopsida avec 71,43 %. Ces taxons sont répartis selon 10 familles, dont les plus

Résultats et Discussion

importantes : les Fabaceae (2 taxons), les Asteraceae (2 taxons). Suivies des familles des (Fagaceae, Plantaginaceae, Oleaceae, Lamiaceae, Asteraceae, Xanthorrhoeaceae, Geraniceae, Adoxaceae) qui ne sont représentées que par un (1) taxon (**Tableau 23**).

3. Analyse de la diversité floristique

Tableau 10. Valeurs globales par site de la richesse spécifique (S), de l'indice de diversité de *Shannon* (H'), la richesse théorique maximale ($H'max$) et de l'équitabilité (E), estimés pour le cortège floristique du massif forestier des Bénis_Oudjana.

Paramètres écologiques	Site 01	Site 02	Site 03	Site 04	Site 05	Site 06
S (espèces)	9	8	7	7	4	4
H'	1,714	1,716	1,101	1,869	1,256	1,281
H'max	3,169925	3	2,80735492	2,80735492	2	2
E	0,7799	0,8253	0,5656	0,9607	0,9059	0,9238

La richesse spécifique par site est de 17 espèces pour le site 01, 9 espèces pour le site 02 est 8 espèces pour le site 03 est 7 espèces pour le site 04 est 7 espèces pour le site 05 est 4 espèces pour le site 06 est 6 espèces. Les valeurs de l'indice de diversité de *Shannon* sont de 1,714%, 1,716%, 1,101%, 1,869%, 1,256% et 1,281% respectivement pour le site 01, le site 02, le site 03, le site 04, le site 05 et le site 06.

4. Analyse qualitative de la flore des sites étudiés selon les types biologiques et morphologiques

Tableau 11. Types biologiques et morphologique des espèces floristiques recensées.

Espèces	Types biologiques	Types morphologiques
<i>Asparagus acutifolius</i>	Chamaephytes	ligneuses vivaces
<i>Ampelodesmas mauritanicus</i>	Chamaephytes	herbacées vivaces
<i>Adoxa moschatellina</i>	Hémicryptophytes	herbacées vivaces
<i>Petroselinum crispum</i>	Hémicryptophytes	herbacée bisannuelle
<i>Bellis annua</i>	Thérophytes	herbacée annuelle

Résultats et Discussion

<i>Carlina salicifolia</i>	Hémicryptophytes	herbacées vivaces
<i>Retama sphaerocarpa</i>	Phanérophytes	ligneuses vivaces
<i>Genista tricuspidata</i>	Phanérophytes	ligneuses vivaces
<i>Quercus ilex</i>	Phanérophytes	ligneuses vivaces
<i>Geranium rotundifolium</i>	Hémicryptophytes	herbacées vivaces
<i>Teucrium polium</i>	Chamaephytes	herbacées vivaces
<i>Phillyrea angustifolia</i>	Phanérophytes	ligneuses vivaces
<i>Globularia alypum</i>	Chamaephytes	ligneuses vivaces
<i>Asphodelus ramosus</i>	Géophytes	herbacées vivaces
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Phanérophytes	ligneuses vivaces
<i>Pinus halepensis</i>	Phanérophytes	ligneuses vivaces
<i>Cedrus atlantica</i>	Phanérophytes	ligneuses vivaces

A travers la détermination des types biologiques de la flore du massif des Bénis_Oudjana, à savoir : Chamaephytes, Géophytes, Hémicryptophytes, Phanérophytes et Thérophytes. L'allure globale du spectre biologique caractérisant la flore de Bénis_Oudjana montre qu'il est dominé par les phanérophytes, représentées par 7 taxons (41,17%), puis par les hémicryptophytes et Chamaephytes représentées par 4 taxons (23,52%) et 4 taxons (23,52%). Le taux le plus faible revient aux Géophytes et Thérophytes par 1 taxon (5,88%) et 1 taxon (5,88%) (**Tableau 25**).

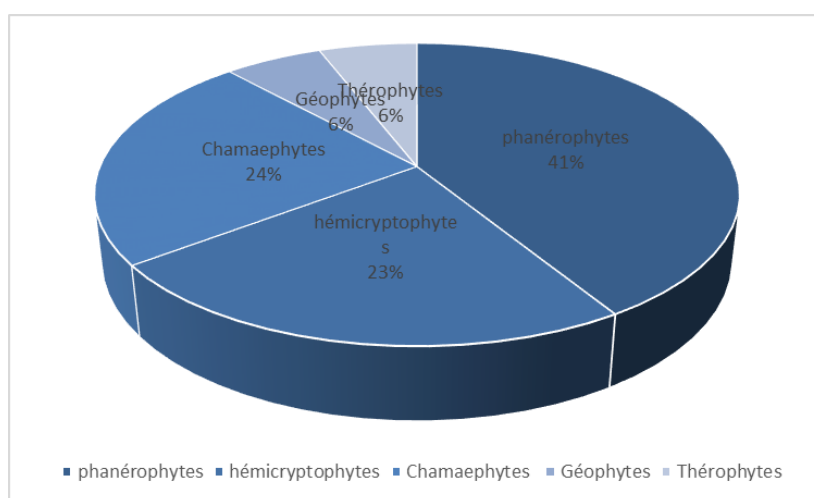


Figure 36. Types biologiques des espèces floristiques recensées.





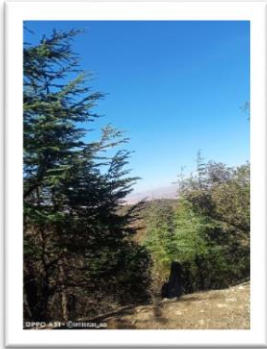

Résultats et Discussion

Le (Tableau 25) montre une prédominance des ligneuses vivaces (9 taxons) sur les herbacées vivaces (6 taxons) et les herbacée bisannuelle, herbacée annuelle sont les moins représentés (1 taxon) et (1 taxon).

5. Inventaire Floristique globale

Les inventaires effectués dans les six sites d'étude ont été clôturés par une identification de l'ensemble de l'herbier réalisé, permettant ainsi d'avoir une première vue d'ensemble de la richesse floristique (Tableau 23) .permis de dénombrer au total 17 taxons végétales appartenant à 14 familles. Le nombre de taxon est répartis en familles est comme suite : les Pinaceae (2 espèces) ; les Fabaceae (2 espèces), Asteraceae (2 taxons).Le reste des familles est représenté que par un seul taxon, il s'agit des Cupressaceae, Fagaceae, Plantaginaceae, Oleaceae, Asparagaceae, Lamiaceae, Asteraceae,Xanthorrhoeaceae .

Tableau 12. Ensemble de la végétation inventoriées dans les sites d'études.

