

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA



Faculté des Sciences
Département des Sciences Agronomiques

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme

MASTER Académique

FILIERE : Sciences Agronomiques

Spécialité : Sciences du sol et environnement

THEME

**ETUDE DE LA RELATION SOL-VEGETATION
DANS LE VERSANT ORIENTAL DU PLAN
D'EAU DU BARRAGE K'SOB-M'SILA**

Par :

SAIDA Ahmed

DEBBI Mohamed El Amin

Soutenu devant le jury :

Mr. SARRI D.

MAA

Président

Mr. ZEDAM A.

MCB

Encadreur

Mr. TELLACH S.

MAA

Examineur

Promotion 2015-2016

Année universitaire 2015-2016

Remerciements

Au nom de Dieu le Clément et le Miséricordieux, le grand merci lui revient de nous avoir aidé à élaborer ce mémoire de dissertation scientifique. Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à Mr. Abdelghani ZEDAM, Docteur à l'Université de M'Sila qui a suivi et dirigé ce travail avec un enthousiasme toujours égal, ses précieux commentaires et ses conseils pertinents nous ont grandement aidé tout au long des différentes étapes de l'élaboration de ce mémoire. Nous le remercions pour sa gentillesse, sa patience, sa disponibilité constante qu'il a manifesté, le soutien qu'il nous a apporté, la confiance qu'il a témoigné afin de mener à terme ce mémoire. Nous voudrions également remercier les membres de jury pour avoir bien voulu lire, commenter et débattre ce mémoire : Mr. SARRI Djamel et Mr. TELLACHE Slimane. Nous remercions toute personne, qui de près ou de loin ayant généreusement contribué à l'élaboration de ce mémoire, surtout Mr. AMROUNE Abdelwahab, Melle MADANI Djamila, Mlle TIR Chafia et Mme MERRAH Fatiha et sans oublié surtout le Docteur Fateh MIMECHE pour son aide, ses orientations et ses précieux conseils.

Nous remercions également tout le staff du laboratoire des Sciences du sol du département des sciences agronomiques de l'université de M'Sila.

Nous voudrions remercier nos enseignants au département des sciences agronomiques de l'université de M'Sila et spécialement Mr. CHERIEF Abdelkader, Chef du département, ainsi que nos collègues de la promotion 2015-2016 Sciences du sol et environnement (SSE).

Si par mégarde, nous avons oublié quelqu'un, qu'il nous le pardonne et qu'il soit remercié du fonds du cœur.

Amine & Ahmed

Dédicaces

*A la lumière de mes yeux et aux ailes de mes voltiges papa et
maman qui n'ont jamais cessés de me chérir et me soutenir
durant toutes mes années d'études. Je leur dis merci et que dieu
vous garde.*

A ma sœur et mes frères surtout

Samir

A mes collègues

Spécialement SAIDA AHMED

*A mes amis spécialement ALI CHERIF Abd Errahmane,
OUNANE Badr Eddine, BOUDRISSA Tayeb, BOUSADIA
Ilham et REZIG Sana.*

Dédicaces

*A la lumière de mes yeux et aux ailes de mes voltiges papa et
maman qui n'ont jamais cessés de me chérir et me soutenir
durant toutes mes années d'études. Je leur dis merci et que dieu
vous garde.*

A mes frères

A mes collègues

*Spécialement **DEBBI Mohamed El Amine***

A tous mes amis.

SOMMAIRE

CHAPITRE I RELATION SOL-VEGETATION

Pages

Introduction générale	01
Introduction.....	02
1- La végétation.....	02
1-1- Caractéristiques générales des espèces végétales.....	03
1-2- Les adaptations.....	03
1-3- Les systèmes racinaires.....	04
1-4- Les principaux facteurs écologiques.....	05
a- Les facteurs climatiques	05
b- Les facteurs édaphiques	05
c- Les facteurs anthropiques	05
d- Les facteurs de régression des forêts	05
2- Relation : sol-végétation.....	05
✓Les sols hydromorphes	05
✓Les sols halomorphes.....	05
✓Les vertisols	06
✓ Les sols peu évolués	06

CHAPITRE II ETUDE DU MILIEU

1- Situation géographique du bassin versant K'sob	07
2- Caractéristiques morphométriques du bassin versant K'sob.....	08
2-1 Paramètres géométriques.....	08
2-1-1- Caractéristiques de forme.....	08
a- Superficie du bassin versant	08

b- Périmètre du bassin versant	08
c- Longueur du talweg principal	08
2-2-Paramètres de relief	08
a- Le relief.....	08
b- Les altitudes maximale et minimale	09
c- Les pentes du bassin versant	09
2-3-Réseau hydrographique.....	11
3- Caractéristiques Physiques et Biologiques du Bassin Versant K'sob.....	11
3-1- Géologie.....	11
3-2- Géomorphologie.....	12
- Les plaines	12
- Les piémonts.....	12
- Les plateaux.....	12
- Les montagnes	12
- Hautes montagnes	12
3-3- La lithologie	13
- Le Maestrichtien	13
- Le Quaternaire(Miocène)	13
- Alluvions du quaternaire.....	13
3-4- Pédologie	14
3-5- Végétation	15
3-5-1- Classification de la végétation en fonction de son rôle protecteur.....	15
a- Les surfaces bien protégées	15
b- Les surfaces incomplètement protégées	15
c- Les surfaces mal protégées ou nues	15

d- Les terrains de parcours bien traités	16
3-5-2- Répartition des types de couverture végétale au K'sob	16
3-6-La faune.....	18
3-7- Le climat.....	18
3-7-1-Les précipitations	19
3-7-2-Le régime saisonnier.....	20
3-7-3- Les températures.....	21
a - Températures extrêmes.....	21
b - Températures moyennes mensuelles.....	21
3-7-4- Le vent	22
3-7-4-Humidité relative en %	23
3-7-5- Synthèse climatique.....	24
a-Diagramme ombrothermique.....	24
b-Climagramme d'Emberger	25

CHAPITRE III METHODOLOGIE DE TRAVAIL

Introduction

1-Site d'étude.....	27
2- Etude pédologique	27
2-1- Echantillonnage du Sol.....	28
a- Distance entre les stations d'étude.....	28
b- Matériels utilisés.....	29
2-2- Période d'échantillonnage	29
2-3- Préparation des échantillons.....	29
2-4- Méthodes d'analyses au laboratoire.....	30

a- Caractéristiques physico-chimiques	30
b- La granulométrie.....	31
3- La végétation	31
3-1- Matériels de prélèvement.....	32
3-2- Période des relevées de végétation.....	32
3-3- Détermination de la végétation.....	32

Chapitre IV Résultats et discussion

Introduction

1- Paramètre sol.....	33
1.1. L'acidité actuelle (pH eau)	33
1.2. L'acidité potentielle (pH KCl)	34
1.3. La conductivité électrique (CE) en (μS/cm)	35
1-4- Le calcaire total (CaCO_3)	36
1-5- Le calcaire Actif.....	37
1-6- Le carbone.....	38
1-7- L'azote.....	39
1-8- Rapport C/N.....	40
1-9- Granulométrie.....	41
2- Paramètre végétal	42

Introduction

2-1- Botanique	42
2-1-1- Richesse	42
2-1-2- Type Biologique	44
2-1-3- Type morphologique	44
2-2- Analyse de la variance.....	45
Conclusion générale.....	47

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

RESUME

Liste des Tableaux

Page

Tableau 1 : Répartition des types de couverture végétale.....	17
Tableau 2 : Caractéristiques de la station météorologique de M'Sila.....	18
Tableau 3 : Les précipitations moyennes mensuelles dans la station de M'Sila (période 2005-2015)	19
Tableau 4 : Le régime saisonnier des précipitations de la station de M'Sila (période 2005-2015).....	20
Tableau 5 : Moyennes mensuelles et extrêmes des températures enregistrées dans station météorologique de M'Sila (période 2005-2015).....	21
Tableau 6 : Variation de la vitesse moyenne mensuelle du vent au cours de la période (2005-2015) dans la région de M'Sila.....	22
Tableau 7 : Moyennes mensuelles de l'humidité relative dans la station de M'Sila (période 2005-2015).....	23
Tableau 8 : Valeurs du quotient pluviométrique d'Emberger de la station de M'Sila (période 2005-2015).....	26
Tableau 09 : Moyennes du pH eau des facteurs 1 et 2 (Proximité X Sol).....	33
Tableau 10 : Moyennes du pH KCl des facteurs 1 et 2 (Proximité X Sol).....	34
Tableau 11 : Moyennes de la CE des facteurs 1 et 2 (Proximité X Sol).....	35
Tableau 12 : Moyennes du calcaire total des facteurs 1 et 2 (Proximité X Sol).....	36
Tableau 13 : Moyennes du calcaire actif des facteurs 1 et 2 (Proximité X Sol).....	38
Tableau 14 : Moyennes du carbone des facteurs 1 et 2 (Proximité X Sol).....	39
Tableau 15 : Moyennes de l'azote des facteurs 1 et 2 (Proximité X Sol).....	40
Tableau 16 : Moyennes du rapport C/N des facteurs 1 et 2 (Proximité X Sol).....	41
Tableau 17 : Espèces inventoriées dans la zone d'étude de barrage K'Sob (famille, type biologique, type morphologique).....	42
Tableau 18 : Résultats de l'analyse de la variance de la variable présence de végétaux.....	45

Liste des Figure

Page

Figure 1 : Situation de la zone d'étude et du sous bassin versant K'sob dans le bassin versant du Hodna.....	07
Figure 2 : La carte hypsométrique du bassin versant du K'sob.....	09
Figure 3 : Carte des pentes du bassin versant de Oued El K'sob.....	10
Figure 4 : Carte géologique du bassin de K'sob	12
Figure 5 : La couverture végétale dans bassin versant.....	16
Figure 6 : Précipitations moyennes mensuelles (mm) enregistrées dans la station de M'Sila (période 2005-2015).....	19
Figure 7 : Régime saisonnier de la station de M'Sila (période 2005-2015).....	20
Figure 8 : Vitesse moyenne mensuelle du vent enregistrée dans la station de M'Sila (période 2005-2015).....	22
Figure 9 : Humidité moyenne mensuelle en % dans la station de M'Sila (période 2005-2015).....	23
Figure 10 : Diagramme ombrothermique de la station de M'Sila (période 2005-2015).....	25
Figure 11 : Positionnement de la station de M'Sila dans le climagramme d'Emberger.....	26
Figure 12 : Répartition de stations d'étude sur le versant oriental du barrage de Oued K'sob.....	27
Figure 13 : Emplacement des stations d'étude et prélèvement du sol.....	29
Figure 14 : Variation du pH eau selon la proximité.....	34
Figure 15 : Variation du pH potentiel selon la proximité.....	35
Figure 16 : Variation de conductivité électrique selon la proximité.....	36
Figure 17 : Variation de calcaire totale selon la proximité.....	37
Figure 18 : Variation de calcaire actif selon la proximité.....	38
Figure 19 : Variation de carbone selon la proximité.....	39
Figure 20 : Variation de l'azote selon le niveau de prélèvement du sol	40
Figure 21 : Variation de rapport C/N selon le niveau de prélèvement.....	41
Figure 22 : Importance des espèces de la zone d'étude par famille botanique.....	43
Figure 23 : Distribution des espèces de la zone d'étude par type biologique.....	44
Figure 24 : Distribution des espèces de la zone d'étude par type morphologique.....	45
Figure 25 : Variation de l'abondance de la végétation selon la proximité.....	46

Liste des photographies

Page

Photographie 1 : Le séchage des échantillons de sol à l'air libre.....	29
Photographie2 : Broyage des échantillons de sol.....	29
Photographie 3: Tamisage des échantillons de sol.....	30

Introduction Générale

L'Algérie est un pays vaste et dont les zones arides et sèches sont majoritaires. Les composantes naturelles des écosystèmes même dans ces zones défaillantes en pluviosité et fort importantes en évapotranspiration potentielle arrivent à maintenir une biodiversité remarquable où **Gounot (1969)** rapporte que « tout caractère du milieu physique et biotique est susceptible d'agir sur la distribution des espèces dans la nature ».

Les éléments physiques, chimiques et biologiques ainsi que les interactions agissent sur les êtres vivants et notamment la végétation en raison de son maintien (déplacement passif) comparée à certains groupe de la faune.

Dans les zones arides présence de la végétation est tantôt dictée par un déterminisme climatique mais dans certains cas c'est plutôt un déterminisme édaphique (**Kaabeche, 1990**).

Il est toutefois important de noter qu'il est difficile d'une façon générale, de lier une espèce ou un groupement végétal à un type pédogénétique déterminé. D'autant que dans les régions steppiques où les relations sol-végétation ne font intervenir essentiellement que les horizons superficiels (**Halitim, 1988**).

Dans le milieu naturel l'évolution ou les caractéristiques d'un sol sont directement liés aux facteurs mésologiques et spécialement la végétation où il existe d'étroites liaisons entre ces deux composantes : abiotique et biotique.

Notre zone d'étude dans le bassin versant du K'Sob intéresse le versant d'exposition Est par rapport au plan d'eau du barrage : C'est le versant oriental.

Dans cette étude sur la relation sol - végétation, le but de notre travail consiste à l'étude de ces deux composantes où la détermination des caractéristiques du sol et de son environnement immédiat en relation avec la topographie en particulier qui exerce une influence déterminante sur la répartition des espèces végétales dans l'espace d'une part et de l'autre l'influence de la végétation sur les processus actuels de pédogénèse en milieu semi aride voir aride de notre zone d'étude. Pour ce faire, nous avons adopté le plan suivant :

- Le premier chapitre est consacré à la relation sol-végétation,
- Dans un deuxième chapitre, il y aura la présentation de la zone d'étude,
- Dans un troisième chapitre, on présentera la méthodologie de travail adoptée
- Le quatrième chapitre, est réservé aux résultats et discussions et enfin on clôturera notre travail par une conclusion générale.

CHAPITRE I RELATION SOL-VEGETATION

CHAPITRE I RELATION SOL-VEGETATION

Introduction

La relation sol-végétation dans la région du bassin versant de K'Sob peut être déterminée par l'analyse des propriétés des sols qui sont sous l'influence directe de la végétation, à savoir la teneur en matière organique et l'évolution de certaines caractéristiques du sol. Les résultats analytiques des différents prélèvements de sol font ressortir la relation : sol-végétation; la différenciation des sols est liée aux facteurs de formation et d'évolution des facteurs de pédogenèse ou la roche mère, le climat, la qualité des eaux de cette zone et la nature de la couverture végétale sont les facteurs déterminants. L'influence du sol sur la végétation est déterminée par l'analyse des inventaires floristiques dans les différents milieux d'investigation de notre étude.

1- La végétation

La physionomie et la structure de la végétation servent de base à la définition des principaux types de formations végétales en Afrique du Nord (**Sauvage, 1962 ; Le Houerou, 1969**). La végétation est organisée en groupements . Les groupements végétaux constituent « les unités élémentaires de la végétation définies floristiquement, écologiquement, statistiquement et ordonnées par l'interaction des facteurs du milieu et la concurrence vitale » (**Emberger et Lemee, 1962**). **Ozenda (1964)** définit le groupement végétal comme « un ensemble de plantes réunies dans une même station, par suite d'exigences écologiques identiques ou voisines. La composition floristique en est relativement constante quand on compare entre-elles des stations semblables ». L'inventaire et la cartographie des groupements végétaux ont fait l'objet de très nombreuses études en Afrique du Nord, l'apport de tous ces travaux permet d'ordonner les principaux groupements végétaux en fonction des caractéristiques majeures du milieu. Il permet en outre d'établir, dans ses grandes lignes, la dynamique de la végétation : succession dans le temps des groupements végétaux sur un même substrat (**Pouget, 1980**).

1-1- Caractéristiques générales des espèces végétales

Dans toutes les zones arides, la rigueur climatique oblige les espèces végétales à des adaptations nécessaires à leur survie. Parmi ces adaptations, le développement considérable du système racinaire par rapport aux organes aériens apparaît spécifique. Il est important pour la formation et l'évolution des sols.

1-2- Les adaptations

Parmi les multiples adaptations, et sans entrer dans les détails, on rappellera les plus classiques (**Ozenda, 1958 et 1964**) :

- Modifications anatomiques : pour réduire la surface évaporante (réduction du système foliaire, épines, etc), pour réduire la vitesse d'évaporation (épaississement des cuticules) et pour constituer des réserves en accumulant l'eau dans les tissus (feuilles crassuléscentes).

- Modifications physiologiques : réduction du cycle végétatif avec de longues périodes de dormance hivernale ou estivale.

- Accroissement très important du système racinaire par rapport au système aérien pour aller puiser jusqu'au moindre recoin du sol un peu d'humidité (**Kachaov et Korovine, 1942**). Ce dernier point, essentiel pour l'étude des relations sol-végétation, intervient pour rendre compte de l'écologie des espèces ainsi que de l'action de la végétation sur les sols.

