



Université Mohamed Kheider de Biskra
Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences Agronomique

Spécialité : Hydropédologie

Réf. :

Présenté par :

Reguia LEMAIZI

Contribution à l'étude morphopédologique de quelques sols dans la région de Biskra (Ouled Djellal)

Jury :

Boumaraf Belkacem	M C A	Président	Université de Biskra
Khechai Salim	M C A	Examineur	Université de Biskra
Boukheil Khaled	M C A	Rapporteur	Université de Biskra

Année universitaire : 2019-2020

Remerciement

Avant tous ,nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir accordé la force ,le courage et les moyens afin de pouvoir accomplir ce modeste travail .

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à monsieur **BOUMARAF.B**, pour m'avoir proposé se thème e pour son encadrement.

Je tiens aussi à remercier le personnel des laboratoires d'agronomie de Biskra

Nous tenons à remercier toute personne qui a participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicace

Je dédie ce travail à :

Ma mère

Mon père

Mon frère

Mes sœurs

Toute ma famille.

Toutes mes amies

Table des matières

Table des matières

Page de garde	Erreur ! Signet non défini.
Remerciement	2
Dédicace	3
Table des matières.....	5
Liste des tableaux	I
Liste des figures	II
Liste des abréviations	III
Introduction générale	1
Chapitre 1 : La salinité des sols	
1.1. La salinisation des sols	3
1.1.1. Définition	3
1.1.2. Facteur intervenant dans le processus de la salinisation.....	3
1.1.3. Origine de la salinité dans le sol	4
1.1.3.1.Salinisation primaire.....	4
1.1.3.1.Salinisation secondaire	5
1.2.1. Caractéristique chimique	5
1.2.1.1.La conductivité électrique CE.....	5
1.2.1.2.La réaction des sol;le pH	5
1.2.1.3.La composition de la solution de sol	6
1.2.1.4.Le SAR (Sodium Adsorption Ratio).....	6
1.2.1.5.Le taux de sodium échangeable conductivité électrique(ESP)	6
1.2.2. Caractéristique physique	6
1.2.2.1. Capacité de rétention en eau	7
1.2.2.2 Structure et perméabilité.....	7
1.3 Classification des sols salés	7
1.3.1 Sous classe des sols sodiques à structure non dégradée.....	8
1.3.1.1 Sols salins à complexe calcique (solontchak).....	8
1.3.1.2 Sols salins a complexe sodique (solontchak sodique).....	8

1.3.2.Sous classe des sols sodiques à structure dégradée	8
1.3.2.1 Sols alcalins non lessives (solontchak solonetz)	9
1.3.2.2 Sols alcalins lessives	9
1.4 Effets de la salinité sur les propriétés du sol	9
1.4.1 Effets sur la structure	9
1.4.2 Effet sur la perméabilité	10
1.4.3 Effet sur le pH	10
1.4.4 Effet sur la fertilité chimique des sols	10
1.4.5 Effet sur les végétaux	10
1.5 Répartition des sols salés	11
1.5.1 Dans le monde	11
1.5.2 En Algérie	11

Chapitre2 : Etude du milieu physique

1.Présentation de la zone d'étude	12
2. Le climat	13
2.1. Les précipitations	13
2.2. Les températures.....	13
2.3. Les vents.....	14
2.4. L'humidité relative de l'air	14
2.6. L'évaporation	15
3. Classification du climat	15
3.1. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN	15
3.2. Le Climagramme pluviométrique.....	16
4. Pédoclima.....	16
4.1. Régime hydrique.....	16
4.2. Régime thermique	16
5 .Géologie de la région d'étude.....	17
5.1. Géologie régionale	17
5.1.1. Stratigraphie.....	17
5.2 Géologie locale.....	21
6. Géomorphologie	22
6.1. Géomorphologie régionale	22
6.2. Géomorphologie locale.....	23

7. Hydrogéologie de la zone d'étude	24
7.1 .Nappes phréatiques du quaternaire	24
7.2. Nappes des sables du miopiocènes	25
7-3 Nappe des calcaires de l'éocène et du sénonien.....	25
7-4 Nappe profonde	25
8-La végétation.....	25