 <p>Famille : Pinaceae Espèce : <i>Pinus halepensis</i></p>	 <p>Famille : Cupressaceae Espèce : <i>Juniperus oxycedrus</i></p>	 <p>Famille : Poaceae Espèce : <i>Ampelodesmos Mauritanicus</i></p>
 <p>Famille : Plantaginaceae Espèce : <i>Globularia alypum</i></p>	 <p>Famille : Pinaceae Espèce : <i>Cedrus atlantica</i></p>	 <p>Famille : Oleaceae Espèce : <i>Phillyrea angustifolia</i></p>

Résultats et Discussion

 <p>A photograph of a dried plant specimen with a thick, gnarled root system and several green, lanceolate leaves attached to a woody stem.</p>	 <p>A photograph of a live plant with dark, glossy, elliptical leaves and a dense, woody branch structure, growing in a natural outdoor setting.</p>	 <p>A photograph of a live plant with numerous thin, green, needle-like leaves and a central stem, growing in a natural outdoor setting.</p>
<p>Famille : Lamiaceae Espèce : <i>Teucrium polium</i></p>	<p>Famille : Fagaceae Espèce : <i>Quercus ilex</i></p>	<p>Famille : Asparagaceae Espèce : <i>Asparagus acutifolius</i></p>
 <p>A photograph of a live plant with several upright, branched stems and small, yellow flowers, growing in a natural outdoor setting.</p>	 <p>A photograph of a live plant with a dense, tangled mass of thin, brownish, needle-like leaves, growing in a natural outdoor setting.</p>	 <p>A photograph of several dried plant specimens with small, yellow flowers and green leaves, laid out on a white surface.</p>
<p>Famille : Fabacea Espèce : <i>Genista tricuspidata</i></p>	<p>Famille : Fabacea Espèce : <i>Retama sphaerocarpa</i></p>	<p>Famille : Asteraceae Espèce : <i>Bellis annua</i></p>
 <p>A photograph of a live plant with a thick, woody root system and several upright, branched stems with small, green leaves, growing in a natural outdoor setting.</p>	 <p>A photograph of a dried plant specimen with a thick, woody root system and several upright, branched stems with small, green leaves, laid out on a white surface.</p>	 <p>A photograph of a live plant with a thick, woody root system and several upright, branched stems with small, green leaves, growing in a natural outdoor setting.</p>
<p>Famille : Xanthorrhoeaceae Espèce : <i>Asphodelus ramosus</i></p>	<p>Famille : Asteraceae Espèce : <i>Carlina salicifolia</i></p>	<p>Famille : Apiaceae Espèce : <i>Petroselinum crispum</i></p>

		
Famille : Geraniceae Espèce : <i>Geranium rotundifolium</i>	Famille : Adoxaceae Espèce : <i>Adoxa moschatellina</i>	

6. Analyse statistique

6.1. Corrélation entre les paramètres physico-chimiques

L'étude des corrélations linéaires bi variée entre les paramètres étudiés nous renseigne sur la force des associations éventuelles entre eux. la matrice de corrélation de 13 paramètres mesurés durant la période d'étude indiqué sur la figure ci-dessous permet de voir que pratiquement toutes les variables sont corrélées entre elles. Il existe une corrélation totale entre le carbone organique d'une part le Fer et la matière organique ($R=1$ et $R=1$) et le pH ($R=0.97$), ainsi entre le Fer et le pH ($R=0,99$), et entre le pH et le sodium et la matière organique ($R=0,94$, $R=0,97$) d'autres parts. D'autres corrélations négatives et significatives ont été noté entre le potassium et les indicateurs de la qualité de la matière organique (carbone organique et la matière organique, et plus d'une corrélation négative entre le potassium et le Fer ($R=-0.98$). Une corrélation significative est aussi à signaler entre l'ion du sodium et la conductivité électrique ($R= -1$)

Le coefficient du R exprime le pourcentage de corrélation ce coefficient est comprise entre -1 (corrélation négative) et + 1 (corrélation positive).

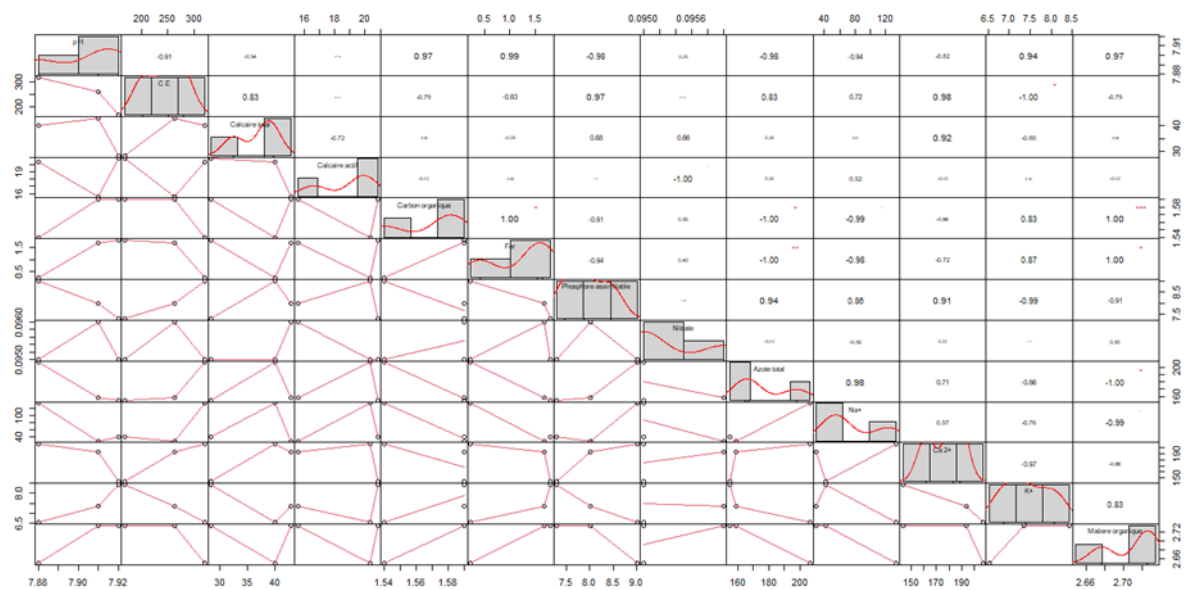


Figure 37. Matrice de corrélation entre les variables physico-chimiques des sols du forêt du Bénis_Oudjana.

6.2. Analyse en composante principale

6.2.1. Signification des axes

L'analyse des résultats de l'ACP a permis également de calculer les valeurs propres et les variances exprimées pour chaque facteur et leur cumul. L'analyse sur le plan factoriel F1-F2 a mis en évidence les tendances générales. En effet, le facteur F1, a une variance exprimée de 72.89%, le plus important. Ensuite, vient le facteur F2 avec 27.1 % de la variance exprimée. Le cumul de la variance exprimée est de 100% pour les deux facteurs.