- A ces adaptations, classiques dans les régions sèches et destinées à pallier l'insuffisance du bilan hydrique, s'ajoutent des adaptations spécifiques liées à la présence de conditions stationnelles particulières. Ainsi la présence en excès de sels solubles (chlorure de sodium et magnésium, sulfate de sodium et magnésium, etc), dans les solutions du sol, est toxique pour les plantes ; elle entraîne des troubles nutritionnels et nécessite des adaptations. Certaines espèces augmentent dans leurs tissus le taux de Na^+ , Cl^- et Mg^{++} aux dépens de Ca^{++} et K^+ (groupe biogéochimique des halophiles : *Atriplex halimus*, *Suaeda mollis*, *Traganum nudatum*; elles appartiennent pour la plupart à la famille des Chénopodiacées (**Boukhris et Lossaint 1972**). D'autres espèces halophiles : *Aeluropus littoralis* (Graminées) paraissent s'adapter en limitant au contraire les accumulations de sels minéraux (groupe biogéochimique des oligophores).

1-3- Les systèmes racinaires

En fonction de la distribution des racines dans le sol on distingue plusieurs types de systèmes racinaires (**Lemme ,1978**) :

-Le système à extension horizontale : telles les espèces psammophiles avec un réseau horizontal de racines et surtout radicelles qui « court » juste au-dessus de la surface du sol pour bénéficier des moindres millimètres de pluie ou de rosée .Les psammophiles vivaces possèdent toutefois de solides racines verticales pour se maintenir en place, et puiser en profondeur une certaine humidité.

-Le système à extension verticale est constitué par une racine pivotante chez un assez grand nombre d'espèces vivaces parmi les Ombellifères, les Composées (*Scorzonera undulata*), les légumineuses, etc.

Cependant, même pour les espèces annuelles les plus modestes, il est vital de pouvoir puiser très rapidement en profondeur l'eau nécessaire à la croissance et au complet développement. Ainsi on a pu observer de jeunes plantules de Luzerne annuelle (*Medicago laciniata*) dont le mince pivot, atteignant 1m de profondeur, s'implante directement dans un encroutement calcaire.

Certaines espèces vivaces peuvent présenter des racines capables d'explorer des horizons à plusieurs mètres de profondeur, souvent jusqu'à la nappe phréatique. Dans sa progression en profondeur à la recherche d'humidité, le système vertical rencontre très souvent les horizons d'accumulation calcaire (encroutements, croûtes) ; on constate que de nombreuses racines plus ou moins « tortillées » et laminées s'intercalent entre les feuilles et un réseau particulièrement dense de radicelles colonise les espèces inter-feuillets. Il en est ainsi pour les principales espèces steppiques vivaces : *Helianthemum hirtum*, *Arthrophytum scoparium* (**Negre, 1959**).

L'étude des grands traits de la végétation, permet une meilleure approche des principaux facteurs écologiques mais aussi de l'action possible de cette végétation sur les sols : matière organique, dynamique du calcaire et des sels ...

1-4- Les principaux facteurs écologiques

a- Les facteurs climatiques : jouent un rôle essentiel pour une très grande partie de la végétation puisqu'ils constituent les premiers critères de classement des groupements (étages bioclimatiques et variantes thermiques).

b- Les facteurs édaphiques : dominants sinon exclusifs dans les groupements azonaux, apparaissent plus ou moins importants dans les autres milieux : type de substrats (grès, calcaires, croûtes, etc.), texture, gypse, etc.

c- Les facteurs anthropiques : se manifestent par l'apparition des groupements de cultures et les transitions avec les différents groupements (jachère plus ou moins anciennes, etc.). Leur action apparaît aussi par la succession des différents stades de dégradation de la végétation forestière.

d- Les facteurs de régression des forêts : ces facteurs sont nombreux mais les plus importants sont : **Le pâturage, la coupe, le défrichement et l'incendie** qui est le plus dangereux pour la forêt, donc les causes sont aussi multiples ; mais le climat et les facteurs écologiques en général ont une grande influence sur le maintien de la forêt.

2- Relation : sol-végétation

La diversité de la flore est donc celle des groupements végétaux, est en fonction de la diversité du substrat. En effet, l'occupation des sols est liée aux conditions écologiques telles : le climat, la topographie, la nature des sols, l'influence anthropique. Le sol constitue en quelque sorte le support de la végétation. La superposition de la carte de la végétation sur la carte des sols aurait facilité la lecture des relations qui peuvent exister entre le sol et la végétation.

✓ **Les sols hydromorphes** : moyennement profonds se caractérisent par la présence d'une nappe phréatique qui explique l'hydromorphie temporaire ou permanente ; ces sols portent les espèces **hygrophiles** ou semi-hygrophiles telles : *Mentha aquatica*, *Nerium oleander*, *Tamarix gallica*, *Nasturtium officinale*, *Ranunculus sardous*, *Bellis annua*, *Fraxinus angustifolia* et *Lemna minor*.

✓ **Les sols halomorphes** : sont des sols salins caractérisés par la présence des sels solubles et une perméabilité moyenne, ont une texture lourde et sont riches en minéraux argileux. Les espèces rencontrées ne sont pas spécialement **halophiles**, mais

certaines d'entre-elles supportent le sel ; on a : *Tamarix gallica*, *Silybum marianum*, *Medicago littoralis*, *Opuntia ficus-indica*. Ils portent également des cultures qui sont tolérantes au sel telles que : la Fève, la Tomate, le Pois chiche.

✓ **Les vertisols** : sont des sols bruns riches en argiles, difficile à travailler, sensibles à la teneur en eau ; ils portent les cultures sur zones inondables telles : Aubergines, Orge ; on y trouve *Olea europeae* et *Pistacia lentiscus* et comme végétation naturelle : des broussailles.

✓ **Les sols peu évolués** : certains bassins versants portent une végétation semi-hygrophile (*Juncus acutus*, *Phragmites communis*, *Fraxinus...*) et des cultures sur zones inondables : Pastèque, Melon, Courgettes et les reboisements à Eucalyptus.

CHAPITRE II ETUDE DU MILIEU

CHAPITRE II ETUDE DU MILIEU

La zone d'étude est une partie intégrante du bassin versant du K'sob. Sa situation aux abords du plan d'eau du barrage nous laisse présenter les caractéristiques de ce bassin versant sur les aspects géographique, morphométriques, physiques et biologiques.

1- Situation géographique du bassin versant K'sob :

Le bassin versant du K'sob est l'un des sous bassins du HODNA (Fig.1) localisé dans sa partie Nord, il est limité au Nord-Ouest par la chaîne montagneuse des Bibans ; au Sud et au Sud-Ouest par les monts du Hodna et à l'Est par les hautes plaines Sétifiennes.

Il se situe aussi entre les méridiens de longitudes $5^{\circ}6'$ et $4^{\circ}34'$ Est et les parallèles de latitude $35^{\circ}33'$ et $36^{\circ}18'$ Nord.

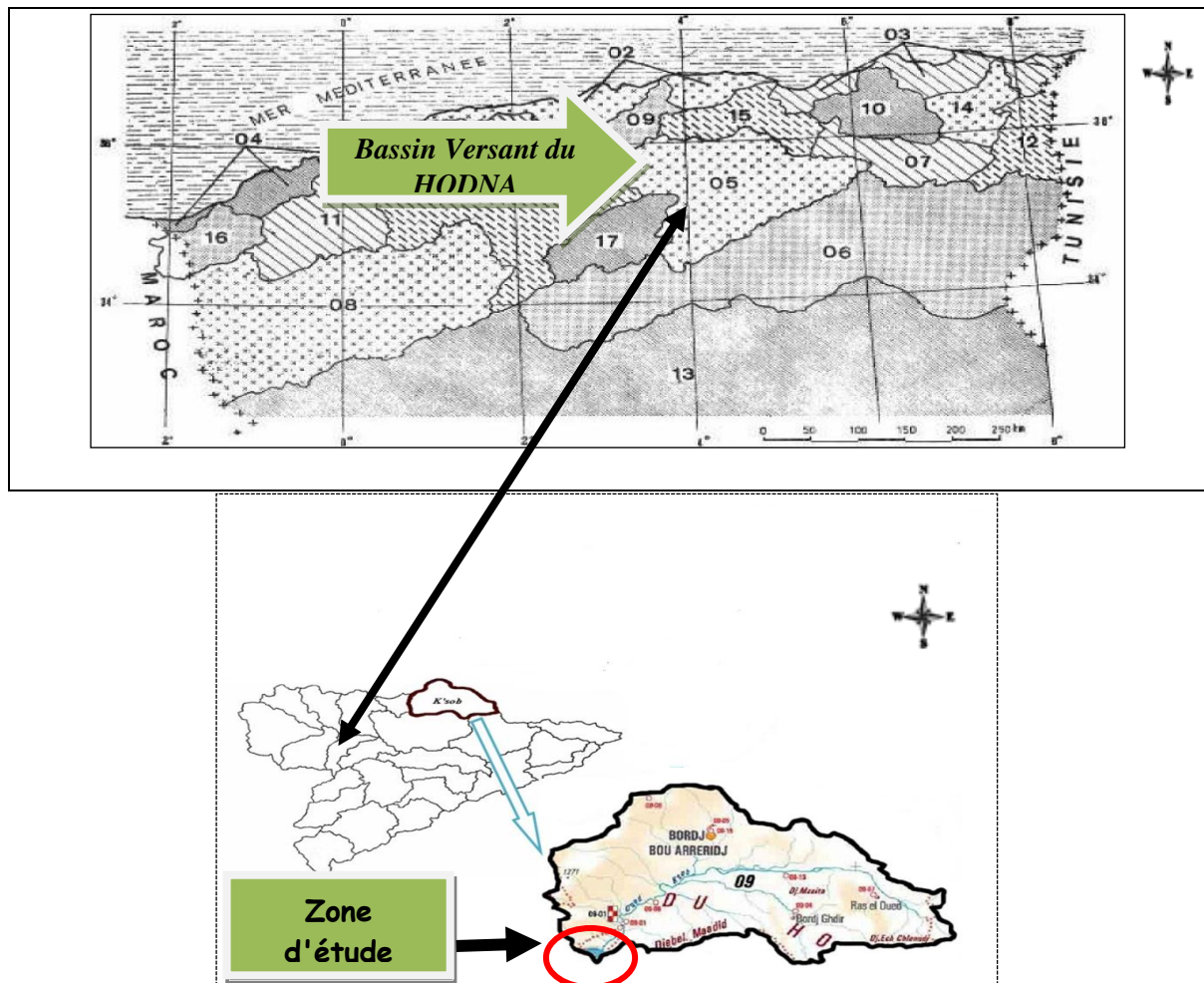


Figure 1 : Situation de la zone d'étude et du sous bassin versant K'sob dans le bassin versant du Hodna

2- Caractéristiques morphométriques du bassin versant K'sob

2-1 Paramètres géométriques

2-1-1- Caractéristiques de forme

a-Superficie du bassin versant

Le bassin versant étant l'aire de réception des précipitations et d'alimentation des cours d'eau, les débits vont être en partie reliés à sa surface. Ce bassin présente la superficie de **1494.5 Km² (Benkadja et al., 2012)**.

b- Périmètre du bassin versant

Il correspond à la longueur de la limite extérieure du bassin mesuré généralement par un curvimètre sur une carte topographique. Il est de l'ordre de **180 Km (Benkadja et al., 2012)**.







c-Longueur du talweg principal

On admet qu'il faut poursuivre le talweg indiqué sur les cartes topographiques, vers l'amont jusqu'à la limite du bassin. De même, si la partie aval présente des méandres, on curvimètre généralement toutes les méandres. La longueur du talweg principal du bassin du K'sob est de **83 Km (Benkadja et al., 2012)**.

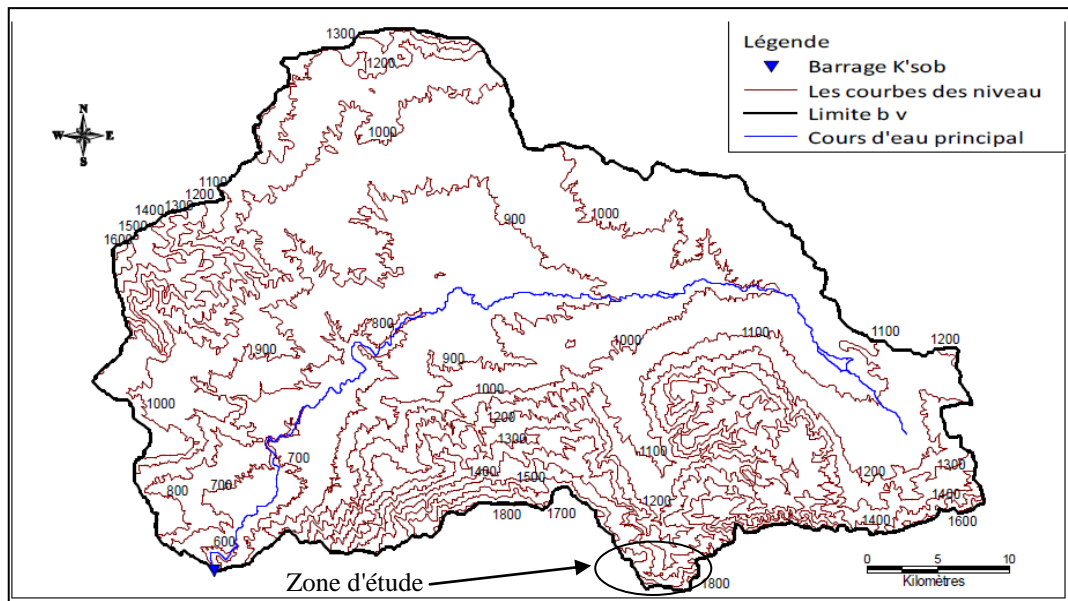
2-2-Paramètres de relief

a- Le relief

L'influence du relief sur l'écoulement se conçoit aisément, car de nombreux paramètres hydrométéorologiques varient avec l'altitude (précipitations, températures, etc.) et la morphologie du bassin (Fig. 2). En outre, la pente influe sur la vitesse d'écoulement. Le relief est un facteur essentiel, il est caractérisé par :

-  La courbe hypsométrique.
-  L'altitude moyenne
-  L'indice de pente globale I_g .
-  L'indice de pente roche I_p
-  L'indice de pente moyenne du bassin versant I_m
-  Densité de drainage D_g .

(Tatar, 1985).



Source : Hattab et Delaladja (2007)

Figure 2 : La carte hypsométrique du bassin versant du K'sob

b- Les altitudes maximale et minimale

Elles sont obtenues directement à partir de cartes topographiques. L'altitude maximale représente le point le plus élevé du bassin tandis que l'altitude minimale considère le point le plus bas, généralement à l'exutoire.

Ces deux données deviennent surtout importantes lors du développement de certaines relations faisant intervenir des variables climatologiques telles que la température, la précipitation et le couvert neigeux. Elles déterminent l'amplitude altimétrique du bassin versant et interviennent aussi dans le calcul de la pente, donc d'après la carte topographique (Benkadja et al., 2012) on a :

$$H_{\max} = 1860 \text{ m}$$

$$H_{\min} = 560 \text{ m}$$

c- Les pentes du bassin versant

La connaissance des pentes d'un bassin versant permet de mieux caractériser le bassin versant. La carte des pentes est l'instrument qui permet de visualiser les nuances topographiques à l'intérieur de l'espace étudié.

Pour notre bassin la carte topographique d'échelle $> 1/50,000$ ont été utilisées. La classification a été faite à partir de différents calculs effectués sur la carte topographique et grâce à notre enquête sur le terrain (Nemouchi, 2001 ; Benkadja et al., 2012).