Chapitre 3 : Matériel et methods

3.1. Le choix des profils	26
3.2. Analyses de laboratoire.....	26
3.2.1.Échantillonnage	26
3.2.2. Au laboratoire	27
3.2.2.1. L'analyse physique	27
3.2.2.1.1. Humidité	27
3.2.2.1.2. Fraction tamis	27
3.1.2.2. L'analyse chimique	27
3.1.2.2.2. Potentielle hydrique.....	27
3.1.2.2.3. Conductivité électrique CE	28
3.1.2.2.4. Calcaire totale	28

Chapitre 4 : Resultants et discussion

4.1. Résultat et discussion.....	30
4.1.1. Description de profil 01.....	30
4.1.2. Caractéristiques morphologiques profil 01.....	30
4.1.3. Interprétation profil 01	31
4.1.4. Description de profil 02	32
4.1.5. Caractéristiques morphologiques profil 02	32
4.1.6. Interprétation profil 02	33
4.1.7. Description de profil 03	33
4.1.8. Caractéristiques morphologiques profil 03	34

4.1.9. Interprétation profil 03	35
4.1.7. Description de profil 04	35
4.1.8. Caractéristiques morphologiques profil 04	35
4.1.9. Interprétation profil 04	36
Conclusion	37
Bibliographie	38
Annexes.....	40
Résumés	42

Liste des tableaux

Tableau 01 : la pluviométrie moyenne mensuelle.....	13
Tableau 02 : Températures moyennes mensuelles	13
Tableau 03 : Vitesses moyennes des vents, enregistrées à la station de Biskra	14
Tableau 04 : L'humidité relative de l'air, enregistré à la station de Biskra	14
Tableau 05 : Vitesses moyennes des vents, enregistrées à la station de Biskra	15
Tableau 06 : Les analyses physiqu-chimique de profil 01.....	31
Tableau 07 : Les analyses physiques chimiques de profil 02.....	33
Tableau 08 : Les analyses physique chimique de profil 03.....	34
Tableau 09 : Les analyses physique chimique de profil 04	36

Liste des figures

Figure 01: situation géographique de la région de Biskra	12
Figure 02: Diagramme Ombrothermique de GUSSEN de la région de Biskra	15
Figure 03: Diagramme pluviométrique de Pouget.....	16
Figure 04: Esquisse litho-géologique	18
Figure 05: Coupe géologique schématique	22
Figure 06: Croquis géomorphologique de la région d'étude	24
Figure 07 : Carte de répartition des profile	26

Liste des Photos

Photo 01 : Différents horizon de profile 01	30
Photo 02 : vue général de la surface de profile 01	30
Photo 03: vue général de profile 02	32
Photo 04 : vue général de profile 03.....	34

Liste des abréviations

A : Argile

CE : Conductivité électrique

ESP : Taux de sodium échangeable

He : Humidité

LF : Limoneux Fine

LG : Limoneux grossier

MO : Matière organique

pH : Potentiel hydrique

SAR : Sodium Adsorption Ration

SF : Sable fine

SG : Sable grossier

Introduction générale

La salinité est l'un des plus grands problèmes, dans les environnements arides et semi-arides du monde (**Navarro et al., 2007**). Elle est considérée comme l'une des principales contraintes environnementales auxquelles l'agriculture moderne est confrontée. Elle est reconnue comme l'une des menaces principales à la durabilité des périmètres irrigués de notre siècle (**Dounia, 1999**).

L'Algérie, classée comme zone semi-aride à aride du fait de l'importance de l'évapotranspiration par rapport aux précipitations, se distingue par un biotope caractérisé par des dépôts géologiques salifères et des nappes phréatiques ou artésiennes salées.

La production agricole, en Algérie est limitée par de faibles ressources hydrauliques, une mauvaise répartition des précipitations et par des teneurs élevées en sels solubles dans les sols et les eaux. (**Saidi D., 2004**)

La superficie des zones arides et semi-arides couvre près de 95 % du territoire national (**Halitim,1985**).

Parmi les principaux types des sols de ces régions (sols calcaires, sols gypseux, sols salés), Les sols salés sont soumis à des processus pédologiques spécifiques que le pédologue doit d'interpréter et définir, pour cela, l'approche consiste à décrire morphologiquement les horizons du profil concerné, à expliquer les phénomènes et à lui donner une identité on le classant.

Très peu d'études ont été réalisées en Algérie sur ces types des sols surtout leurs relations avec les nappes qui sont très rares, malgré leur large distribution notamment dans les Zibans.