Résultats et Discussion

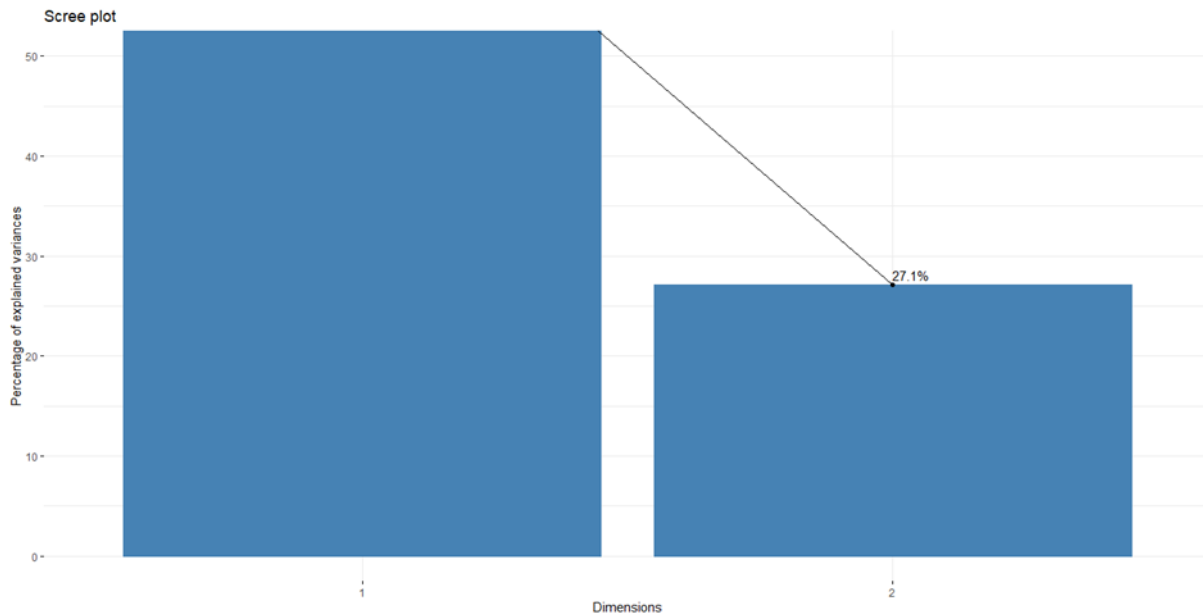


Figure 38. Représente Le graphique des valeurs propres de l'ensemble des propriétés physiques et chimiques étudiées du sol dans foret Bénis_Oudjana.

Dimension 1 : cette dimension explique une part importante de la variance totale dans nos données (72.89%). Cela suggère que la première dimension est significative et représente des informations essentielles et excellentes.

Dimension 2 : ce qui représente une part significative de la variance (27.01%). La deuxième dimension ajoute une contribution importante à la représentation des données.

L'analyse en composantes principales

Définition L'analyse en composantes principales est l'une des méthodes d'analyse de données multi variées les plus fréquemment utilisées. Elle permet d'étudier des ensembles de données multidimensionnelles avec des variables quantitatives. Elle est largement utilisée en bio statistique, en marketing, en sociologie et dans de nombreux autres domaines.

Elle peut être utilisée à plusieurs fins, notamment :

- 1/ L'étude et la visualisation des corrélations entre les variables, afin d'éventuellement limiter le nombre de variables à mesurer par la suite
- 2/ L'obtention de facteurs non corrélés qui sont des combinaisons linéaires des variables de départ, afin d'utiliser ces facteurs dans des méthodes de modélisation telles que la régression linéaire, la régression logistique ou l'analyse discriminante
- 3/ La visualisation des observations dans un espace à deux ou trois dimensions, afin

Résultats et Discussion

d'identifier des groupes homogènes d'observations, ou au contraire des observations atypiques.

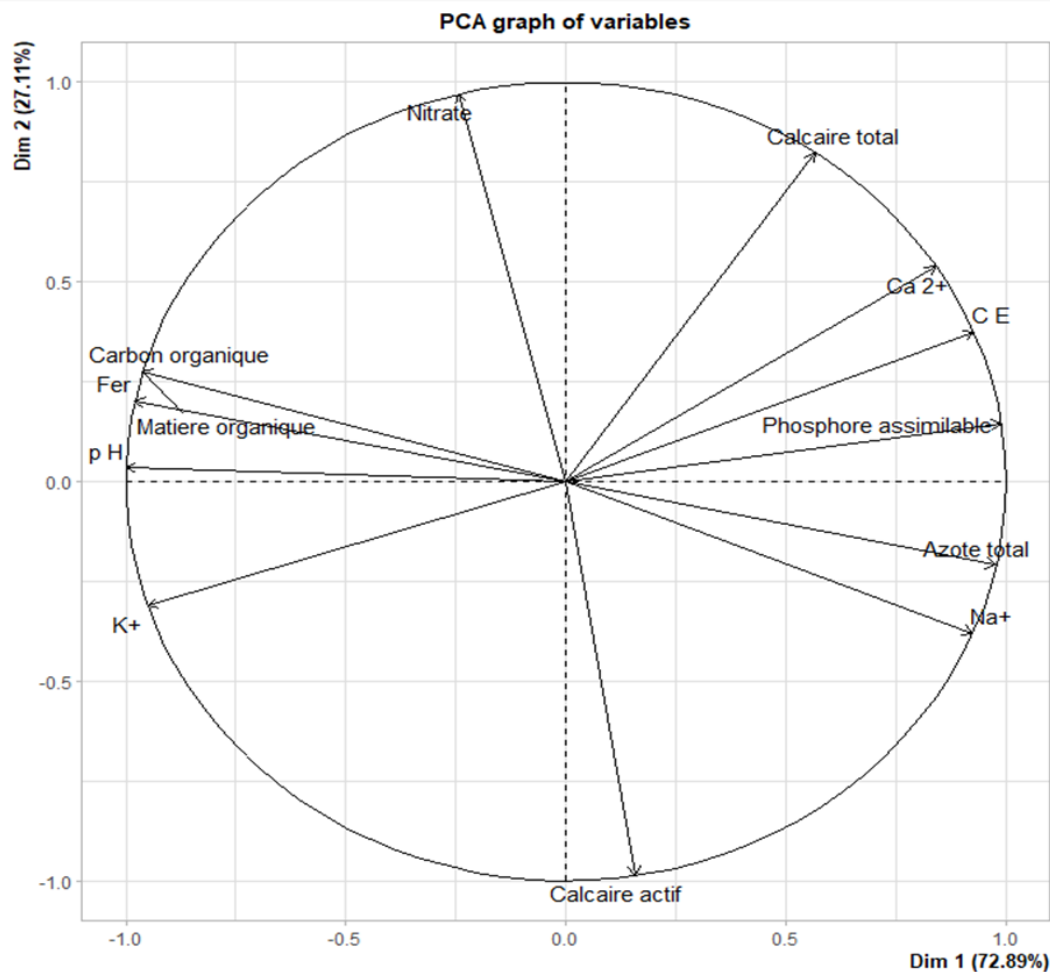


Figure 39. Contribution des variables physico-chimiques des sols à la formation des axes de l'ACP (F1 et F2).