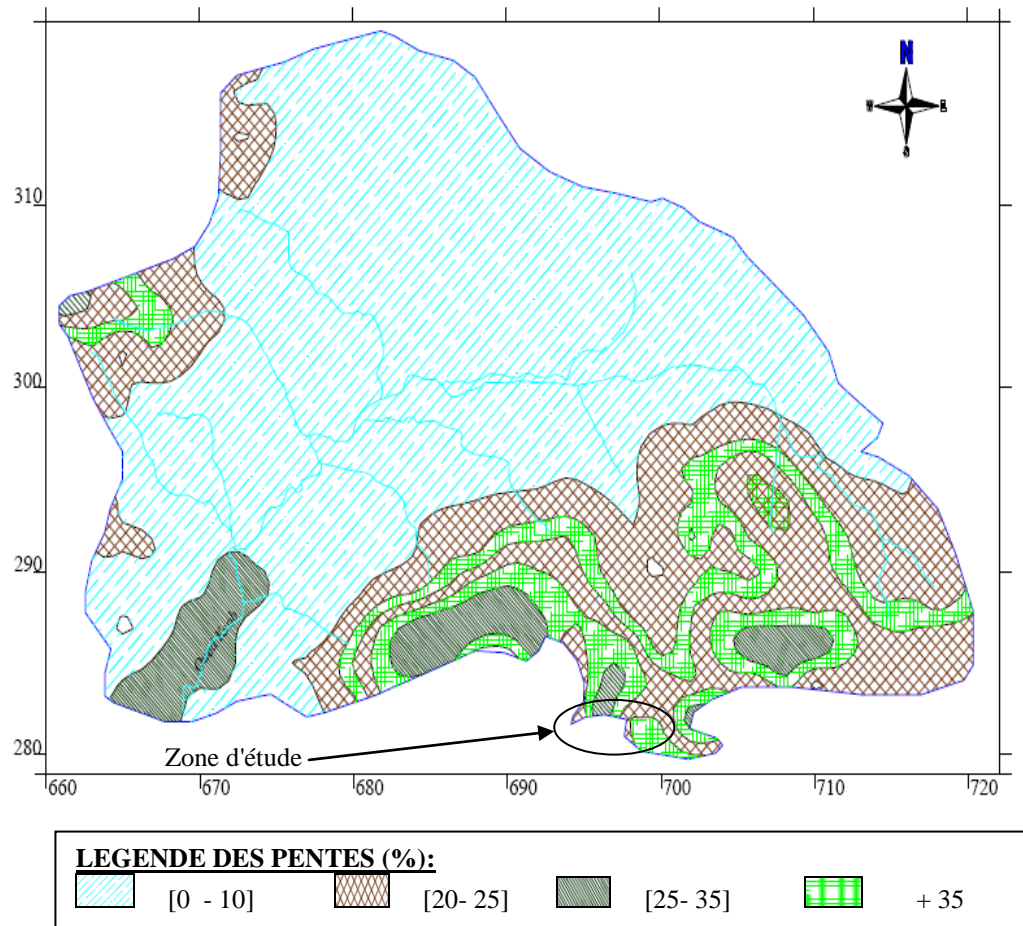
Dans le bassin du K'sob, on distingue les pentes suivantes :

- Plus de 17%: versants érodés, absence de sol.
- 8 - 17% : bas de versant, quelques dépôts, sol mince cultivé.
- moins 8% : plaine et terrasse alluviales, dépôts alluviaux et colluviaux.

La carte de la pente (Fig. 3) montre une forte proportion de terrains dont la pente 5 - 20%, ce qui témoigne du caractère peu montagneux de ce bassin.

Tricart (1962), a divisé l'écoulement suivant la pente en trois catégories:

- ✚ Écoulement faible : pente <3 %
- ✚ Écoulement fort : pente à limite de 10 %
- ✚ Écoulement très fort : pente > 10 %.



Source : Nemouchi (2001)

Figure 3: Carte des pentes du bassin versant de Oued El K'sob.

2-3-Réseau hydrographique

L'Oued El K'sob résulte de la jonction de deux cours d'eau qui sont Oued Soulite et Oued Beyata. Il prend d'abord une direction Nord-Est / Sud-Ouest jusqu'au barrage d'El K'sob, le lit d'Oued est large de 15 m en moyenne et le régime d'écoulement de Oued El K'sob est endoréique (Fig.1). Ses principaux affluents sont:

- Oued Toubou venant de la partie Nord-Ouest.
- Oued Rabta venant de la partie Sud-Est.
- Oued Rhafistane du Sud-Est.
- Oued Mezroug du Nord-Ouest.

Oued El K'sob avant l'entrée dans le barrage à une abondance annuelle moyenne de 60 millions de m³ soit un débit spécifique de 1,51/s/km² soit un coefficient d'écoulement moyen de 11%. La densité moyenne du réseau hydrographique y est extrêmement forte (5,45 km/km²), cette zone est située surtout aux abords du barrage (**Tatar, 1985**).

3- Caractéristiques Physiques et Biologiques du Bassin Versant K'sob

3-1- Géologie

La géologie des terrains influe non seulement sur l'écoulement de l'eau souterraine, mais également sur le ruissellement des surfaces. Les caractères géologiques principaux à considérer sont la lithologie et la structure tectonique.

Généralement, le Djebel Maadid peut être considéré comme un large anticlinal à cœur Aptien et dont les flancs sont formés par des enchainements de plus en plus récentes du Crétacé moyen et supérieur (Fig. 4). Une sédimentation recouvre tous les étages du crétacé représentés au Maadid est continue ; la première discordance apparaît après le Sénonien dont les couches terminales ont été érodées par un Éocène transgressif La formation de poudingues dès Lutétien précède l'émersion généralisée du massif du Maadid ou le nummulitique supérieur est entièrement continental. La mer ne reviendra qu'au Burdigalien, qui est transgressif et légèrement discordant sur les terrains éocènes.

Les auréoles externes du massif se constituent par des couches géologiques proprement dit se superposent du Sud au Nord en de puissantes assises dont les plus anciennes arrivent aux arêtes culminantes.

Ces assises, coupés de vive force par la vallée de l'Oued K'sob, donnent une succession de seuils rocheux, séparant des terrains plus tendres, argiles ou marnes (**Benkadja et al., 2012**).

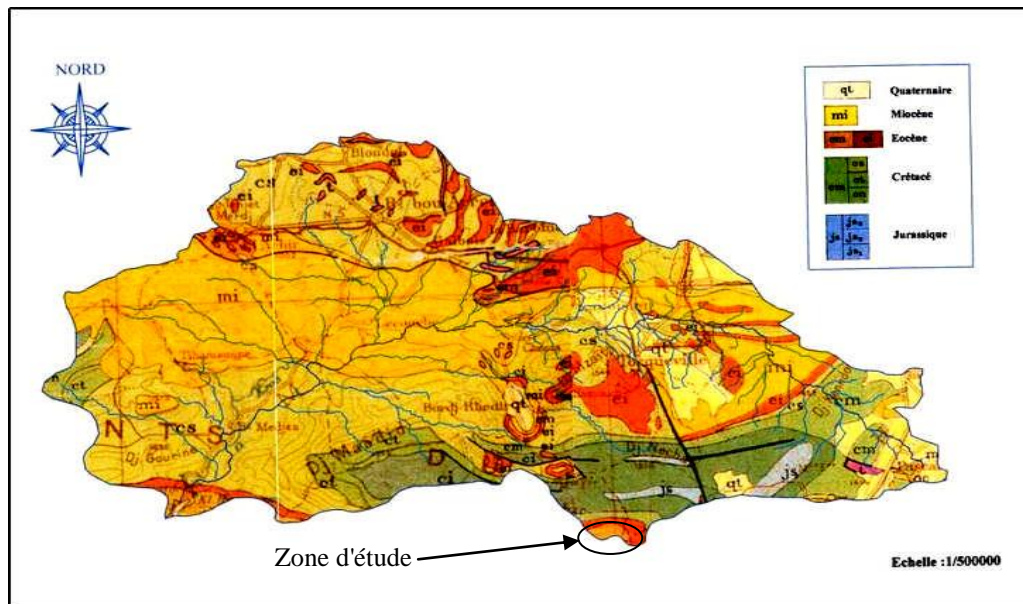


Figure 4 : Carte géologique du bassin de K'sob (Hattab et Delaladja ,2007)

3-2- Géomorphologie

Le bassin versant de l'Oued El K'sob se présente sous forme de cuvette à demi fermé, encadré par une ligne de relief relativement élevée, constituée au Nord par les monts de Medjana à l'Ouest par les massif de Djebel Mansoura et au Sud par les monts du Hodna. Suivant **Tatar (1985)**, ces reliefs sont composés de:

- **Les plaines** : occupant (31%) situées dans sa partie centre Est et Sud Est. (comprise entre 800 à 1000m).
- **Les piémonts**: occupant (28%) ce sont des glacis qui forment le record entre la pleine et le relief (1000 à 1200m) avec une pente de 3 à 12,5%
- **Les plateaux**: occupant (22%) ce sont des plates-formes, situées en contre bas et en bordure des montagnes.
- **Les montagnes** : moyennes montagne occupent 6 % situé à l'Ouest de bassin versant, altitude (1000 à 1400 m)
- **Hautes montagnes** : occupent 13 %, située au sud de bassin versant et correspond au Mont de Hodna (altitude 1500 à 1885 m) avec une pente de plus de 45%.

3-3-La lithologie

Le bassin versant de K'sob est caractérisé par des terrains d'âge du crétacé et du miocène. Les formations lithologiques rencontrées dans le bassin selon leur importance sont (Fig. 4 ci-dessus):

➤ **Le Maestrichtien** : (Crétacé ; inférieur, moyen et supérieur)

Ce faciès affleure en large bande dans le Sud du bassin de Ksob, puis large mont sur le flanc Nord du Djebel Maadid, on le retrouve aussi au Nord du bassin au sud-ouest de Medjana. Le Maestrichtien (y compris la partie calcaire du Danien) Comprend presque partout trois subdivisions :

- **La partie inférieure** est constituée en une série de calcaire et de grès.
- **La partie moyenne** est particulièrement marneuse avec intercalations de calcaires-grès compacts.
- **La partie supérieure** présente en grande partie le même faciès que la partie inférieure, vers le sommet, on rencontre fréquemment des calcaires ocreux ou faunes à niveau glauconieux Pétris de fragments d'huitres.

Ces terrains occupent approximativement 25% du bassin versant toujours au Sud du bassin et particulièrement dans les monts du Hodna, on rencontre des calcaires durs de l'Albien contenant une riche faune à ammonites ; ainsi que des marnes du campanien grisâtes ou blanchâtres avec de nombreuses intercalations de marne-calcaire et de calcaires marneux.

➤ **Le Quaternaire (Miocène)**

Ce faciès occupe toute la partie Sud-ouest et centre de bassin (Djebel Zegguer, Djebel Mansourah) et (Ouled Khelouf) on la retrouve également au Nord du bassin (Kef El Mellah).

Ses terrains sont constitués essentiellement de calcaires et de Grès, Grès souvent glauconieux ou gris, à ce grès sont associés des lits plus ou moins épais de marnes gréseuses. Ces terrains occupent approximativement 30% du bassin versant.

➤ **Alluvions du quaternaire**

Ce type de terrains se rencontre dans la dépression de Medjana, aussi bien dans les cuvettes de Ras-El-Oued et Bordj Ghédir. Ces terrains sont constitués de cailloutis, de sables calcaires et parfois de vases sur les bords des Oueds et particulièrement sur l'Oued K'sob et l'Oued El-Amri. Les derniers dépôts se composent de graviers et de sables à

Éléments locaux. Ces terrains s'étendent sur grandes surfaces, occupent ainsi 35% du bassin versant.

- On note aussi que toute la partie sud du bassin de K'sob (50 % de la superficie) est effectuée par la fracturation ou karstification.
- La partie nord du bassin est principalement composée de roches calcaires, de grès et d'alluvions du quaternaire

Les formations lithologiques, sont aussi très variées mais avec une prédominance des formations calcaires. Les séries exclusivement calcaires de l'Aptien inférieur constituent un ensemble homogène qui s'étend au Sud sur les monts du Hodna et le Djebel Mzaita ; cependant quelques affleurements notés au Nord et au Nord- Est. Les formations à alternance de calcaire et de marne apparaissent en plusieurs unités de taille variable, cependant elles trouvent leur plus grande extension au Nord, sur le plateau de Mzaita et les monts de Maadid. Le calcaire marneux affleure largement au Sud du bassin notamment sur le Djebel de Maadid, sur le plateau de Lestah à l'Ouest et Mzaita à l'Est.

Les formations gréseuses occupent 1/3 du bassin versant, la série exclusivement gréseuse occupe une surface très réduite se limitant à un affleurement au sud du Djebel Morissane. Les séries à alternance de grès et d'argile, De grès et de marne s'étendent sur des surfaces relativement importantes, la première occupe le Nord-est du bassin en un ensemble continue elle présente à sa base une assise argileuse surmontée de grès grossier alternant avec des argiles noires. La seconde affleure en plusieurs endroits discontinus notamment au Sud-ouest.

3-4- Pédologie

Dans ce travail un aperçu sur les caractéristiques des sols ou l'étude pédologique de la zone d'étude est très importante.

Les différentes classes des sols suivant la texture, la morphologie, le mode d'évolution pédo-génétique et le niveau de la salinisation la classification distinguent les principaux types de sol :

- ❖ Sol peu évolués
- ❖ Vertisols
- ❖ Sols calcimagnésiques
- ❖ Sols halomorphes

(A.N.R.H in Tatar 1985)

3-5- Végétation

L'activité végétative et le type de sol sont intimement liés et leurs actions combinées influencent singulièrement l'écoulement en surface. Le couvert végétal retient, selon sa densité, sa nature et l'importance des précipitations, une proportion variable de l'eau atmosphérique. Cette eau d'interception est en partie soustraite à l'écoulement. La forêt, par exemple, intercepte une partie de l'averse par sa frondaison. Elle exerce une action limitatrice importante sur le ruissellement superficiel. La forêt régularise le débit des cours d'eau et amortit les crues de faibles et moyennes amplitudes. Par contre, son action sur les débits extrêmes causés par des crues catastrophiques est réduite.

A l'inverse, le sol nu, de faible capacité de rétention favorise un ruissellement très rapide. L'érosion de la terre va généralement de pair avec l'absence de couverture végétale.

3-5-1- Classification de la végétation en fonction de son rôle protecteur

Plusieurs classifications plus ou moins complexes ont été proposées, mais la classification des types de couverture par ordre de densité est plus adaptée à montrer l'impact du couvert végétal sur les conditions d'écoulement.

Selon **Martinez et al., (2011) et Benkadja et al.,(2012)**, les grandes catégories de couvertures végétales protectrices sont:

a- Les surfaces bien protégées

Ce sont les surfaces qui bénéficient de couverture végétale plus ou moins dense, Permanente et plus spécialement les forêts, ces dernières protègent le sol contre l'érosion.

b- Les surfaces incomplètement protégées

Ce sont les surfaces partiellement nues en permanence et les surfaces saisonnièrement protégées, dont les averses peuvent engendrer un ruissellement important qui peuvent déclencher des actions érosives et des crues provoquant des inondations. Il s'agit généralement des terres de culture destinées soient pour la céréaliculture ou l'arboriculture. La pratique de la jachère nue est dommageable aussi puisque les terres sont laissées au repos une année sur deux sans aucune protection.

c- Les surfaces mal protégées ou nues

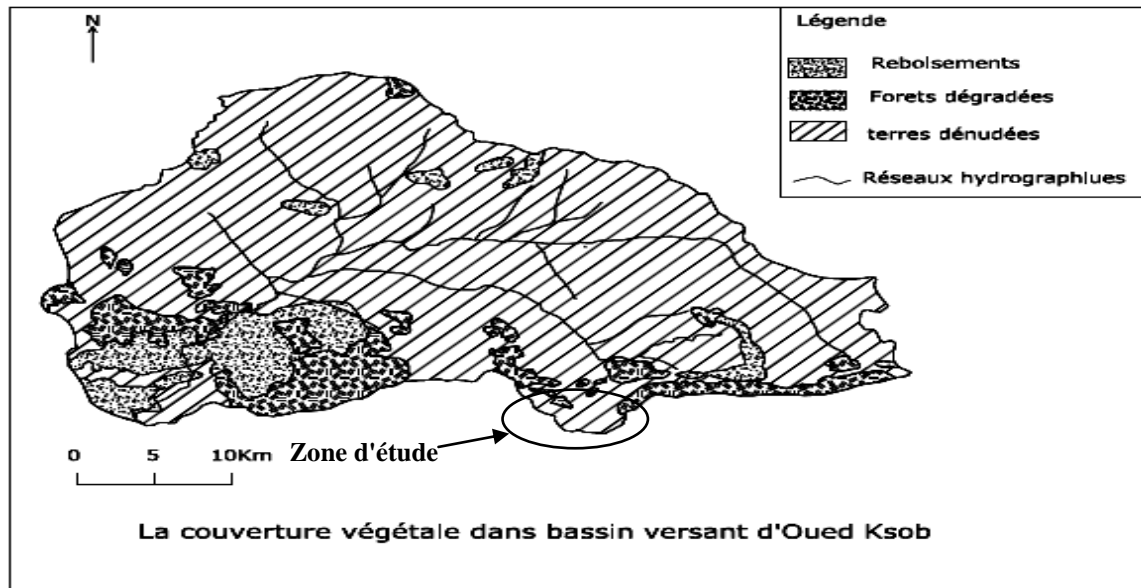
Elles englobent les terrains dénudés, les terrains de parcours tels que taillis et broussailles à faible densité de recouvrement où le ruissellement et l'érosion hydrique sont largement favorisés.

d- Les terrains de parcours bien traités

Sur les terrains de parcours bien traités, l'humus et la végétation protègent la surface du sol contre l'énergie des gouttes de pluie et facilitent l'infiltration. Mais si la steppe est fortement pâturée (surcharge pastorale) il en résulte une dégradation de la couverture herbacée, Un tassement du sol, un faible taux d'infiltration et un accroissement du ruissellement superficiel qui engendrent par conséquent une érosion hydrique intense et un régime d'écoulement très irrégulier.