Ce travail porte sur les sols d'Ouled Djellal et les nappes correspondantes à ces sols.

L'objectif de ce travail est de connaître la parente des sels par rapport aux nappes et aux sols.

Nous essayons dans cette étude d'expliquer les relations entre les sels dissouts dans les nappes et la solution des sols.

L'organisation de ce travail s'est articulée comme suit :

1-La première partie sur une étude Bibliographique.

La deuxième partie est consacrée aux matériels d'étude et aux méthodes utilisées avec l'étude du milieu physique.

3-Dans la dernière partie, nous avons présenté et interprété les résultats obtenus .Nous concluons se travail par une conclusion

Chapitre 1 : La Salinité des sols

1. La salinité des sols

1.1. La salinisation des sols

1.1.1 Définition

La salinisation du sol est l'accumulation des sels dans le sol à un point tel qu'il conduit à dégradation des sols et de la végétation. L'augmentation en quantités de sols salins est principalement due à l'irrigation avec de l'eau salée et au non-respect des principes de drainage des sols d'évapotranspiration de l'humidité du sol salin (**Pisinaras.V,et et al 2010**) . Les saisons chaudes et sèches favorisent l'ascension capillaire des sels à la surface des sols où ils concentrent sous l'effet de l'évaporation et s'y expriment en efflorescences, poudres ocre ou brunes ou crouté du salant blanc (**Hanni .A ,2017**).

1.1.2 Facteurs intervenant dans le processus de la salinisation

Les facteurs contribuent à la salinisation des sols un certain nombre de facteurs (naturels et anthropiques) contribuent à la salinisation des sols. Dans le paysage ils comprennent :

- a) L'altération chimique du matériau d'origine du sol dans lequel l'hydrolyse, l'hydratation, la solution, l'oxydation, la carbonatation et d'autres processus libèrent lentement des sels solubles. Ces sels solubles sont transportés loin de leur source d'origine par les eaux de surface et souterraines. Lorsqu'ils passent de zones plus humides à moins humides et à des zones arides, ils se concentrent. Une fois concentrés, ils deviennent moins solubles et s'accumulent dans le sol.
- b) Les eaux de surface et souterraines contiennent du sel dissous. L'utilisation continue d'une telle eau pour l'irrigation, en particulier dans les sols avec de mauvais systèmes de drainage interne qui ont un lessivage inadéquat, conduit à l'élimination d'une partie seulement du sel appliqué par drainage profond. Le sel restant dans l'eau d'irrigation s'accumule dans le sol sur une période de temps. Dans les sols avec un drainage interne suffisant et les zones avec des précipitations annuelles de plus de 1000 mm, la salinisation des sols induite par l'irrigation est très lente.
- c) Le remplacement de la végétation indigène par des cultures à racines peu profondes telles que les céréales conduit à moins d'évapotranspiration et à un lessivage excessif, provoquant

une élévation du niveau des eaux souterraines et apportant des sels le long de l'eau ascendante. Lorsque l'eau s'évapore de la surface du sol, elle laisse du sel. L'accumulation de sel dans le sol à travers ce processus est importante dans les paysages peu profonds (2 à 3 m) eaux souterraines.

- d) Intrusion d'eau de mer dans les sols de surface par les raz-de-marée et les embruns salés de la mer vers la terre. L'intrusion d'eau de mer accumule la salinité dans les sols côtiers, tandis que les embruns salés de la mer prolongent l'accumulation de sel à quelques kilomètres à l'intérieur des terres.
- e) La redistribution localisée du sel dans les paysages a augmenté la salinité dans certains sols et a diminué la salinité dans certains autres sols. Par exemple, les sels solubles se déplacent des zones d'altitude plus élevée vers des zones plus basses, des zones relativement humides vers des zones sèches et des champs irrigués vers des champs adjacents non irrigués. Les sels peuvent également s'accumuler dans les zones où le drainage naturel est restreint en raison de la construction de routes et de voies ferrées ou d'autres activités de développement. L'évaporation des eaux stagnantes peut laisser des quantités considérables de sels à la surface du sol Étendue, impact et réponse à la salinité du sol et de l'eau dans les régions arides et semi-arides.