Du point de vue qualité du sol, **l'axe 1** oppose du côté négatif, les facteurs, pH, Fer et Carbone organique et le sodium ayant les plus fortes contributions à la formation de cet axe, aux facteurs CE (conductivité), Phosphore assimilable, Azote total, et le Na (potassium) qui contribuent à la formation du même axe mais du côté positif. Cet axe est un axe de qualité, il oppose les facteurs indicateurs de la minéralisation du sol à ceux indicateurs de la pollution organique.

L'axe 2 détermine d'une manière positive par les sols qui sont riches en nitrate et en calcaire total qui sont affectés par un certain degré de pollution et des apports extérieurs et négativement par les eaux riches en calcaire actifs.

Résultats et Discussion

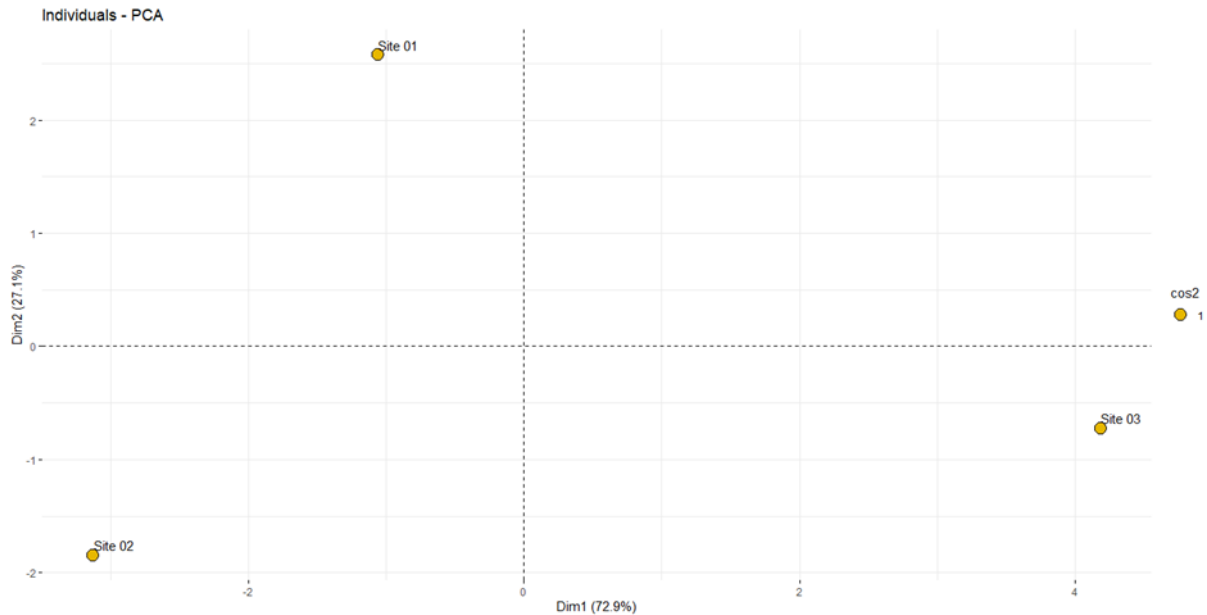


Figure 40. Graphique des individus montre la contribution des trois stations à la formation des axes de l'ACP (F1 et F2).

cos2 (*cosinus carré*) : fait référence à la qualité de représentation des sites sur la carte de l'ACP, nos résultats montrent une représentation parfaite sur les deux axes.

- Un cos2 élevé indique une bonne représentation de la variable sur les axes principaux en considération. Dans ce cas, la variable est positionnée à proximité de la circonférence du cercle de corrélation.
- Un faible cos2 indique que la variable n'est pas parfaitement représentée par les axes principaux. Dans ce cas, la variable est proche du centre du cercle.

Le pourcentage cumulatif de l'information dans les plans 1 et 2 atteint 100%

Le pourcentage cumulatif des plans 1 et 2 signifie que ces deux dimensions combinées expliquent 100% de la variance totale de notre donnée. Cela suggère que le plan formé par ces deux dimensions capture l'information totale contenue dans vos variables d'origine.

Discussion

Les sites ont enregistré des pH moyens de 7,59 à 8,05 restants dans la fourchette des sols alcalins (Baize et Jabiol, 1995). Pour la CE, les valeurs indiquent des sols non salés (> 339 $\mu\text{S}/\text{cm}$) (Mathieu et Pieltain, 2003). La teneur en calcaire total traduit une présence modérée des carbonates (Baize, 2000).

Résultats et Discussion

L'alcalinité du pH est particulièrement sous l'effet de la roche mère de nature calcaire (Halitim, 1988), associée à un taux de calcaire moyen.

La faible valeur de la conductivité électrique reflète un taux faible en sels solubles tels que les cations de sodium, potassium, magnésium et calcium libérés par la décomposition des feuilles (Sharma et Tongway, 1973).

Il existe des différences importantes de la teneur en calcaire total entre les sites : la plus élevée (72,76%) dans le site 03 en automne, et la plus basse (11,82%) dans le site 03 en hiver, cela s'explique par le fait que le taux de calcaire provient du matériau parental (roche mère).

On a classé les sols des sites comme suite ; le site 03 est un sol très fortement calcaire et le site 01 est un sol modérément calcaire.

La comparaison entre les pourcentages de calcaire actif permet de dire que le pourcentage le plus élevé est enregistré au printemps dans le site 02 (38%), tandis que le pourcentage le plus faible mesuré en automne dans le site 02 (8%).

Le calcaire actif fait référence à la présence de carbonate de calcium (CaCO_3) dans le sol, qui peut neutraliser l'acidité du sol et augmenter le pH. Selon la figure. Le carbonate de calcium provient généralement de la dissolution de roches calcaires, telles que le calcaire, dans le sol.

La présence de calcaire actif peut avoir un impact significatif sur le pH du sol, car le carbonate de calcium réagit avec les acides présents dans le sol, ce qui permet de maintenir un pH plus élevé et de réduire l'acidité.

Le sol qui contient les quantités de matière organique les plus élevées (3,97%) sont localisés dans le site 02 en printemps, par contre le faible taux de matière organique est enregistré dans le sol du site 02 en hiver (1,29%).

Ceux-ci confirment que la teneur de Matière organique dans les sols est liée à la production de biomasse. Donc le facteur qui influence le taux de matière organique dans le sol sont à la fois naturel et anthropique, les facteurs naturels les plus importants sont : le climat, le type de roches mère, la couverture végétale, le type de végétation, et la topographie. (Wesemael, 2006).

Résultats et Discussion

Une réduction de la teneur en matière organique est provoquée par une baisse du nombre d'organismes en décomposition, ou une augmentation de la vitesse de décomposition découlant de modifications de facteurs naturels ou anthropogènes. La matière organique est considérée comme un composant vital d'un sol sain; sa réduction donne un sol dégradé. La matière organique se décompose plus rapidement à des températures plus élevées, si bien que les sols des climats plus chauds tendent à contenir moins de matière organique que ceux des climats plus frais (S.A.S.C, 2009).