3-5-2- Répartition des types de couverture végétale au K'sob

La répartition du couvert végétal et la part de chaque type de couvert dans le bassin versant (Fig. 5) dépend des caractéristiques climatiques qui en découlent. La couverture du bassin versant d'Oued K'sob est importante : environ 25% de la surface totale de bassin. Cette prédominance s'explique par la présence de reliefs montagneux importants (Djebel Maadid), qui s'accaparent une proportion importante de la surface de bassin versant et par la réalisation de plusieurs programmes de reboisement sur ces reliefs qui entrent le cadre, soit de la défense et de la restauration des sols, soit de la protection du périmètre du barrage du K'sob.



Source: Martinez *et al.*, (2011) et (Benkadjaet *al.*(2012)

Figure 5 : La couverture végétale dans bassin versant

Les terres de culture représentent respectivement 55%, Et s'étendent essentiellement sur les plaines de Ras-El-Oued, Bordj-Ghédir et Bordj-Bou-Arréridj, s'adonnant à la céréaliculture avec jachère. Les surfaces mal protégées ou nues ne représentent que des

surfaces limitées mais les conditions pédoclimatiques (pente et épaisseur des sols, précipitations et températures) sont encore favorables aux pratiques de la céréaliculture traditionnelle (Tab. 1).

Tableau 1 : Répartition des types de couverture végétale

Bassin versant Oued K'sob	Surfaces bien protégées		Surface incomplètement protégées		Surfaces mal protégées ou nues	
	Surface (km ²)	%	Surface (km ²)	%	Surface (km ²)	%
	Forêts, maquis		Arboriculture, Alfa Céréaliculture		Arboriculture, Alfa Céréaliculture	
	364.23	20	291	55	801	25

Source : Martinez *et al.*(2011) ; Benkadjaetal.(2012)

La végétation de la zone d'étude est une steppe chamaephytique et qui paraît être très influencée par trois facteurs :

- Le premier est d'ordre édaphique étant donné que la zone d'étude est un versant abrupt (ruissellement assez important) et dont la profondeur du sol n'est pas très importante en raison de l'affleurement de la roche mère par endroit et la charge caillouteuse assez conséquente du terrain.
- Le second est climatique et bien imposé par la pluviométrie assez limitée dans le temps. Ceci a été montré par la synthèse climatique réalisée (Voir ci-dessous) pour notre zone d'étude malgré sa position géographique à côté d'un plan d'eau assez conséquent (Plan d'eau du barrage).
- Le troisième est une conséquence d'une géomorphologie qui laisse notre zone d'étude exposée dans un couloir d'ascendance des influences chaudes et desséchantes qui montent de la cuvette hyperaride de Chott El Hodna située au sud.

D'après la subdivision phytogéographique de l'Afrique méditerranéenne et du Sahara de **Quézel** et **Santa (1962)**, notre zone d'étude appartient au Domaine Maghrébin-Steppique (**Kaabeche, 1990**), au Secteur des Hauts-Plateaux et au Sous-secteur des Hauts-Plateaux constantinois.

3-6-La faune

La diversité de milieux implique la présence de nombreuses espèces animales. Sur un tronçon de l'Oued le long d'une dizaine de kilomètres et au fonctionnement relativement préservé, il est ainsi possible de rencontrer : des Mammifères, des Oiseaux aquatiques, des Batraciens (**Bensaci et al., 2010**).

3-7- Le climat

Le climat en région méditerranéenne est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes (**AIDOU, 1998**). Il joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants. Il dépend de nombreux facteurs tels que la température, les précipitations, l'humidité et le vent (**Faurie, 2011**).

La température et les précipitations représentent les facteurs les plus importants du climat (**Faurie et al., 2003**) et spécialement en zone méditerranéenne aride.

Pour bien caractériser le climat de notre zone d'étude, nous avons exploité une série de données climatiques sur une période de référence de **11 ans**, allant de **2005 à 2015**. Ces données nous ont été fournies par la station météorologique de M'Sila (Tab.2).

Tableau 2 : Caractéristiques de la station météorologique de M'Sila

Station	Période	Localisation par rapport à notre zone d'étude	Altitude	Coordonnées Géographiques	Données disponibles
M'Sila	2005 – 2015	Sud	441 m	35° 39' Nord 04°29' Est	–Précipitations –Températures –Humidité relative –Vent

Source : Station météorologique de M'Sila

3-7-1-Les précipitations

Les précipitations dépendent du contenu de vapeur d'eau dans l'atmosphère et de divers facteurs externes comme la température de l'air et les quantité d'eau à la surface de la terre (**Robert et al., 2005**).

Elles constituent un facteur écologique d'importance fondamentale, non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes limniques (**Ramade, 2003**) mais pour toute activité notamment photosynthétique assurée en majorité par les plantes chlorophylliennes où c'est la composante biotique la plus importante (**Ozenda, 1982**). Selon ce même auteur, les précipitations jouent un rôle important dans l'apparition du tapis végétal (**Ramade, 2003**).

Les précipitations mensuelles enregistrées dans la région de M'Silade 2005 à 2015 sont consignées dans le tableau 3.

Tableau 3: Les précipitations moyennes mensuelles dans la station de M'Sila (période 2005-2015)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
P(mm)	20.3	20.2	18.1	28.3	26.1	12.8	4.9	8.45	27.3	32.1	19.2	17.4

Source : Station météorologique de M'Sila

La distribution des précipitations mensuelles enregistrées ne se répartissent pas uniformément (Fig. 6) et accusent une diminution perceptible pour les mois chauds (Juin, Juillet et Août). Ceci en est une caractéristique du climat méditerranéen qui est chaud et sec en Eté et froid et pluvieux en Hiver (**Halimi, 1980**).

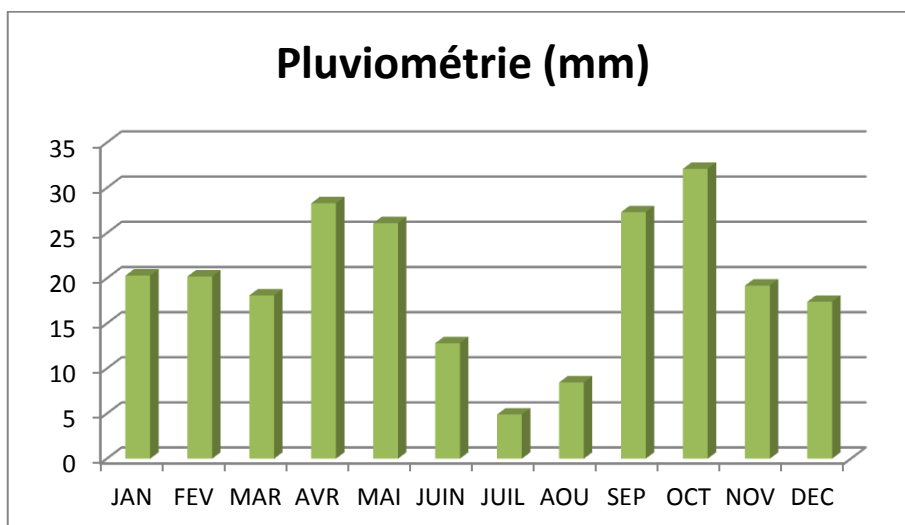


Figure 6: Précipitations moyennes mensuelles (mm) enregistrées dans la station de M'Sila (période 2005-2015)

En se référant au tableau 2 et à la figure 2, le mois le plus pluvieux est le mois d'Octobre avec **32.10 mm** alors que le mois le plus sec est le mois de juillet avec **4.90mm**. Le total annuel des précipitations enregistrées est égal à **210.85mm** (période 2005-2015).

3-7-2-Le régime saisonnier :

La distribution des précipitations par saison (Tab.4) nous laisse la possibilité de dresser le régime saisonnier de la pluviosité.

Tableau 4: Le régime saisonnier des précipitations de la station de M'Sila(période 2005-2015)

Saison	Hiver (Dec, Jan, Fev)	Printemps (Mar, Avr, Mai)	Été (Jun, Jul,Aou)	Automne (Sep, Oct, Nov)	Total
P (mm)	57.90	72.50	26.15	78.60	235.15

Source : Station météorologique de M'Sila

L'illustration de la distribution des précipitations par saison nous a permis d'aboutir à la figure 7 ci-dessous.

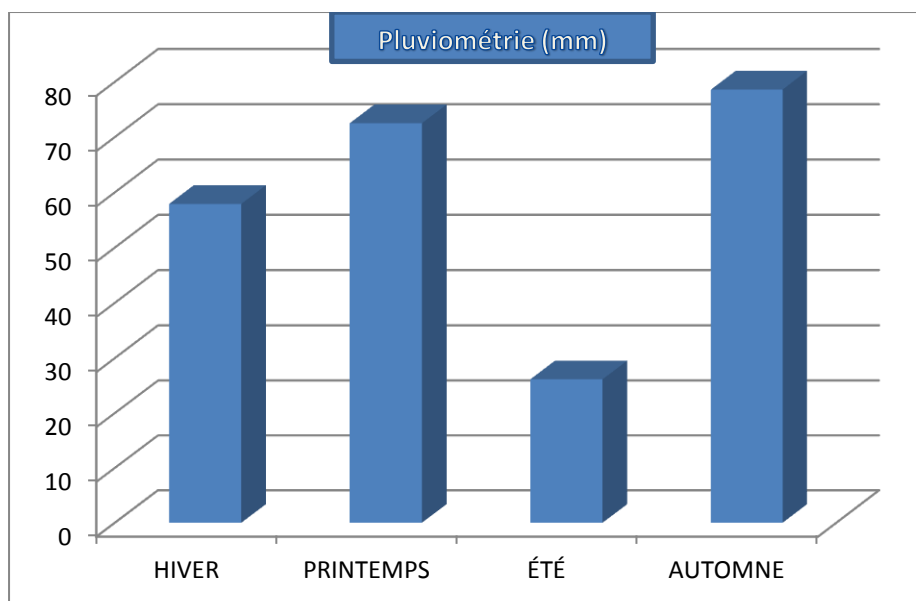


Figure 7 : Régime saisonnier de la station de M'Sila(période 2005-2015)

Le tableau 4 et à la figure 7 permettent de caractériser le régime pluviométrique en fonction des saisons. Le régime saisonnier des précipitations de la station de M'Sila est de type (APHE). En effet, l'Automne est la saison la plus arrosée avec un total de précipitations de 78.60 mm par contre l'Été paraît la saison la plus sèche avec un total de précipitations de 26.15mm.

3-7-3- Les températures

La température est un facteur écologique important qui détermine les grandes régions climatiques terrestres où le facteur thermique agit directement sur la vitesse de réaction des individus, sur leur abondances et leur croissances (**Dajoz, 2006 ; Faurie et al., 2011**).

Les valeurs des températures moyennes mensuelles et extrêmes enregistrées dans la station météorologique de M'Sila durant la période allant de 2005 à 2015 sont regroupées dans le tableau 5.

Tableau 5 : Moyennes mensuelles et extrêmes des températures enregistrées dans station météorologique de M'Sila(période 2005-2015)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
m (°C)	3,10	3,56	6,82	9,84	15,35	20,45	24,10	23,43	19	14,05	7,97	4,12
M (°C)	14,74	16,60	20,82	24,37	28,50	35,2	39,24	38,68	32,81	26,68	19,52	14,74
(M+m)/2	9,32	10,21	14,8	19,74	25,4	30,64	34,18	35,11	28,89	22,91	14,44	10,33

Source : Station météorologique de M'Sila

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

a - Températures extrêmes

D'après les données des températures (Tab.5), il paraît que parmi les mois les plus chauds dans la région de M'Sila, Juillet occupe le premier rang avec une température moyenne maximale de **39,24 °C** alors que le mois de Janvier enregistre la valeur la plus basse avec une température de **3,10 °C**.

b - Températures moyennes mensuelles

Les valeurs des températures moyennes mensuelles enregistrées dans la station météorologique de M'Sila durant la période allant de 2005 à 2015 varient d'un maximum de **35.11 °C** pour le mois d'Aout alors que le mois de Janvier enregistre une valeur minimale de **9.32 °C**.

3-7-4-Le vent :

Le vent exerce une grande influence sur les êtres vivants (Faurie et al., 2003). C'est un agent de dispersion des végétaux et de quelques animaux (Dajoz, 2006). Identifiés par leurs températures, leurs directions et leurs vitesses, les vents agissent effectivement sur l'évapotranspiration des plantes (Didier, 2005). Le tableau 6 illustre la variation de la vitesse moyenne mensuelle du vent au cours de la période (2005-2015) dans la région de M'Sila.

Tableau 6 : Variation de la vitesse moyenne mensuelle du vent au cours de la période (2005-2015) dans la région de M'Sila.

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Vit. moy du Vent (m/s)	4.25	4.99	5.39	5.27	5.24	5.01	4.72	4.3	4.06	3.84	4.11	3.83

Source : Station météorologique de M'Sila

- Vit. moy du Vent (m/s) : vitesse moyenne du vent exprimée en mètre par seconde.

Les valeurs de la vitesse du vent notées au cours des années 2005- 2015, varient entre **3.83 m/s** et **5.39 m/s**. Il est à constater que la plus grande vitesse du vent soit **5.39 m/s** est enregistrée au mois de Mars (Fig.8).

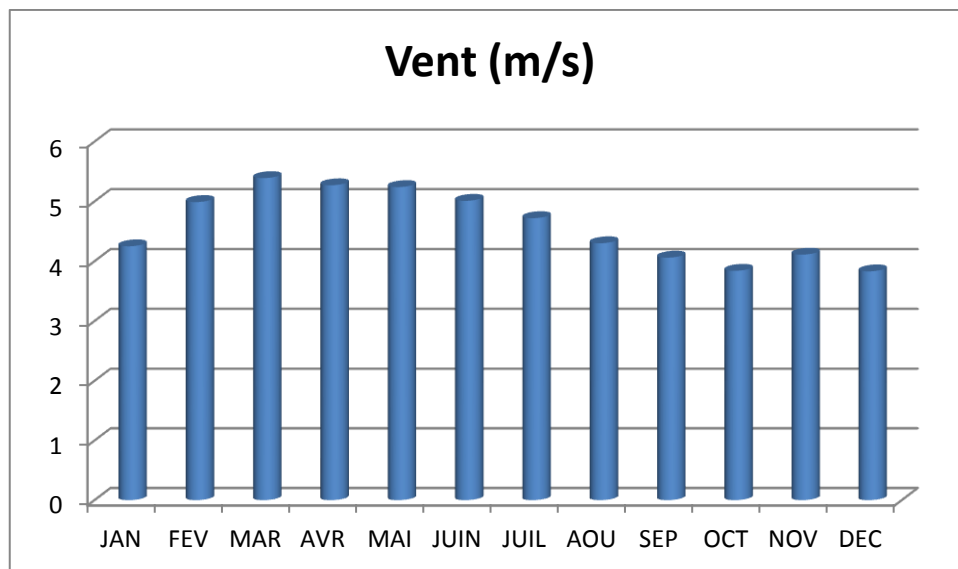


Figure 8 : Vitesse moyenne mensuelle du vent enregistrée dans la station de M'Sila (période 2005-2015)

3-7-4-Humidité relative en % :

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 Bilodeau, 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 2005-2015 dans la région de M'Sila sont portées dans le tableau 7.

Tableau 7 : Moyennes mensuelles de l'humidité relative dans la station de M'Sila(période 2005-2015)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
H(%)	83.2	77.2	69.2	62.9	50.59	44.4	35.3	39.5	56.3	66	78.5	84.5

Source : Station météorologique de M'Sila

D'après le tableau 7, la valeur maximale de l'humidité relative moyenne est enregistrées au mois de Décembre soit **84.5%** par contre la valeur minimale est notée pour le mois de Juillet avec **35.3%**. Le reste des mois est illustré dans la figure 9 ci-dessous.

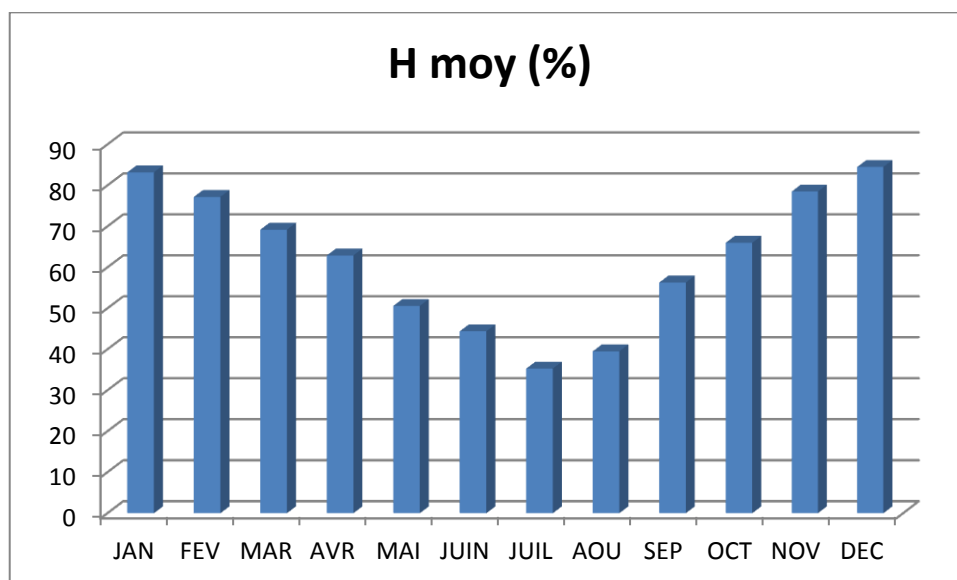


Figure 9 : Humidité moyenne mensuelle en % dans la station de M'Sila(période 2005-2015)

D'après la figure 5, le faible taux d'humidité en Eté peut être due à :

- Aridité du climat : faiblesse relative des précipitations et surtout pendant la période estivale et qui est une caractéristique du climat méditerranéen.
- Continentalité.
- Influence méridionales chaudes et desséchantes (Sirocco).

3-7-5-Synthèse climatique

La synthèse climatique consiste, pour une station donnée, à déterminer les périodes sèches et humides par l'intermédiaire du diagramme ombrothermique de Gaussen ainsi que l'étage bioclimatique auquel appartient cette station étudiée dans le climagramme d'Emberger.

a-Diagramme ombrothermique

D'après **Bagnouls et Gaussen (1957 in Rebbas, 2014)** un mois est considéré comme sec lorsque le total des précipitations P , exprimé en mm, est égal ou inférieur au double de la température moyenne T , du mois, exprimée en degré Celsius.

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen permet de calculer la durée de la saison sèche sur un seul graphe où les périodes sont considérées comme sèches lorsque la pluviosité moyenne (mm) est inférieure au double de la température moyenne exprimée en degrés Celsius (**Le Houerou, 1995**).

C'est à partir du diagramme établi (**Fig. 10**) qui montre pour la région de M'Sila, pour une période de 11 ans (2005-2015), l'existence d'une seule période et qui est sèche. Elle dure toute l'année.

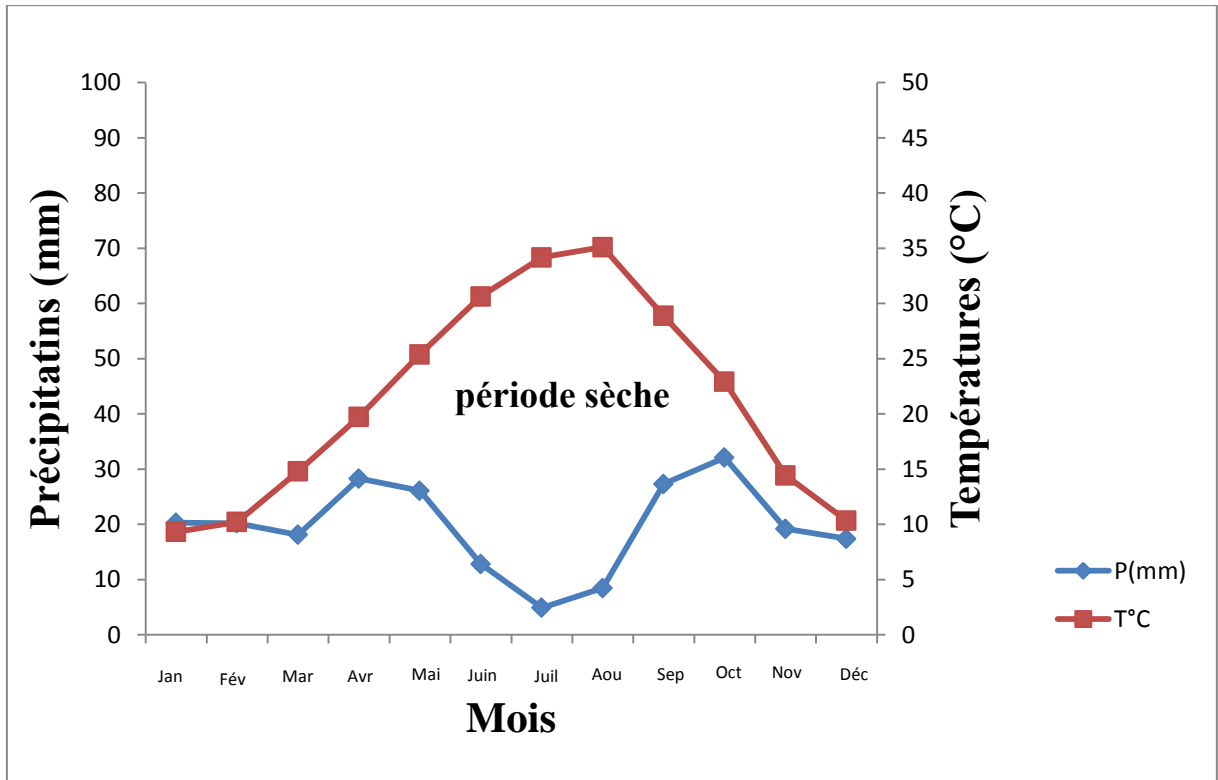


Figure 10: Diagramme ombrothermique de la station de M'Sila (période 2005-2015)

b-Climagramme d'Emberger

Le quotient pluviométrique d'Emberger (Q_2), est un indice climatique qui traduit la xérite du climat méditerranéen suivant un gradient du Nord au Sud (**Embergeret Sauvage 1961 in Djebaili, 1984**). Il tient en compte de deux paramètres climatiques à savoir: précipitations et températures (**Zedam, 2015**).

Ce quotient est fonction de (m) [moyenne de la température minimale du mois le plus froid] et (M) [la moyenne de la température maximale du mois le plus chaud]. Il permet de situer une localité, une essence, une formation végétale ou un groupement (**Hufty, 2001**).

Il est calculé par la formule suivante :

$$Q_2 = 3.43 P / (M - m) \quad (\text{Dajoz, 2006})$$

Q_2 : quotient pluviométrique d'Emberger.

P : précipitations moyennes annuelles (mm).

M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (°C).

m : moyenne des températures minimales du mois le plus froid (°C).

Les valeurs des paramètres Q_2 , P, M, m sont consignées dans le tableau 8.

Tableau 8 : Valeurs du quotient pluviométrique d'Emberger
de la station de M'Sila(période 2005-2015)

Paramètres	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q_2	Etage bioclimatique
Station de M'Sila	243,6	39,24	3,10	23,11	Aride inférieur

Source : Station météorologique de M'Sila

D'après les données climatiques pour une période s'étalant sur 11 ans et la valeur du quotient pluviométrique d'Emberger « Q_2 », la station de M'Sila est classée dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver tempéré durant la période 2005-2015 (Fig.11).

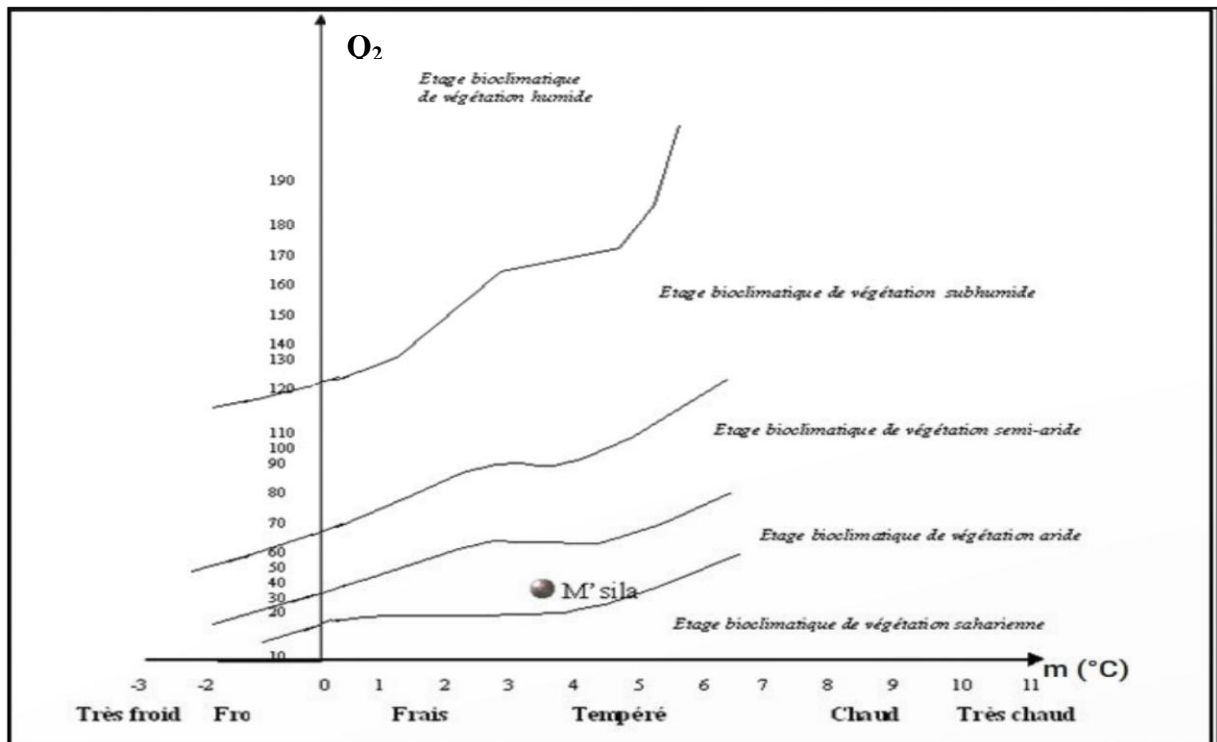


Figure 11 : Positionnement de la station de M'Sila dans le climagramme d'Emberger

CHAPITRE III METHODOLOGIE DE TRAVAIL

CHAPITRE III METHODOLOGIE DE TRAVAIL

Introduction

Le but de notre travail consiste à préciser les caractéristiques du sol et de son environnement immédiat (en rapport avec topographie en particulier) qui exercent une influence déterminante sur la répartition des espèces des communautés végétales d'une part et de montrer l'influence exercée par la végétation sur les processus actuels de pédogénèse en milieu aride dans notre zone d'étude d'autre part.

1-Site d'étude

Notre zone d'étude est située sur le versant oriental du grand plan d'eau du barrage de Oued K'sob (Fig. 12).

Le terrain est un versant (toposéquence) qui repose sur un sol de pente qui avoisine en général les **44 %** et est relativement squelettique avec une présence importante de la pièrosité.

Ce versant présente des vestiges de lignes de pierres (murettes) perpendiculaires à la plus grande pente qui furent exécutées le courant des années soixante.



Figure 12 : Répartition de stations d'étude sur le versant oriental du barrage de Oued K'sob

2- Etude pédologique

Le sol est un complexe dynamique qui prend naissance et évolue en constituant un profil. Le profil est l'ensemble des horizons qui sont des strates successives de texture, de structure et de couleur différentes (**Duchauffour, 1970**). La roche mère fournit les éléments minéraux

et la végétation fournit la matière organique, les deux conduisent au développement de ce profil et où l'étude pédologique correspond à une étude de terrain et une étude au laboratoire.

2-1- Echantillonnage du Sol

Le plan de l'échantillonnage consiste à choisir des éléments des échantillons à analyser afin d'obtenir des informations objectifs et une précision mesurable dans l'ensemble et pouvoir enfin caractériser la population ou le territoire (**Gounot, 1969**). L'échantillonnage est un fragment d'un ensemble prélevé pour juger tout l'ensemble (**Colin, 1970 in Touazi et Nouioua, 2006**).

Le choix des stations et la décision de leurs emplacements, pour fixer leurs caractéristiques, Les caractéristiques du sol qui exercent une influence déterminante sur la répartition des espèces végétales, ont été choisies selon un échantillonnage mixte (subjectif et systématique) où 3 stations ont été matérialisées selon la toposéquence du terrain. Ces trois stations ont été établies sur carte topographique au laboratoire et concrétisées sur terrain après prospection des lieux:

- Une station basse proche du plan d'eau : située en Est de la zone d'étude.
- Une station moyenne située à mi-versant : située au centre de la zone d'étude.
- Une station haute située en amont du versant : située en Ouest de la zone d'étude.

a- Distance entre les stations d'étude

Trois (03) stations ont été matérialisées selon la toposéquence du terrain où la distance entre ces stations étant de 30 mètres au minimum.

Dans chaque station nous avons pris soin de réaliser trois (03) répétitions pour une bonne appréhension des moyennes et une analyse adéquate des résultats. Les répétitions sont aussi espacées de 30 mètres.

Le nombre total de nos stations s'élève à 9.

Dans chaque station nous avons prélevé 2 échantillons de sol: un prélèvement superficiel et un prélèvement profond comme c'est indiqué dans la figure 13 ci-dessous.

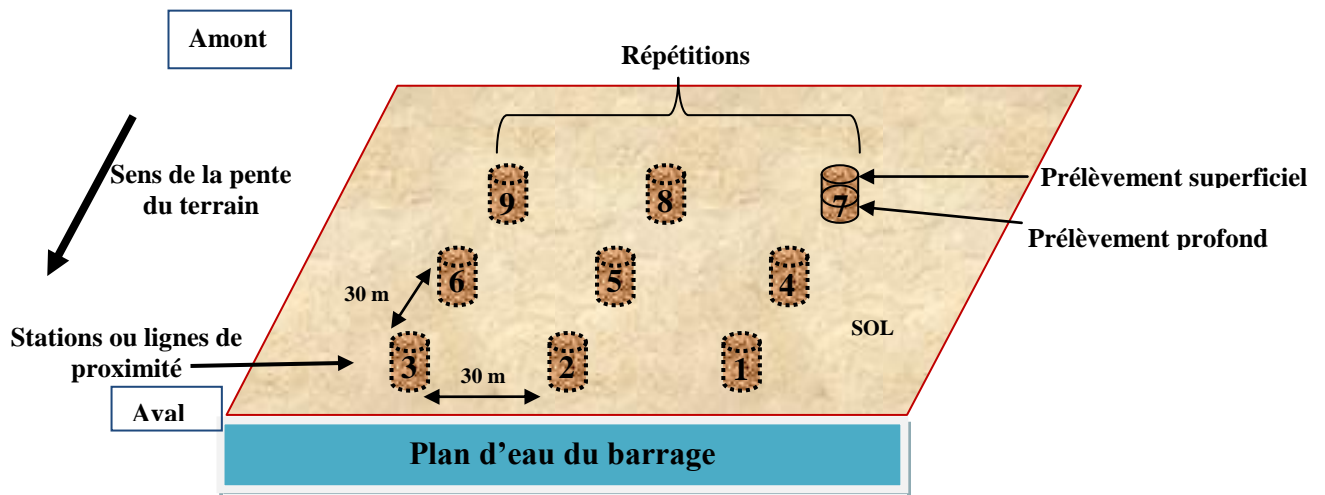


Figure 13 : Emplacement des stations d'étude et prélèvement du sol

b- Matériels utilisés

Pour mener à bien l'examen du sol en place, nous avons eu recours au matériel suivant :

- Des outils pour creuser (pioche, tarière pédologique);
- Des sachets pour recueillir et transporter les échantillons de sol;
- Une caméra pour prise de photos sur place;
- Etiquettes pour identification des prélèvements des échantillons de sol.

2-2- Période d'échantillonnage

La date de prélèvement des échantillons du sol a eu lieu le courant du mois de **Février 2016**.

2-3- Préparation des échantillons

Les échantillons de sols ont été séchés à l'air libre, broyés et tamisés à 2 mm, pour obtenir de la terre fine qui va servir à toutes les analyses physico-chimiques du sol (photographies 1, 2 et 3).





Photographie 3: Tamisage des échantillons de sol

2-4- Méthodes d'analyses au laboratoire

a- Caractéristiques physico-chimiques

Sur la fraction fine nous avons effectué les analyses suivantes :

- **Le pH**

Les mesures ont été réalisées à l'aide d'un pH-mètre à l'électrode de verre sur une suspension de terre fine avec un rapport sol/eau : 1/5. Ces mesures ont intéressé la détermination du pH eau, et du pH KCl par la méthode d'**Aubert (1978)**.

- **pH eau:** Le pH_{eau} du sol est mesuré dans une suspension sol/eau après un repos d'au moins une heure. La lecture se fait sur le pH mètre lorsque l'aiguille est stabilisée.

- **pH KCl:** se fait de la même manière que le pH_{eau} mais après une nuit de contact entre le sol et la solution de KCl une fois normale (KCl 1N).

- **La conductivité électrique (CE)**

S'effectue de la même manière que le pH eau (1/5), elle a été mesurée à l'aide d'un conductimètre selon un rapport sol/eau : 1 /5. Elle est exprimée en (μS/cm à 25°C), Ladétermination de CE par la méthode (Aubert G .1978)

- **Dosage du calcaire total** (calcimètre de BERNARD)

- **Calcaire actif par la méthode de** (Drouineau - Galet.)

- **Matière organique (MO)**

La teneur en matière organique dans le sol est estimée à partir du taux de carbone organique (C) en utilisant la relation empirique suivante:

$$\%MO = \%C * 1,72$$

La détermination du taux de MO dans le sol par la méthode de Walkely et Black.