Nedjraoui et Bedrani (2008) soulignent que la teneur en matière organique moyenne indique qu'il y a un certain niveau d'activité biologique dans le sol. Les micro-organismes décomposent la matière organique, libérant des nutriments et contribuant à la formation d'agrégats du sol. Une activité biologique saine est essentielle pour maintenir la fertilité et la structure du sol.

- La concentration en fer mesure la quantité de fer présent dans le sol. Le fer est un micronutriment essentiel pour les plantes, jouant un rôle important dans la photosynthèse, la respiration et la synthèse de chlorophylle.

La comparaison entre les pourcentages du fer permet de dire que le pourcentage le plus élevé mesuré en automne dans le site 03 (4,237g) , tandis que le pourcentage le plus faible mesuré en hiver dans le site 02 (0,507g) .

- Les niveaux de fer dans le sol peuvent varier en fonction de plusieurs facteurs, notamment la géologie locale, les processus de formation du sol, la teneur en matière organique et le pH du sol.

- Des niveaux élevés de fer dans le sol forestier peuvent indiquer une abondance naturelle de fer dans la géologie locale ou une accumulation due à des processus tels que la réduction anaérobie ou la saturation du sol.

- Un excès de fer dans le sol peut être problématique, car des concentrations élevées de fer peuvent être toxiques pour les plantes, entraînant des dommages aux racines et une diminution de la croissance végétale.

- Cependant, il est important de noter que certaines plantes, telles que les plantes adaptées à des sols riches en fer, peuvent tolérer des niveaux élevés de fer et même en bénéficier.

Résultats et Discussion

- À l'inverse, des niveaux faibles de fer dans le sol peuvent indiquer une carence en fer, ce qui peut limiter la croissance des plantes et entraîner des symptômes de chlorose (jaunissement des feuilles)

La comparaison entre les valeurs du nitrates permet de dire que la valeur la plus élevée mesurée au printemps dans le site 01(0,276mg/l) tandis que la valeur la plus faible mesurée en hiver dans le site 01 (0,005mg/l) .

L'analyse des nitrates dans un sol forestier fournit des informations précieuses sur la fertilité du sol et la disponibilité des nutriments pour la végétation. Les nitrates sont des composés d'azote couramment utilisés par les plantes pour leur croissance et leur développement.

L'analyse des nitrates dans un sol forestier permet d'évaluer la fertilité du sol et la disponibilité des nutriments pour la végétation. Des niveaux élevés de nitrates peuvent indiquer des problèmes potentiels, tels que la pollution

Le calcium est un cation essentiel pour la croissance des plantes et joue un rôle important dans la structure du sol.

Bien que le sodium soit présent naturellement dans de nombreux sols, des niveaux élevés de sodium peuvent entraîner des problèmes de salinité, affectant la croissance des plantes. Favorisent une croissance saine et une productivité végétale optimale

Bien que le sodium soit présent naturellement dans de nombreux sols, des niveaux élevés de sodium peuvent entraîner des problèmes de salinité, affectant la croissance des plantes. (Gégont et Jabiol, 2021).

Le rapport C/N est un indicateur de l'activité biologique des sols, Il renseigne sur le degré d'évolution de la matière organique, l'activité biologique, et le potentiel de fourniture d'azote par le sol (minéralisation).

Le rapport C/N est supérieur à 17 dans le site 02 en saison de printemps; D'après LCA, 2008 : ce rapport est très élevé donc ce site a une activité biologique réduite, avec une décomposition lente de la matière organique.

La valeur la plus basse enregistrée dans les sites 03 et 02 est de 4 en hiver cela favorise une décomposition rapide de la matière organique (LCA, 2008).

Résultats et Discussion

Le rapport C/N n'est pas suffisant pour apprécier la diversité des MO et le fonctionnement biologique du sol. Il existe d'autres mesures complémentaires de fertilité biologique du sol : le fractionnement des MO du sol. (Salducci, 2011)

Les résultats obtenus montrent que 17 espèces végétales sont recensées à travers nos stations d'étude appartiennent à 10 familles. La famille des Fabacea est dévoilée par 2 espèces alors que, même la famille des Asteraceae est repérée par 2 taxons.

En effet, deux raisons peuvent expliquer le faible nombre des espèces recensées dans la région de Bénis_Oudjana. Premièrement, la sévérité des conditions climatiques de la région, comme le montre le diagramme ombrothermique de Gaussen et le climagramme d'Emberger. La région de Bénis_Oudjana est caractérisée par une période sèche qui s'étend du début de juin jusqu'à la mi-octobre de chaque année, ainsi qu'un étage bioclimatique semi-aride avec un hiver chaud. Deuxièmement, le facteur d'altitude joue un rôle important. Certaines espèces ne sont pas capables de fleurir à des altitudes spécifiques. Donc, les conditions climatiques sévères de la région de Bénis_Oudjana, caractérisées par une période sèche prolongée et un étage bioclimatique semi-aride à hiver chaud, ainsi que le facteur d'altitude, expliquent en partie le faible nombre des espèces recensées dans la région.

L'analyse des résultats de l'abondance relative des espèces spontanées inventoriées dans Bénis_Oudjana montre que les espèces dominantes sont notamment *Juniperus oxycedrus* et *Quercus ilex*. Elles sont à la fois omniprésentes (100%) et abondantes, avec une abondance relative de l'ordre de 22,2% et 20,2% respectivement.

Les résultats de l'analyse des indices de diversité, tels que l'indice de Shannon, révèlent que les sites 1, 2 et 4 présentent une plus grande diversité, avec des valeurs d'indice de 1,714, 1,716 et 1,869 respectivement. En revanche, les stations 3, 5 et 6 montrent une diversité plus faible, avec des valeurs d'indice de 1,101, 1,256 et 1,281.

Ces résultats confirment la richesse totale des espèces, où l'on trouve que les sites 1, 2 et 4 sont plus riches, avec 9, 8 et 7 espèces respectivement, par rapport aux sites 3, 5 et 6, qui comptent 7, 4 et 4 espèces respectivement.

Résultats et Discussion

Par ailleurs, les valeurs de l'indice d'équitabilité calculées pour les sites sont de l'ordre de 0,7799, 0,8253, 0,5656, 0,9607, 0,9059 et 0,9238 respectivement. Cela indique que les individus des différentes espèces sont répartis de manière équitable dans tous les sites.

Le spectre biologique établi selon la liste floristique globale, accuse une dominance des thérophytes et des hémicryptophytes sur les autres formes. Le pourcentage des Thérophytes est habituellement élevé dans les formations végétales méditerranéennes avec les conditions climatiques drastiques du milieu comme la sécheresse (Daget, 1980). Il est à rappeler que les Thérophytes présentent un intérêt écologique limité en raison de leur cycle biologique court qui ne dure que quelques semaines ou quelques jours, et qu'elles constituent surtout le résultat d'une dégradation de la couverture végétale (Benhamiche et Moulai, 2012), Donc les résultats obtenus dans notre zone d'étude qui est caractérisée par le changement d'altitude influant sur le développement de la végétation.