- **Détermination de l'Azote**

Pour la détermination de l'azote on a eu recours à la méthode de Kjeldahl

b- La granulométrie

L'analyse granulométrique du sol consiste à classer les éléments du sol ou particules constitutives du sol par catégories de diamètre et déterminer le pourcentage de chaque fraction. Les éléments de la terre fine sont classés selon l'échelle internationale d'**Atterberg (1926)** :

Sables grossiers	→	200 à 2000 microns.
Sables fins	→	50 à 200 microns.
Limons grossiers	→	20 à 50 microns.
Limons fins	→	2 à 20 microns.
Argiles	→	0 à 2 microns.

Le principe de la granulométrie repose sur un échantillon de terre fine. On assure la dispersion totale des particules élémentaires en détruisant la matière organique qui joue le rôle de ciment avec l'eau oxygénée (H_2O_2), la dispersion est complétée en agitant l'échantillon dans une solution alcaline de NaOH , puis la solution est abandonnée au repos pour permettre la sédimentation des particules qui tombent à des vitesses constantes d'autant plus grandes qu'elles sont plus grosses (Loi de Stokes).L'analyse granulométrique donc la détermination de la texture d'un sol a été faite selon **Aubert (1978)**.

3- La végétation

L'étude de la végétation a été réalisée par la méthode de l'aire minima où l'exécution des relevés a été faite dans chaque station d'étude et dans les répétitions relatives. Un total de 09 relevés a été obtenu.

En raison de la déclivité du terrain, nous avons réalisé nos relevés de végétation selon trois toposéquences orientées toutes dans la même direction de l'aval vers l'amont c'est-à-dire de l'Est au l'Ouest.

Sur le long de ces toposéquences, nous avons réalisé neuf (09) relevés dans les neuf (09) stations d'étude. Les relevés ont été exécutés selon la méthode de l'aire minimale. Chaque station en présentait une aire égale à 10 m² environ.

Une fois les espèces végétales collectées, chacune lui est a été attribuée un coefficient à savoir l'abondance-dominance et ce en plus des autres caractéristiques écologiques du relevé floristique.

L'échelle d'abondance-dominance de **Brun – Blanquet** selon **Dajoz (2006)** est :

+:recouvrement et abondance très faible.

1:espèce abondance mais recouvrement faible.

2:espèce très d'abondance et recouvrement supérieur à 5%

3: espèce d'abondance quelconque et recouvrement de 25à50%

4: espèce d'abondance quelconque et recouvrement de 50à75%

5: espèce d'abondance quelconque et recouvrement supérieur 75%

3-1- Matériels de prélèvement

- Un couteau et un piochon ;
- Des sachets en plastique;
- Appareil photo;
- Étiquettes.

3-2- Période des relevées de végétation

La date de prélèvement de la végétation a eu le 19/04/2016 en raison des apparitions massives des espèces végétales.

3-3- Détermination de la végétation

Les échantillons de végétation prélevés ont été déterminés au laboratoire de botanique du département des sciences agronomiques de l'Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila assistés de messieurs D. Sarri et A. Zedam et ce en utilisant les flores suivantes:

- Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertique méridionales (**Quézel et Santa, 1962-1963**).
- Flore du Sahara (**Ozenda, 1977**).
- Flore de l'Afrique du Nord (**Maire ,1952- 1987**).
- La nomenclature utilisée est celle de **Quézel et Santa (1962-1963)**.

CHAPITRE IV RESULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE IV RESULTATS ET DISCUSSION

Introduction

L'analyse des résultats est une étape déterminante afin d'en tirer hypothèses, certitudes et conclusions sur les facteurs influençant les variations ou la confirmation d'absence de relation entre le sol et la végétation.

La comparaison des moyennes obtenues paraît très intéressante comme premier pas pour passer ultérieurement à une analyse numérique plus poussée des résultats.

1- Paramètre sol

Les analyses physico –chimiques du sol concernent les variables suivantes :

- L'acidité actuelle (pH eau).
- L'acidité potentielle (pH KCl).
- La conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{cm}$).
- Le calcaire total ($\text{CaCO}_3\%$).
- Le calcaire actif(%).
- Le taux de carbone C(%).
- Le taux de l'Azote N(%).
- Le rapport C/N.

1-1- L'acidité actuelle (pH eau)

D'après les moyennes obtenues (Tab.9), on remarque qu'il ya difference de moyennes de l'acidité actuelle qu'en fonction du facteur proximité.

Tableau 9: Moyennes du pH eau des facteurs 1 et 2 (Proximité X Sol)

	1 (Sn1)	2 (Sn2)
1 (Pn1)	8,653	8,613
2 (Pn2)	8,712	8,726
3 (Pn3)	8,560	8,599

Ceci confirme bien la géomorphologie et l'action probable des bases échangeables présentes dans le sol . Le pH est donc un facteur primordial pour la fertilité du sol et la croissance des plantes. Ecologiquement, plus un pH tend vers l'acidité et plus il revêt une

grande importance car, au fur et à mesure des prélèvements d'éléments nutritifs par les plantes, le sol tend à s'acidifier.

On calculant les moyennes, le pH moyen le plus bas est observé dans la proximité niveau **3**(Pn3) avec une valeur de **8.58** par contre les deux autres proximités à savoir le niveau **1**(Pn1) et **2**(Pn2) enregistrent des valeurs moyennes respectives de **8.63** et **8.72** (Fig. 14).

Le pH est sous le contrôle de plusieurs facteurs qui sont surtout la position topographique.

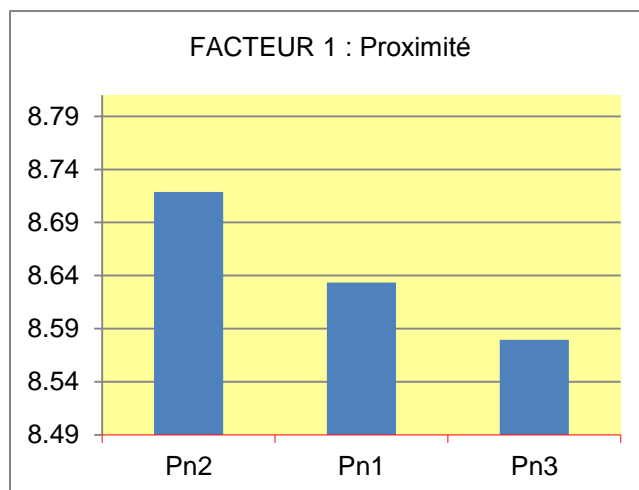


Figure 14: Variation du pH eau selon la proximité

1-2- L'acidité potentielle (pH KCl)

L'acidité potentielle montre bien la somme des ions H⁺ présents dans la solution et dans la phase échangeable du sol. Cette expression paraît la plus intéressante, du point de vue écologique par ce d'elle intéresse les échanges qui se passent dans les conditions naturelles du sol.

D'après les moyennes obtenues (Tab.10), on remarque que les moyennes du pH KCl sont différentes en fonction du facteur proximité surtout mais en fonction du niveau de prélèvement du sol elles sont presque identiques.

Tableau 10 : Moyennes du pH KCl des facteurs 1 et 2 (Proximité X Sol)

	1 (Sn1)	2 (Sn2)
1 (Pn1)	7,756	7,701
2 (Pn2)	7,801	7,738
3 (Pn3)	7,849	7,847

Le pH KCl est un pH « théorique » qui permet de connaître l'acidité potentielle du sol. Il est toujours inférieur au pH eau.

On calculant les moyennes, le pH potentiel moyen le plus bas est observé dans la proximité niveau **1**(Pn1) d'une valeur de **7.72** par contre les deux autres proximités à savoir le niveau **2** (Pn2) et **3**(Pn3) qui enregistrent des valeurs moyennes respectives de **7.76** et **7.84** (Fig. 15).

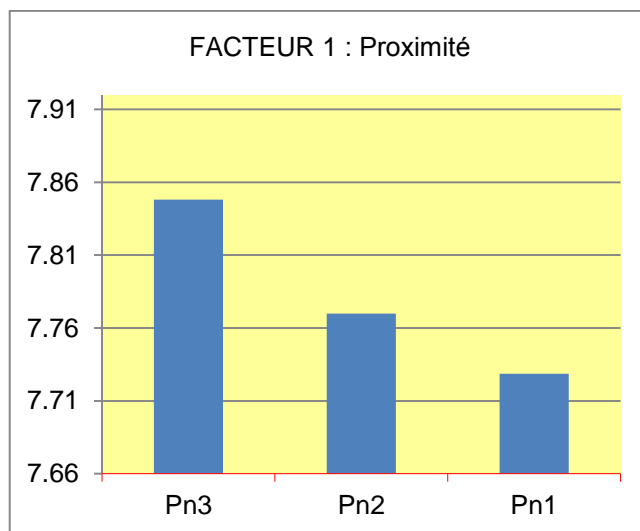


Figure 15 : Variation du pH potentiel selon la proximité

Cette situation nous permet de dire que le complexe adsorbant est désaturé à fortement désaturé où la différence entre pH eau et pH KClne dépasse guère l'unité. Cela est lié avec la présence d'une quantité de calcaire qui augmente le taux de désaturation.

1-3- La conductivité électrique (CE) en($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Cette mesure physico-chimique nous donne une idée sur le degré de la salinité des sols. Les moyennes obtenues montrent que la conductivité électrique est influencée par les variables étudiées (Tab.11).

Tableau 11 : Moyennes de la CE des facteurs 1 et 2 (Proximité X Sol)

	1 (Sn1)	2 (Sn2)
1 (Pn1)	112,267	571,033
2 (Pn2)	103,433	138,833
3 (Pn3)	167,667	116,567

On calculant les moyennes, la conductivité électrique moyenne la plus basse est observée dans les proximités niveau **2**(Pn2)et **3**(Pn3) représentés respectivement d'une valeur de **121.13** $\mu\text{S}/\text{cm}$ et **142.12** $\mu\text{S}/\text{cm}$ par contre la proximité niveau **1**(Pn1) enregistre une valeur assez importante de **341.65** $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Fig. 16).

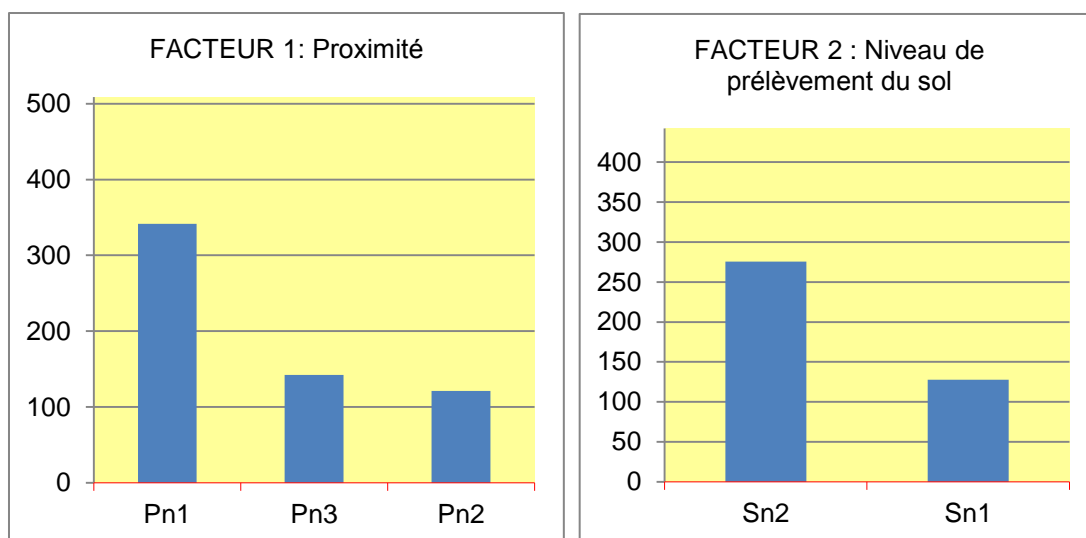


Figure 16: Variation de conductivité électrique selon la proximité et niveau de prélèvement du sol

Et de même pour le niveau de prélèvement du sol où le niveau de prélèvement du sol profond (Sn2) enregistre 275,478 $\mu\text{S}/\text{cm}$ contre 127,789 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour le niveau de prélèvement du sol superficiel (Sn1).

Ceci confirme bien que le niveau de salinité augmente avec le rapprochement au plan d'eau et de même si on va en profondeur.

Cette variation de la moyenne de la CE vis-à-vis de la proximité et du niveau de prélèvement du sol montre qu'il y a effet de lessivage, lixiviation et ruissellement de haut en bas des sels surtout d'origine géologique.

Mais il faut bien affirmer que notre zone d'étude n'est pas salée.

1-4- Le calcaire total (CaCO_3)

Les moyennes obtenues du calcaire total (Tab.12), nous laissent dire que le calcaire total est influencé en fonction de la proximité.

Tableau 12 : Moyennes du calcaire total des facteurs 1 et 2 (Proximité X Sol)

	1 (Sn1)	2 (Sn2)
1 (Pn1)	37,700	41,200
2 (Pn2)	34,400	33,400
3 (Pn3)	35,100	30,800

On calculant les moyennes, le calcaire total moyen le plus bas est observé dans les proximités niveau 2 (Pn2) et 3 (Pn3) représentés respectivement d'une valeur de **33.90%** et **32.95%** par contre la proximité niveau 1 (Pn1) enregistre une valeur très importante de **39.45%** (Fig. 17).

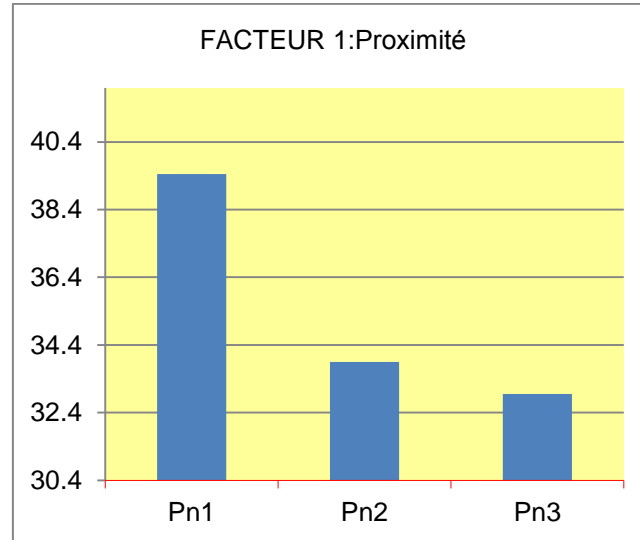


Figure 17 : Variation de calcaire totale selon la proximité

- les sols bruns calcaires sont très peu profonds et situés sur encroûtement calcaire. Ils sont caractérisés par un faible lessivage des carbonates de calcium.
- le calcium à un pouvoir flocculant par excellence dans les argiles.
- une terre calcaire neutre ou basique, ce qui conditionne l'assimilation de nombreux éléments (phosphates, magnésium et oligo-éléments).
- le calcaire contribue fortement à l'organisation de la structure du sol et à la stabilité de cette structure.
- une teneur en calcium donne une forte basicité.

En comparons la teneur en calcaire total des sites étudiés, aux normes d'interprétation cités par BAIZE (1988), nos trois stations : proche, moyenne et loin du plan d'eau du barrage ont un sol fortement calcaire.

1-5- Le calcaire Actif

Les moyennes obtenues du calcaire actif (Tab.13), nous laissent dire que le calcaire total ne parait être influencé que par la proximité.

Tableau 13 : Moyennes du calcaire actif des facteurs 1 et 2 (Proximité X Sol)

	1 (Sn1)	2 (Sn2)
1 (Pn1)	17,167	18,000
2 (Pn2)	18,200	17,067
3 (Pn3)	18,367	18,600

On calculant les moyennes, le calcaire actif moyen le plus bas est observé dans les proximités niveau 1 (Pn1) et 2 (Pn2) représentés respectivement d'une valeur de **17.58%** et **17.63%** par contre la proximité niveau 3 (Pn3), elle enregistre une valeur importante de **18.48%** (Fig. 18).

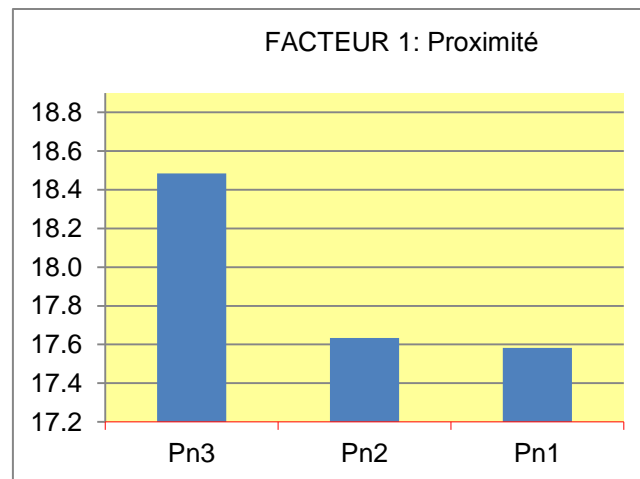


Figure 18 : Variation de calcaire actif selon la proximité

Cette différence peut être due à :

-Dégradation de la roche mère en amont ce qui a comme conséquence et une élévation de calcaire actif.