Conclusion

Conclusion

Conclusion

Le sol joue un rôle essentiel en favorisant la croissance des plantes et en assurant la production de base sur laquelle dépend directement la population humaine. Il s'agit d'un environnement vivant et délicat qui abrite des processus biologiques et physico-chimiques intenses d'échange et de transformation. En tant qu'interface biologique et géochimique, le sol joue un rôle crucial dans le maintien du fonctionnement des écosystèmes.

Les analyses de sols effectuées dans cette étude donnent une vision générale des principaux paramètres physico-chimique des sols forestiers de la zone d'étude (forêt Bénis_Oudjana), elles montrent une variabilité des caractères pédologiques et faunistique des sols des différents sites.

- les sols de la zone d'étude sont légèrement alcalins, le (pH) oscille entre (7 ,59_ et 8,05) ; la salinité est très faible d'une conductivité électrique comprise entre (49,3 et 339) $\mu\text{s/cm}$.
- La Teneur en carbonates totaux présentes une quantité moyenne dans les sols des 3 sites varie entre (11,82 et 72,768) % et classée en : fortement calcaire dans le site 3, et modérément calcaire dans les sites 1 et 2.
- La teneur en carbonates actifs varie entre (8 et 38) % cela explique que les sites 1 et 2 ont des teneurs assez élevées comparativement au site 3.
- L'étude des éléments C et N et le rapport C/N permet de tirer les conclusions suivantes :
- Le rapport C/N est très élevé dans le site 02 donc ce rapport est très élevé donc ce site a une activité biologique réduite, avec une décomposition lente de la matière organique.
- Bien que les sites 03 et 02 représentent une valeur faible cela favorise une décomposition rapide de la matière organique.
- Le pourcentage de la matière organique varie en fonction des saisons et des sites, il est d'autant plus riche au printemps dans le site 2 (3,97 %).
- Les sols des 3 sites sont pauvres en fer durant les 3 saisons.

L'étude floristique fait ressortir les résultats suivants :

- Dénombrement de 17 taxons et 10 familles.
- La classe le plus dominante est Magnolopsida avec 71,43 %.
- L'analyse de la diversité floristique par les indices floristiques montre que :
 - Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon sont de 1,714%, 1,716%, 1,101%, 1,869%, 1,256% et 1,281% respectivement pour le site 01, le site 02, le site 03, le site 04, le site 05 et le site 06.
 - La richesse spécifique par site est de 17 espèces pour le site 01, 9 espèces pour le site 02 est 8 espèces pour le site 03 est 7 espèces pour le site 04 est 7 espèces pour le site 05 est 4 espèces pour le site 06 est 6 espèces.
 - La richesse théorique maximale est enregistré dans le site 2

Conclusion

- les valeurs de l'indice d'équitabilité calculées pour les sites sont de l'ordre de 0,7799, 0,8253, 0,5656, 0,9607, 0,9059 et 0,9238 respectivement. Cela indique que les individus des différentes espèces sont répartis de manière équitable dans tous les sites.
- Les inventaires effectués dans les sites d'étude ont été clôturés par une identification de l'ensemble de l'herbier réalisé, permettant ainsi d'avoir une première vue d'ensemble de la richesse floristique.
- Comme perspectives à ce travail, nous proposons une étude phytopathologique plus détaillée sur d'autres sites et d'autres stations de la même forêt ; cela nous permettra de valoriser l'étude sanitaire de la zone d'étude et d'établir un plan de gestion adéquat pour la préservation des ressources naturelles des massifs forestiers de notre pays.

Conclusion

Les références bibliographiques

Les références bibliographiques

- Aafi A., (2007) : Etude de la diversité floristique de l'écosystème de Chêne liège de la forêt de la Mamora. Thèse de Doctorat, Université d'Aix-Marseille III, 190 p.
- Aafi A., Achhal A., Benabid A., Rochdi M. (2005) : Richesse et diversité floristique de la subéraie de la Mamora (Maroc). *Acta Botanica Malacitana* 30 : pp 127-138.
- Abdessemed K. (1981) : Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M.) dans les massifs de l'Aurès et du Bélezma. Etude phytosociologique. Problèmes de conservation et d'aménagement. Thèse Doct. Ing. Univ. De droit, d'économie et de sciences, Aix-Marseille, p 199.
- Abdessemed K. (1985) : Les problèmes de la dégradation des formations végétales dans l'Aurès (Algérie). 2ème partie : les mesures à prendre. Forêt Méditerranéenne., 5, n° 1, pp 43-52.
- Baise D, 2018.guide des analyses courantes en pédologie.
- Baize, D. et Girard, M.C., 1995 : Référentiel pédologique, Paris, 332 pp.
- Baize.D.2000.Guide des analyses en pédologie. 2ème édition. P 89-92.
- Barbero M., Quézel P. et Rivas-Martinez s, (1981) : Contribution à l'étude des groupements forestiers et préforestiers du Maroc. *Phytocoenologia*, 9, 3, pp 311-412.
- Barles, S., Breysse, D., Guillerme, A. & Laeyval, C., 1999 : Le Sol Urbain. Collection VILLES, Economica, Paris. 278p.
- Beghami Y., (2013) : Etude et dynamique de la végétation de l'Aurès : Analyse spatio-temporelle de la flore forestière et montagnarde. Thèse de doctorat en sciences agronomiques. Université Mohamed Khider Biskra, 193 p.
- Bello.F, 2008 :-comparaison de la diversité spécifique intra et inter habitat et observation de la distribution des taxons le long de gradient environnementaux significatifs. Université Joseph Fourier.
- Bello.F, 2008 :-comparaison de la diversité spécifique intra et inter habitat et observation de la distribution des taxons le long de gradient environnementaux significatifs. Université Joseph Fourier.
- Belloum A., (1993) : Hydrologie agricole en Algérie ; une double problématique, *Hydrological Sciences Journal*, 38 : 6, pp 479-495.<http://dx.doi.org/10.1080/02626669309492700>.
- Benabid A., (1982) : Etudes phytoécologique, biogéographique, dynamique des associations et séries sylvatiques du Rif occidental (Maroc). Thèse Doct. ès Sciences, Univ. Aix-Marseille, 199 p.