- La faible présence de la végétation contribue à des valeurs excessives de calcaire actif.

1-6- Le carbone

Les moyennes obtenues du calcaire actif (Tab.14), nous laissent dire que le carbone ne paraît être influencé que par la proximité.

Tableau 14 : Moyennes du carbone des facteurs 1 et 2 (Proximité X Sol)

	1 (Sn1)	2 (Sn2)
1 (Pn1)	2,877	3,017
2 (Pn2)	2,747	2,733
3 (Pn3)	2,863	2,594

On calculant les moyennes, le taux de carbone moyen le plus bas est observé dans les proximités niveau **2(Pn2)** et **3 (Pn3)** représentés respectivement à des valeurs de **2.74%** et **2.72%**.

La proximité niveau **1 (Pn1)** enregistre une valeur assez importante de **2.95%**(Fig. 19).

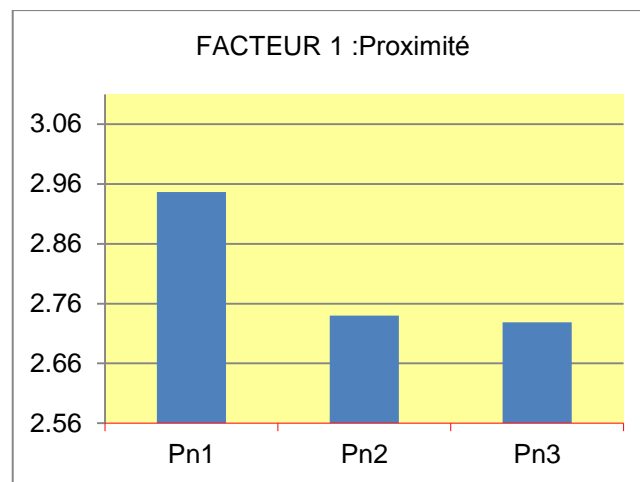


Figure 19 : Variation de carbone selon la proximité

L'accumulation toujours de carbone en surface. La richesse relative de cette surface laisse le carbone mieux en proximité niveau **1 (Pn1)** ce ci due à :

- Accumulation du carbone en surface.
- Accumulation des débris végétaux par gravité et par ruissellement du haut en bas.
- Lessivage et lixiviation du carbone des niveaux de proximités amont vers l'aval.

1-7- L'azote

Les moyennes obtenues de l'azote (Tab.15), nous laissent dire que le carbone ne parait être influencé que par le niveau de prélèvement du sol.

Tableau 15 : Moyennes de l'azote des facteurs 1 et 2 (Proximité X Sol)

	1 (Sn1)	2 (Sn2)
1 (Pn1)	0,210	0,222
2 (Pn2)	0,198	0,222
3 (Pn3)	0,198	0,222

On calculant les moyennes, le taux de l'azote moyen le plus bas est observé dans le niveau de prélèvement de sol **1 (Sn1)** et représente une valeur de **2.02%**.

Le niveau de prélèvement du sol **2 (Sn2)** enregistre une valeur assez importante de **2.22%**(Fig. 20).

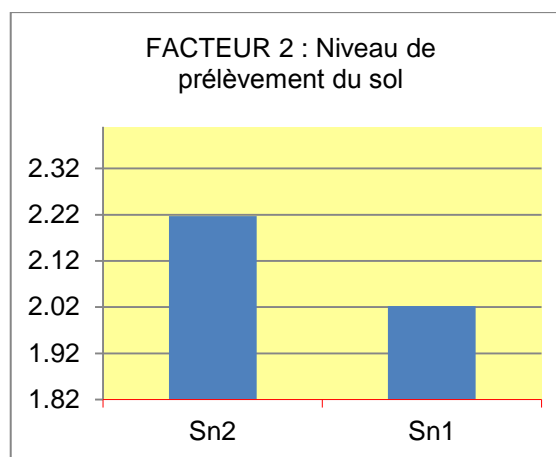


Figure 20 : Variation de l'azote selon le niveau de prélèvement du sol

Cette différence peut être due à une accumulation profonde de l'azote par lessivage et lixiviation .

1-8- Rapport C/N

On observant les moyennes obtenues de l'azote (Tab.16), nous pouvons dire que le rapport C/N ne paraît être influencé que par le niveau de prélèvement du sol.

Tableau 16 : Moyennes du rapport C/N des facteurs 1 et 2 (Proximité X Sol)

	1 (Sn1)	2 (Sn2)
1 (Pn1)	14,467	13,880
2 (Pn2)	13,943	12,759
3 (Pn3)	14,473	11,867

On calculant les moyennes, la valeur la plus basse est observée dans le niveau de prélèvement de sol **2** (Sn2) d'une valeur de **12.83**, par contre le niveau de prélèvement de sol **1** (Sn1) enregistre une valeur importante de **14.19** (Fig. 21).

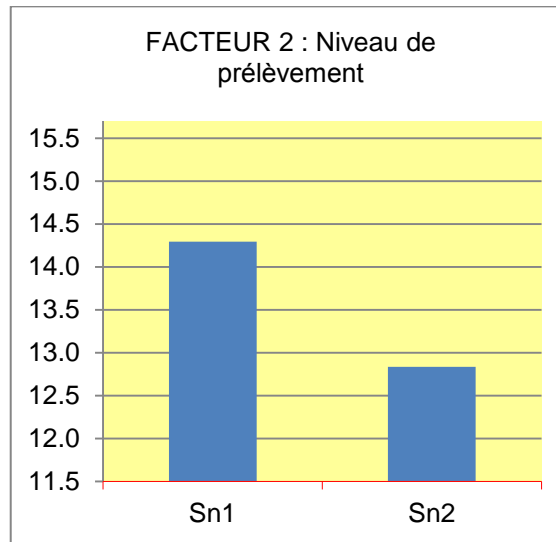


Figure 21 : Variation de rapport C/N selon le niveau de prélèvement

Cette différence n'est pas assez importante de ce rapport étant donné que toutes les valeurs sont supérieures à 12. Cette différence de moyennes peut être due à l'aridité de la zone qui laisse une activité microbienne relativement plus intense en profondeur, malgré la présence de la matière organique plus conséquente en surface.

1-9- Granulométrie

	Argile (%)	Limon fin (%)	Limon grossier (%)	Sable fin (%)	Sable grossier (%)
Prélèvement superficiel	22.03	15.556	44.953	8.886	8.575
Prélèvement profond	25.411	9.971	42.984	8.086	13.548

D'après le triangle texturale (USDA), le sol de nos stations d'étude est identique : Limono sableuse et ce que ce soit pour les prélèvements de sol superficiels ou profonds d'où aucune intervention pour distinguer ce paramètre pour les stations.

2- Paramètre végétal

Introduction

La flore de notre zone d'étude englobe plusieurs espèces de plantes spontanées. Les plantes inventoriées sont groupées dans le tableau 17, présentées par famille, type morphologique et type biologique, sont affectés à chaque espèce.

2-1-Botanique

2-1-1- Richesse

A l'issue de cette étude Botanique menée dans notre zone d'étude versant oriental du plan d'eau de barrage K'Sob, **34** espèces ont été recensées, appartenant à **11** familles (Tab 17).

Tableau 17 : Espèces inventoriées dans la zone d'étude de barrage K'Sob (famille, type biologique, type morphologique)

Espèces	Famille	Type biologique	Type morphologique
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Brassicaceae	Thérophyte	Herbacée Annuelle
<i>Atriplex halimus</i> L.	Chenopodiaceae	Chameaphyte	Ligneuse Vivace
<i>Salsola vermiculata</i> L.	Chenopodiaceae	Chameaphyte	Ligneuse Vivace
<i>Artemisia herba alba</i> Asso.	Asteraceae	Chameaphyte	Ligneuse Vivace
<i>Vela annua</i> L.	Brassicaceae	Thérophyte	Herbacée Annuelle
<i>Calendula arvensis</i> L.	Asteraceae	Thérophyte	Herbacée Annuelle
<i>Erodium glaucophyllum</i> L'Herit.	Geraniaceae	Thérophyte	Herbacée Annuelle
<i>Stipa retorta</i> Cav.	Poaceae	Thérophyte	Herbacée Annuelle
<i>Bromus rubens</i> L.	Poaceae	Thérophyte	Herbacée Annuelle
<i>Medicago littoralis</i> Rhode	Fabaceae	Thérophyte	Herbacée Annuelle
Liliaceae	Liliaceae	Geophyte	Herbacée Vivace
<i>Avena sterilis</i> L.	Poaceae	Thérophyte	Herbacée Annuelle
<i>Avena fatua</i> L.	Poaceae	Thérophyte	Herbacée Annuelle
Festuca sp	Poaceae	Hémicryptophyte	Herbacée Vivace
<i>Echium horridum</i> Batt.	Boraginaceae	Thérophyte	Herbacée Annuelle
<i>Plantago albicans</i> L.	Plantaginaceae	Thérophyte	Herbacée Annuelle
<i>Plantago psyllium</i> L.	Plantaginaceae	Thérophyte	Herbacée Annuelle
<i>Astragalus armatus</i> Willd.	Fabaceae	Chameaphyte	Ligneuse Vivace
<i>Reseda alba</i> L.	Resedaceae	Thérophyte	Herbacée Annuelle
<i>Melilotus</i> sp	Fabaceae	Thérophyte	Herbacée Annuelle
<i>Rumex scutatus</i> L.	Chenopodiaceae	Thérophyte	Herbacée Annuelle

Tableau 17 (Suite) : Espèces inventoriées dans la zone d'étude de barrage K'Sob (famille, type biologique, type morphologique)

Espèces	Famille	Type biologique	Type morphologique
<i>Reichardiapicroides</i> (L.) Roth.	Asteraceae	Thérophyte	Herbacée Annuelle
<i>Matthiolafruticulosa</i> (L.) Maire	Brassicaceae	Thérophyte	Herbacée Annuelle
Alyssumsp	Brassicaceae	Thérophyte	Herbacée Annuelle
Brassicasp	Brassicaceae	Chameaphyte	Ligneuse Vivace
<i>Moricandiaarvensis</i> (L.) DC	Brassicaceae	Chameaphyte	Ligneuse Vivace
<i>Astragalusvogelii</i> (Webb) Bornm.	Fabaceae	Thérophyte	Herbacée Annuelle
Sonchussp	Asteraceae	Thérophyte	Herbacée Annuelle
<i>Oryzopsismiliacea</i> (L.) Asch. et Schiv.	Poaceae	Hémicryptophyte	Herbacée Vivace
<i>Allium cupani</i> Raf	Liliaceae	Géophyte	Herbacée Vivace
<i>Medicagolaciniata</i> (L.) All	Fabaceae	Thérophyte	Herbacée Annuelle
<i>Limoniumsinuatum</i> (L.) Mill.	Plumbaginaceae	Thérophyte	Herbacée Annuelle
<i>Bromushordaceus</i> L.	Poaceae	Thérophyte	Herbacée Annuelle
Leontodonsp	Asteraceae	Thérophyte	Herbacée Annuelle

La diversité des familles inventoriées dans la zone d'étude (Fig. 22) montre que la famille des Poaceae est la plus abondante, elle renferme 07 espèces. Le second rang revient à la famille des Brassicaceae (06 espèces) suivi des Asteraceae et des Fabaceae (05 espèces chacune). Les Chenopodiaceae(Amarantaceae) renferment 03 espèces et les Liliaceae et les Plantaginaceae n'ont possèdent que 02 espèces chacune.

Le reste des familles, à savoir les Boraginaceae, les Geraniaceae, les Plumbaginaceae et les Resedaceae sont les moins abondantes. Elles sont toutes mono spécifiques(Magurran, 2004).

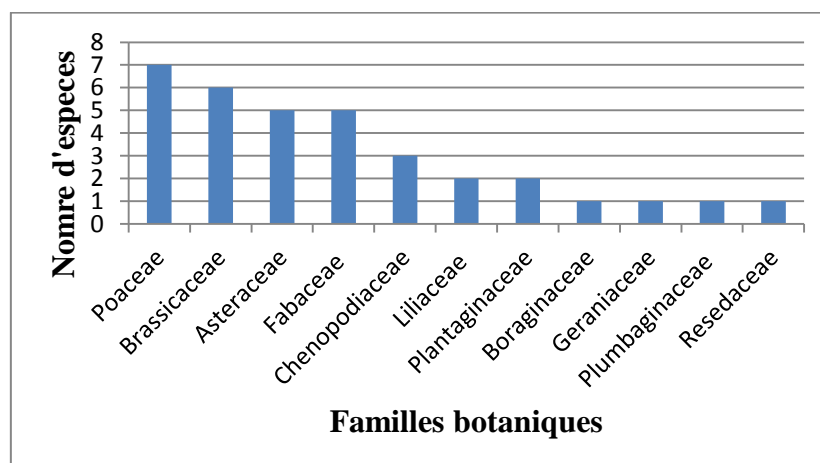


Figure 22 :Importance des espèces de la zone d'étude par famille botanique

2-1-2- Type Biologique

Le type biologique d'une plante est une expression de cette plante y compris les processus biologiques et qui sont sous influence du milieu de vie (**Polumin, 1967**).

Le système de **Rankiaer(1934)**, en fonction de la dormance et de la situation des bourgeons qui abritent les tissuméristémateux de croissance organisées pour traverser la période critique du cycle saisonnier qui peut être l'hiver à cause du froid ou l'été à cause de la sécheresse, distingue les catégories suivantes de types biologiques : Phanérophytes, Chaméphytes, Hémicryptophytes, Géophytes et Thérophytes.

La Figure 23, montre la répartition des types biologiques en fonction du nombre d'espèces présentes. Au sein de la zone d'étude "Versant oriental du plan d'eau barrage K'Sob", le type biologique le plus dominant est celui de Thérophyte qui sont représentés avec 24 espèces.

Les autres types sont représentés par les Chameaphytes(06 espèces) suivi des Géophytes et des Hémicryptophytes qui sont les moins représentés dans cette formation et qui ne renferment que 02 espèces chacune.

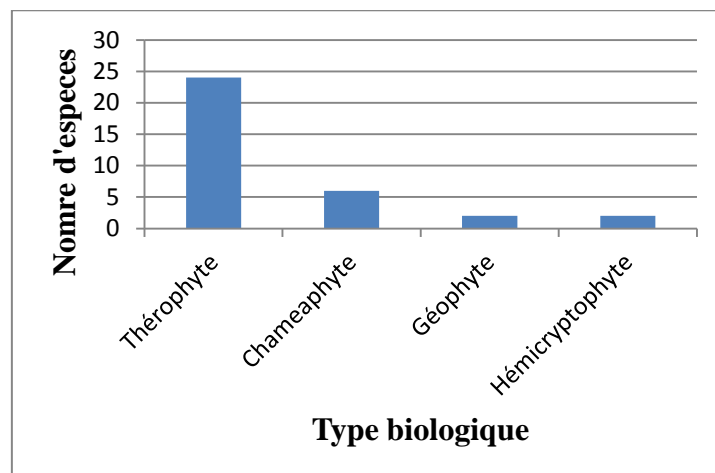


Figure 23 : Distribution des espèces de la zone d'étude par type biologique

2-1-3- Type morphologique

La figure 24 montrent une prédominance de l'Herbacée annuelle (24 espèces) sur les ligneuses vivaces (6 espèces) et les herbacées vivaces sont les moins représentés (4 espèces).

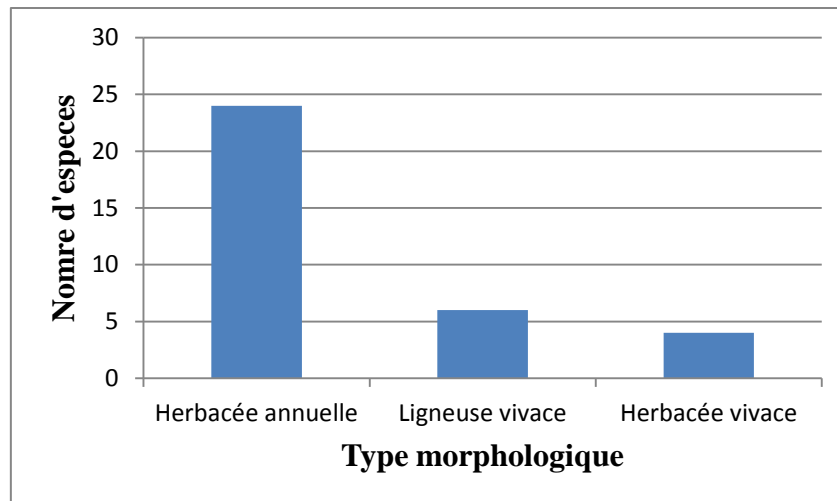


Figure 24 : Distribution des espèces de la zone d'étude par type morphologique

Dans notre zone d'étude, l'abondance des thérophytes dans le type biologique ou même la prépondérance des herbacées annuelles dans le type morphologique dénote une particularité du lieu d'étude. Cette abondance et cette prépondérance peuvent être expliquées par :

-l'aridité du milieu d'étude laisse bien les thérophytes ou même les herbacées annuelles prendre le dessus étant donné qu'elles ne soient présentes et prospèrent qu'avec la période printanière (profitent mieux des conditions stationnelles).