Les références bibliographiques

- Bentouati, A. (2006). Croissance productivité et aménagement des forêts de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) dans le massif de Ouled-Yakoub (Khenchela-Aurès). Thèse de doctorat. Université El Hadj Lakhdar-Batna. Faculté des sciences. Département d'agronomie. Algérie. 116 p.
<http://www.secheresse.info/spip.php?article12870>
- Bneder (2008) Rapport sur la caractérisation des formations forestières de la Wilaya de Khenchela, Bureau National d'Etudes pour le Développement Rural, Novembre 2008
- Bouazza M. ; Mahboubi A. ; Loisel et Benabadji N., (2001) : Bilan de la flore de la région de Tlemcen (Oranie – Algérie). *Forêt Méditerranéenne*, T. XXII, n° 2, pp 130-136.
- Boudy P. (1950). Economie forestière Nord-Africaine, tome 2 (Monographie et traitement des essences forestières). Edit. Larose, Paris, France, 619p.
- Boulâacheb N., (2009) : Etude de la végétation terrestre et aquatique du djebel Megriss (Nord Tellien, Algérie), Analyse floristique, phytosociologique et pastorale. Thèse de Doctorates Sciences, Université Ferhat Abbas, Sétif, 319 p.
- Boulaine J. 1989 : Histoire des pédologues et de la Science du Sol. Ed. INRA.285 p.
- Bouzillé JB. (2007) : Gestion des habitats naturels et biodiversité. Concepts, méthodes et démarches. Edit. TEC et DOC, Lavoisier. 331p.
- Brakman J., (1989): A critical evaluation of minimum area concepts. *Vegetatio*, 85, pp 89-104.
- Braun-Blanquet J., (1951) : Phytosociologie. Ed. 2, 631 p. Vien.
- Braun-Blanquet J., 1949- Premier aperçu phytosociologique du Sahara tunisien. *Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, H. S. II, pp 39-50.
- Cheikh al Bassatneh M., Fady B., Simon-Teissier S. et Tatoni T., (2007): Biodiversité floristique et gestion sylvicoles dans les systèmes forestiers supraméditerranéens et montagnards de la montagne de Lure (sud-est de la France). *Ecologia mediterranea*, vol. 33- 2007, pp 29-39.
- Chenchouni H., (2010) : Diagnostic écologique et evaluation du patrimoine biologique du Lac Ayata (Vallée de l'Oued Righ : Sahara septentrional algérien). Thèse de Magister en Biologie, Université Kasdi Merbah, Ouargla, 120 p + annexes.
- Dabin B., 1976 : Méthode d'extraction et de fractionnement des matières humiques du sol application à quelques études pédologiques et agronomiques des sols tropicaux. *Cah. ORSTOM, ser. Pédo*. Vol 18 N° 3- 4 p, 197- 215.
- Daget P. et Godron M., (1982) : Analyse fréquentielle de l'écologie des espèces dans les communautés. Paris, Masson.

Les références bibliographiques

- Dajoz R. (2003) : Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 615 p.
- Dajoz, R. (1975). Précis d'Ecologie. Troisième édition. Dunod. 549p.
- Dajoz, R.(2000). Précis d'écologie. Edition Dunod, Paris, 615p.
- Dajoz, R., 1971- Précis d'écologie .Ed. Dunod, Paris, 434 P.
- Dajoz, R., 1985 : Précis d'écologie. Ed. Bordas, Paris. 505p.
- Deonchat M., (1999) : Exploitation forestière et biodiversité. Exemple dans les forêts fragmentées des coteaux de Gascogne. Thèse de doctorat, Toulouse, université Paul-Sabatier.
- Demolon A., 1966 : Principe d'agronomie : dynamique du sol. Ed. Dunod.
- Duchaufour Ph., 1984 : Abrégé de pédologie. E D. Masson ; Paris 317 p.
- Duchaufour Ph., 1995 : Pédologie : sol, végétation, environnement. Ed. Masson ; Paris 317p.
- Duchaufour, Ph., 1997 : Abrégé de Pédologie. Sol, végétation, environnement. Masson, Paris. 291p.
- Gharzouli R., Sail H., Sfaksi N. et Mehdi L., (2000) : Diversité floristique des Aurès. Rapport sur le voyage botanique dans les Aurès (Khenchela). Conservation des forêts-Khenchela, 34 p.
- Girard, M.C., Walter, C., Rémy, J.C., Berthelin, J. and Morel, J.L., 2004 : Sols et environnement, Paris, 816 pp.
- Glossary of Soil Science Terms., 1965 : Ed. Soil Science Society of America. Am. J. Potato Res. 42, 346.[Online] <https://www.soils.org/publications/soils-glossary>.
- Gobat, J.M., Aragno, M. and Matthey, W., 2003 : Le sol vivant - Bases de pédologie – Biologie des sols. 2e éd. Col. Gérer l'Environnement, Presse Polytechniques et Universitaires de Lausanne. 568 p.
- Grosbellet C., 2008 : Evolution et effets sur la structuration du sol de la matière organique apportée en grande quantité, thèse de doctorat, Université d'Angers , Spécialité : Sciences Agronomiques, École Doctorale d'Angers.
- Guinochet M., (1973): Phytosociologie. Paris, Masson.
- Hani I., Rached-Kanouni M., Khamar H., Menasri A. (2020). Study of the dynamics of natural stands of *Pinus halepensis* in the Beni Oudjana forest (Khenchela, Algeria). *Ecology, Environment and Conservation*, 26(3): 21-26.
- Hani, I., Rached-Kanouni, M., Menasri, A. (2021). Tree Species Diversity and Spatial Distribution of Aleppo Pine Stands in Northeastern Algeria. *South-east Eur for* 12(1): 35-41. <https://doi.org/10.15177/see-for.21-05>.
- <https://www.historique-meteo.net/>

Les références bibliographiques

- Hubert F., 2008 : Modélisation des diffractogrammes de minéraux argileux en assemblages complexes dans deux sols de climat tempéré. Implication minéralogique et pédologique, Thèse du doctorat, Université de Poitiers, Faculté des Sciences Fondamentales et Appliquées.
- Issolah, R., Tahar, A., Derbal, N., Zidoun, F., Meziane, M. Z. A., Oussadi, A., ... & Djellal, L. (2012). Caractérisation écologique de l'habitat naturel du Sulla (Fabaceae) dans le nord-est de l'Algérie. *Revue d'Ecologie, Terre et Vie*, 67(3), 295-304.
- Jabiol, B., & Baize, D. (2011). Guide pour la description des sols. Guide pour la description des sols, 1-430.
- Jenny H, 1941: Factors and soil. A system of quantitative pedology .McGraw-Hill. New York, 281p.
- Kadik B., (1987) : Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) en Algérie : Ecologie, dendrométrie, morphologie. OPU – 581 p.
- Kadik, B. (1987). Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Algérie : Ecologie, Dendrométrie, Morphologie. Office des publications universitaires (Alger). 585 p.
- Larous L., (2014) .Effet d'osmoprotecteurs naturels sur la restauration de croissance de
- LCA., 2008 : LCA (Laboratoire de Conseils et d'Analyses).
- 2008 : Guide pratique : comprendre et utiliser les analyses agro-environnementales.Laboratoire de Conseil et d'analyses ; 30p.
- Le Houérou H-N., Claudin J. et Pouget M., (1977) : Etude bioclimatique des steppes Algériennes (Avec une carte bioclimatique à 1/1.000.000ème). *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord Alger*, t.68, fasc. 3 et 4, 33-75.
- Le Houérou, H-N. (1995). Considérations biogéographiques sur les steppes arides du nord de l'Afrique. *Sécheresse*, 2(6) : 167-182.
- Legros, J.P., 2007 : Les grands sols du monde. Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes. Lausanne, 574 p.
- Lepar J. et Escarré J., (1993) : La succession végétale, mécanismes et modèles : analyse bibliographique. *Bull. Ecol.* 14 : pp 133-178.
- M'hirit O., (1982) : Etude écologique et forestière des cédraies du rif marocain. Essai sur une approche multidimensionnelle de la phytosociologie et de la productivité du Cèdre (*Cedrus atlantica* Manetti). Thèse de Doctorat es-sciences. Univ. Droit.Econ. et Sci. D'Aix-Marseille, 436 p+ annexes.
- Mac Carthy, P., Clapp C.E., Malcom R.L. and and Bloom P.R., 1990 : Humic substances in Soil and crop sciences: Selected readings. Madison, Wisconsin, Soil Sci. Society of America.Mackowiak, C. L., P. R. Grossi and B. G.