-la nature édaphique du milieu d'étude (sol superficiel) n'est pas favorable aux espèces vivaces ou autres qui ne peuvent s'installer aisément.

-la pente relativement abrupte et l'existence d'une charge caillouteuse assez importante (éboulis) dénote l'existence de l'amont vers l'aval d'une érosion certaine et de ruissellement imposant en plus cet état de fait favorise l'installation des thérophytes—herbacées annuelles face aux autres types de plantes.

2-2- Analyse de la variance de la présence des espèces

D'après les résultats obtenus de l'analyse de la variance (Tab.18), on remarque qu'il y a une variation très hautement significative de l'abondance de la végétation qu'en fonction du facteur proximité avec un coefficient de variation de **5.28%**.

Tableau 18 : Résultats de l'analyse de la variance de la variable présence de végétaux

	S.C.E	DDL	C.M.	Test F	PROBA
VAR.TOTALE	144,889	8	18,111		
VAR.FACTEUR 1	141,556	2	70,778	127,4	0,00006*
RESIDUELLE 1	3,333	6	0,556		

La présence de la végétation moyenne la plus basse est observée dans la proximité niveau 3 (Pn3) avec une valeur de **8.67** par contre la proximité niveau 2 (Pn2) enregistre une valeur de **15.67**. La valeur la plus haute est observée dans la proximité niveau 1 (Pn1) où il est enregistré une valeur maximale de **18.00** espèces (Fig. 25).

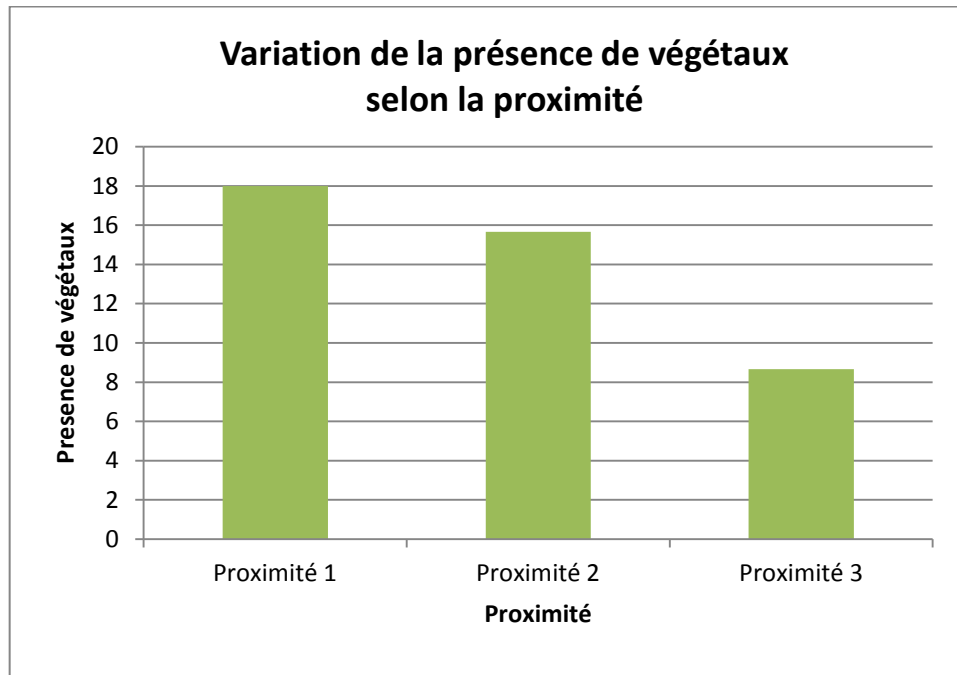


Figure 25 : Variation de l'abondance de la végétation selon la proximité

Cette différence de présence de la végétation peut être due à :

- Accumulation et stockage des graines intenses en bas à cause du ruissellement et de la gravité.

- Une pédogenèse plus perceptible au niveau bas implique le sol plus favorable.

Enfin on peut dire qu'à travers notre étude, la végétation présente dans les lieux d'étude est adaptée à un sol de texture limono-sableuse d'une part et d'autre part la faible présence des espèces pérennes témoigne de l'aridité mais l'abondance des espèces thérophytiques (annuelles) est plus imposante et ceci démontre l'harmonie de la végétation qui est prospère en période favorable (présence d'eau) dans son milieu naturel.

Conclusion générale

Le but de notre travail consiste à préciser les caractéristiques du sol et de son environnement immédiat (en rapport avec topographie en particulier) qui exercent une influence déterminante sur la répartition des espèces des communautés végétales d'une part et de montrer l'influence exercée par la végétation sur les processus actuels de pédogénèse en milieu aride dans notre zone d'étude d'autre part.

Notre étude sur la relation sol-végétation est menée dans le versant oriental du barrage K'Sob dans la commune de M'Sila. C'est un versant (toposéquence) qui repose sur un sol de pente qui avoisine en général les 44 % et est relativement squelettique avec une présence importante de la pièrosité.

A l'issue de l'étude climatique réalisée pour une période s'étalant sur 11 ans (période 2005-2015) et la valeur du quotient pluviométrique d'Emberger « Q_2 », la région de M'Sila est classée dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver tempéré (P (mm) = 243,6 ; M (°C) = 39,24 ; m (°C) = 3,10; $Q_2 = 23,11$).

Les résultats des analyses physico-chimiques du sol ont donné une acidité actuelle (pH eau) alcaline et une acidité potentielle (pH KCl) qui a montré que le sol est désaturée.

La conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{cm}$) a donné une absence de salinité vis-à-vis de la proximité des stations d'étude où il y a effet de lessivage, lixiviation et ruissellement de haut en bas des sels.

Le calcaire total ($\text{CaCO}_3\%$) pour nos trois stations (proximité): proche, moyenne et loine du plan d'eau du barrage ont un sol fortement calcaire et ce de même que le calcaire actif.

Le taux de carbone est dû à l'accumulation toujours de carbone en surface. La richesse relative de cette surface laisse le carbone mieux en proximité proche du plan d'eau en raison de l'accumulation du carbone en surface, l'accumulation des débris végétaux par gravité et par ruissellement du haut en bas et le lessivage et lixiviation probables du carbone des niveaux de proximités amont vers ceux de l'aval.

Pour ce qui est du taux de l'azote, celui-ci montre une accumulation profonde de l'azote par lessivage et lixiviation en fonction uniquement du niveau de prélèvement du sol mais le rapport C/N impliquent une faible variation.

La granulométrie de nos stations d'étude est identique : limono fine et ce que ce soit l'endroit des prélèvements de sol superficiels ou profonds.

La flore de notre zone d'étude englobe plusieurs espèces de plantes spontanées où il a été recensé 34 espèces appartenant à 11 familles botaniques.

Dans notre zone d'étude, l'abondance des thérophytes dans le type biologique ou même la prépondérance des herbacées annuelles dans le type morphologique dénote une particularité du lieu d'étude. Cette abondance et cette prépondérance peuvent être expliquées par :

-l'aridité du milieu d'étude laisse bien les thérophytes ou même les herbacées annuelles prendre le dessus étant donné qu'elles ne soient présentes et prospèrent qu'avec la période printanière (profitent mieux des conditions stationnelles).

-la nature édaphique du milieu d'étude (sol superficiel) n'est pas favorable aux espèces vivaces ou autres qui ne peuvent s'installer aisément.

-la pente relativement abrupte et l'existence d'une charge caillouteuse assez importante (éboulis) dénote l'existence de l'amont vers l'aval d'une érosion certaine et de ruissellement imposant en plus cet état de fait favorise l'installation des thérophytes–herbacées annuelles face aux autres types de plantes.

De même une analyse de la variance de la présence de la végétation a donné une variation très hautement significative de l'abondance de la végétation en fonction du facteur proximité où cette végétation contribue certainement à la pédogenèse du sol de manière certaine.

Références bibliographiques

- AIDOUD.,1980**-Fonctionnement des écosystème méditerranéenne. Complexe scientifique de Beaulieu. Ed. université de Rennes .50p.
- AUBERT, 1976**- Annales de l'institut agronomique El Harache.Vol VI n°01. 297p.
- BAGNOULS F et al .,1957**- les climats biologiques et leur classification. Annale de Géographie. Fr.355 :193-220.
- BENKADJA R et al., 2012**- Assessment of soil losses and siltation of the K'sob hydrological system (semi-arid area-East Algeria). *Arabian J. of Geo-science*. doi 10.1007/s12517-012-0653-z.
- BENSACI E et al ., 2010**- Inventaire et statut de l'avifaune de la région du Chott El Hodna(Hautes plaines centrales). Séminaire International sur la Préservation et la Mise en Valeur de l'Ecosystème Steppique. Le 14, 15 et 16 mars 2010. Université de M'Sila. Algérie.
- DAJOZ R.,2006**-Précis d'écologie. Ed.Dunod ,Paris ,621 P.
- DAJOZ, R., 1971**- Précis d'écologie .Ed. Dunod, Paris, 434 P.
- DIDIER H.,2005**-le cigare :de la culture à l'art. Ed.le gerfaut.165p.
- DUCHAUFOUR, P., 1983**- Pédologie : Pédogenèse et classification. 2ème ED. MASSON. Paris. 477p.
- EMBERGER ET al 1961 IN DJEBAILI., 1984**- Steppe Algérienne phytosociologie et écologie. Ed. OPU. p 177.
- FAURIE C et al ., 2003**-écologie :Approche scientifique et pratique.5^{ème} édition ,Ed.Tec&Doc.Paris.407p.
- FAURIE C.,2011**-Ecologie :Approche scientifique et pratique. 5^{ème} édition , Ed.Tec&Doc. Paris. 407p.
- GOUNOT, M., 1969**-Méthode d'étude quantitative de la végétation. Ed Masson et Cie. PARIS. 314p.
- HALIMI, A., 1980**- L'Atlas Blidéen. Etages et végétaux. Ed. O.P.U., Alger. 523p.
- HALITIM A., 1988** - Sols arides d'Algérie. Ed. OPU, Alger. 384 p.
- HUFTY A., 2001**-Introduction à la climatologie :le rayonnement et la température , L'atmosphère , l'eau, le climat et l'activité humaine. Ed. Illustrée. Presses Université Laval. 542p.
- IONESCO T.H. et al ; 1962** – Les types de végétation du Maroc : essai de nomenclature et de définition. Revue géologique. Maroc, 1 -2 : p 75-86.

- KAABACHE, M., 1990-** Les groupements végétaux de la région de BOUSAADA (Algérie). Essai de synthèse sur la végétation du Maghreb. Thèse de Doc. Univ. Paris sud. Centre d'Orsay. 104p
- LE HOUEROU, H.N., 1995-** Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique Diversité biologique, développement durable et désertisation. CIHEAM. Série B n° 10. 396p.
- MAGURRAN A.E., 2004** -Measuring Biological Diversity. Blackwell Science Ltd, Blackwell Publishing Company, p.256.
- MAIRE R., 1952-1987** Flore de l'Afrique du Nord, Ed. Paul Lechevalier, Paris, Volumes de 1 à 16.
- MOUSSAI A., (2008)** Effet de la salinité sur le milieu environnant de l'embouchure d'Oued M'sila 'sol – eau – végétation'. Mém.d'Ing. en Biologie M'sila, 88p + annexes.
- NEGRE R. ; 1959** – Recherches phytogéographiques sur l'étage de végétation méditerranéen aride (sous-étage chaud) au Maroc occidental. Trav. de l'Inst. Sci. Cherifien, série Bota. N°13, 385 p.
- NEMOUCHI A., 2001-** Géographie hydrologique du bassin versant endoreique du Chott El Hodna. Thèse doct., Univ Constantin (Algérie). 292p.
- OZENDA P. ; 1958** - Flore du Sahara Septentrional et central. C.N.R.S., Paris. 490
- OZENDA P. ; 1964**– Biogéographie végétale. Doin, Paris., 374 p.
- OZENDA, P., 1977-** Les végétaux dans la biosphère. Paris, pp 91-99.
- OZENDA P. ., 1982-** les végétaux dans la biosphère, p.431
- POLUMIN N., 1967** – Elements de géographie botanique. Ed. Gauthiers Willars. Paris. pp 30 – 35.
- POUGET M. ; 1980** – Les relations : sol-végétation dans les steppes Sud-algéroises. Thèse de Doctorat d'Etat en science du sol. Université d'Aix-Marseille III, Ed ORSTOM, Paris., 477 p.
- QUEZEL P. et SANTA S. ; 1962** – Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed CNRS, Paris, 2 tomes : 565 p et 605 p.
- RAMADE F., 2003-**Eléments d'écologie-Ecologie fondamentale. Ed. Dunod, Paris, 690 p.
- RANKIAER C., 1934** The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford at the Clarendon Press, 147p.

ROBERT E et al .,2005-Ecologie.Ed.Boeck Université, Paris ,585p.

STATION METEOROLOGIQUE DE M'SILA, 2016– Les donnes climatique (2005-2015). 23 p.

TATAR H., 1985 - Les Milieux et l'Occupation du Sol dans le Bassin Versant du K'sob. Thèse Doct.3e cycle, Université de Caen (France).106 p.

TOUAZI, N., et NOUIOUA, L., 2006- Etude des caractéristiques Eco – dendrométrique du peuplement de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) de la région d'El Haourane. Mém.d'Ing.en Biologie M'sila, 43p..

VALLE E Cet al .,1999-les techniques de culture en multicellules. Ed. Illustrée ,Presses Université laval.394p.

ZEDAM A., 2015 Etude de la flore endémique de la zone humide de Chott El Hodna : Inventaire- Préservation. Thèse de Doctorat en Sciences, Université Ferhat Abbas Sétif 1, Sétif, 150 p + annexes.

ملخص:

إن الأهمية الخاصة التي ينبغي أن يعنى بها الغطاء النباتي حثنا على تقديم هذا العمل و الذي يهتم بدراسة علاقة النباتات و التربة من الناحية الايكولوجية و الفيزيوكيميائية و كذا العوامل المؤثرة فيهما. حيث كانت هذه الدراسة في حدود " ولاية مسيلة " على مستوى " منطقة القصب " و تحديدا في المنحدر الشرقي لسد القصب . فبعد أن تم استعراض الوسط الفيزيائي للمنطقة موضع الدراسة، تمت دراسة المناخ الحيوي للوسط، حيث تبين لنا من خلال قيامنا بالتحليل كل من (درجة الحموضة، نسبة حجر الكلس الاجمالية ، المواد المركزة و الفعالة عالية العضوية على السطح ..). التحليل النباتي في المنطقة للمنحدر الشرقي من مياه سد القصب الذي يقع في مدينة المسيلة وجد به 34 نوعا نباتيا تنتمي إلى 11 عائلة نباتية، والأكثر تمثيل عنه هي النجيليات . وتتميز هذه النباتات شكليا من قبل هيمنة الحشائش السنوية وبيولوجيا Therophytes ويأتي ذلك عقب التربة الغطاء النباتي والخصائص المناخية لمنطقة الدراسة :النباتات العشبية تتواجد في التربة الضحلة والصخرية.

الكلمات المفتاحية:

- التربة - النبات ؛ سد القصب؛ الخصائص الفيزيوكيميائية ؛ التحليل النباتي.

Résumé

La relation sol-végétation dans la région du bassin versant du plan d'eau de barrage K'Sob a été menée par l'analyse des propriétés du sol qui ont abouti à des caractéristiques physico-chimiques déterminants pour la zone d'études (pH eau alcalin, pH KCl désaturé, taux de calcaire total et actif élevé et une matière organique concentrée en surface).

L'analyse floristique, entreprise dans la zone aride du versant oriental du plan d'eau du barrage K'Sob située dans la commune de M'Sila a permis de recenser 34 espèces appartenant à 11 familles botaniques dont la plus représentée et celle des Poaceae. Cette flore est caractérisée morphologiquement par la dominance des herbacées annuelles et biologiquement par les Thérophytes. La végétation présente suit les caractéristiques pédoclimatiques de la zone d'étude : végétation herbacées qui se maintient sur un sol superficiel et caillouteux.

Mots clés : sol-végétation, barrage K'Sob, caractéristiques physicochimiques, analyse floristique.

Abstract

The soil-vegetation relationship in the catchment area of the water plan K'Sob reservoir was conducted by analysis of soil properties that resulted in the physical and chemical characteristics crucial to the study area (pH alkaline water, pH KCl desaturated, total and active limestone rate High and concentrated organic matter on the surface).

The floristic analysis in this arid zone of the eastern slope of the water of the K'Sob reservoir located near the M'Sila town has permitted to identify 34 species belonging to 11 botanical families, the most represented and that of Poaceae . This flora is morphologically characterized by the dominance of annual grasses and biologically by Thérophytes. This follows the vegetation soil and climatic characteristics of the study area: herbaceous vegetation that maintaining a shallow and rocky soil.

Key words: soil-vegetation, Ksob reservoir, physicochemical characteristics, floristic analysis.