Les références bibliographiques

- Bugbee (2001). "Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat." *SoilSci. Soc. Am. J.* 65(6): 1744-1750.
- Mathieu et al, 2003. Mathieu C., Pielatain, Jeanroy E., Marcovercchio F., Servain F., Scoucheyre H. *Analyses chimiques des sols: méthodes choisies.*
 - Mathieu, C. & Pielatain, F. 2003. *Analyse chimique de sol : méthodes choisies.* Tec & Doc, Paris, 388 p.
 - Mathieu, C., Pielatain, F., & Jeanroy, E. (2003). *Analyse chimique des sols: Méthodes choisies.* Tec & doc.
 - Meharzi M-K., (2010) : *Forêts, Géosystèmes Et Dynamique Du Milieu : Le cas de l'Aurès.* Thèse de Doctorat d'Etat en aménagement du territoire, Université des frères mentouri-constantine, 233 p + annexes.
 - Menasri, A. (2014). *Etude de la diversité floristique des écosystèmes forestiers du massif forestier de Béni Melloul (Khenchela).* Thèse de Magistère en Agronomie. Université Chadli Bendjedid, El Tarf. 131p.
 - Menut G., 1974 : *Recherche écologique sur l'évolution de la matière organique des sols tourbeux.* Thèse de Doctorat d'Etat. Université. Nancy I. 124 p.
 - Pedro G., 1985 : *Les grandes tendances des sols mondiaux.* *Cultivar*, 185, 1-4.
 - Quézel P. (1957) : *Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du nord. Essai de synthèse biogéographique et phytosociologique.* *Encyclopédie Biogéographique et Ecologique*, Ed. Paul Chevalier, Paris : 463 p.
 - Radenac, M. H., & Rodier, M. (1996). Nitrate and chlorophyll distributions in relation to thermohaline and current structures in the western tropical Pacific during 1985–1989. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 43(4-6), 725-752.
 - Ramade F. (1984) : *Eléments d'écologie, écologie fondamentale.* Auckland, McGraw-Hill, Paris, 397 p.
 - RODIER J. et al. (2009). *L'analyse de l'eau*, 9e édition. DUNOD (éditeur), Paris, France. 1579 p.
 - Samai I., 2007 : *Evaluation et caractérisation de la matière organique dans les sols de Annaba.* Mémoire d'ingénieur d'état en écologie et environnement. Université Badji Mokhtar, Annaba.
 - Sauvage, C. (1963). *Etages bioclimatiques. Atlas du Maroc. Notices explicatives, Sect. II, Physique du globe et Météorologie*, 44 p.
 - Schoenenberger A., (1970a) : *Etude du couvert forestier de l'Aurès oriental, tendances évolutives de ce peuplement.* *Projet Algérie* 15, 42p.

Les références bibliographiques

- Schoenenberger A., (1970b) : Catalogue des espèces vasculaires des massifs forestiers des Béni Melloul, Chélia, Bélezma, Zgag (Aurès). CRBT/ONRS. Alger, 30 p.
- Seltzer P. (1946). Climats de l'Algérie. Trav. Inst-Mét. Phys. Glo. Algérie. Carbonnel.
- Smati, A., & BAKHOUCHE, F. (2018). Les îlots de fertilité autour du figuier de Barbarie (*Opuntia ficusindica* L. Miller) améliorent-ils les taux de matière organique et d'humidité dans le sol environnant? (Doctoral dissertation, Université laarbi tebessi tebessa).
- Soltner D., 2003. Les bases de production végétales, Tome 1, Le sol et son amélioration, collection sciences et techniques agricoles, 23^{ème} édition, Imprimerie Prouteau, Paris, 472p.
- Stewart Ph. (1969) : Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, Alger, 59 (4), 23-36.
- Streptomyces et de plantes d'intérêt agricole sur sol salé ou aride .
- Valle et Bilodeau., 1999-les techniques de culture en multicellules. Ed. Illustrée , Presses Université laval. 394p.
- Yazina H (2010) Étude de biomasse du romarin (*Rosmarinus officinalis* L) dans le massif des Béni-Imloul -Aurès-Algérie Université de la foresterie, Sofia forest science, No 3, 2010 .

RESUME

Le présent travail a pour objectif de contribuer à l'étude des propriétés physico-chimiques et floristique du sol de la foret de Bénis_Oudjana (Khenchela Nord Est algérien). Des échantillons du sol et de la végétation prélevés ont été analysés. Les résultats des analyses montrent une caractérisation pédologique de texture argilo-calcaire. D'autre part, ce sol présente également un sol alcalin non salé, le rapport C/N indique généralement une activité biologique rapide. L'inventaire floristique a permis de recenser 17 taxons appartenant à 10 familles. L'étude a été clôturée par la confection d'un herbier.

Mots clé : Analyses-physico-chimiques, sol, inventaire floristique, herbier, Bénis_Oudjana.

ABSTRACT

The present study aims to contribute to the investigation of the physicochemical and floristic properties of the soil in the Bénis_Oudjana Forest (northeastern Algeria). Soil and vegetation samples were collected and analyzed. The analysis results indicate a pedological characterization of clayey-limestone texture. Furthermore, the soil is alkaline and non-saline, while the C/N ratio generally indicates rapid biological activity. The floristic inventory identified 17 taxa belonging to 10 families. The study was concluded by the creation of a herbarium.

Keywords: Physicochemical analysis, soil, floristic inventory, herbarium, Bénis_Oudjana.

المخلص

الهدف من هذا العمل هو المساهمة في دراسة الخصائص الفيزيائية، الكيميائية والنباتية لتربة غابة بني وجانة (شمال الشرق الجزائري)، تم تحليل عينات التربة والغطاء النباتي التي تم جمعها. تظهر نتائج التحليلات تصنيف التربة لقوام حجر جيري طيني، من ناحية اخرى تحتوي هذه التربة ايضا على تربة قلووية غير مملحة، تشير نسبة (الكربون / الازوت) الى نشاط بيولوجي سريع عموما. حدد جرد النباتات 17 صنف ينتمي الى 10 عائلات، تم غلق الدراسة بإنشاء معشبة.

الكلمات الرئيسية: التحليلات الفيزيائية_ الكيميائية، التربة، جرد النباتات، معشبة.