1.1.3 Origine de la salinité dans le sol

L'origine des sels responsables de cette salinité est diverse .On définit en général deux types de salinisation, la salinisation primaire et la salinisation secondaire.

1.1.3.1 salinisations primaires

On distingue d'une part la salinité primaire, d'origine naturelle, due à la proximité de la mer, ou à l'existence de dépôts salins géologiques ou parfois actuels, ces sols naturellement salins sont fréquents dans les zones arides, parce que l'évaporation potentielle du sol dépasse largement la quantité d'eau qui arrive au sol. Ce ci permet aux sels de s'accumuler près de la surface (**Hanni .A ,2017**).

Les sources de sel sont variables :

- **Le matériau géologique**, par le biais de l'altération, peut libérer les éléments nécessaires à la formation des sels solubles (altération de minéraux primaires riches en sodium, de roches

volcaniques, des produits de l'hydrothermalisme riches en soufre et en chlore, ou encore dissolution des évaporâtes, qui sont des

Accumulation salines anciennes).

- **L'eau de mer** est, bien entendu, une source principale de sel en milieu côtier. La salinisation peut alors être un phénomène permanent lié aux marées (salinisation marine), ou encore due à la présence de lentilles d'eau sur-salées lorsque les zones basses sont isolées de la mer par un colmatage alluvial.

- **Une nappe phréatique**, d'origine continentale et salée par héritage géologique, peut contaminer le sol par ascension capillaire (**Boualla N.et al 2012**).

1.1.3.2 salinisations secondaires

On parle alors de salinisation anthropique. Elle peut être très rapide et se manifester à l'échelle de l'année, de la dizaine d'année ou de quelques siècles. Ce type de salinisation est la conséquence de pratiques agricoles dû à la mauvaise combinaison d'une forte évaporation et d'un apport inadapté d'eau d'irrigation en relation avec son contenu en sels dissous. La remontée de la nappe phréatique peut atteindre plusieurs dizaines de mètres (**Boualla N.et al 2012**).

1.2 Caractéristique des sols salés

1.2.1 Caractéristiques chimiques

Les caractéristiques chimiques du sol dépendent de la qualité et de la quantité des sels solubles, la quantité totale de sel influe surtout sur la pression osmotique de la solution du sol. Les anions les plus importants sont Cl^- et SO_4^{2-} parfois une faible quantité de CO_3^{2-} peut exister, les cations les plus habituels sont: Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , et dans quelques cas K^+ (**Massomi,A.1968**).

1.2.1.1 la conductivité électrique CE

La présence d'ions en solution est à l'origine d'une conductivité électrique ; c'est pourquoi cette propriété est utilisée pour caractériser les sols. Plus la quantité des sels dissous est grande et plus la CE de la pâte saturée est grande. Généralement, la CE s'exprime en dS/m à 25°C . Le principe de détermination de la C. E consiste à l'utilisation d'un appareil composé d'une cellule de verre à deux électrodes de platine de 1 cm^2 de surface placées à 1 cm l'une de l'autre, relié à un appareil de mesure (conductimètre) (**Massomi, A.1968**).

1.2.1.2 la réaction du sol, le pH

Le pH (potentiel en hydrogène) est mesuré dans une suspension de terre fine et d'eau distillée. Le rapport sol/liquide est égal 1/5 est étalonné après deux heures de repos de la solution. Le pH est le logarithme de l'inverse de la concentration des H⁺ dans une solution.

$$\text{pH} = -\log [H^+] = \log \frac{1}{[H^+]}$$

La majorité des sols salés présentent une gamme de variation du pH entre 7 à 9 (**Benzellat.B, 2012**).

1.2.1.3 La composition ionique de la solution du sol

Afin de connaître la concentration en anions solubles (Cl⁻, SO₄²⁻ et HCO₃⁻) et en cations solubles (Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺), une analyse chimique est effectuée sur extrait de pâte saturée ou sur extrait aqueux dilué. Elle sert à classer le type de salinisation selon le diagramme de PIPER ou autre classification. C'est ainsi qu'on peut utiliser le rapport Cl⁻/ SO₄²⁻ pour classer les solutions du sol.

Elle sert aussi à calculer le SAR (Sodium Adsorption ratio) qui exprime le pouvoir de sodisation de la solution du sol (**Anonyme, 2020**).

1.2.1.4 Le SAR (Sodium Adsorption Ration)

La sodicité décrit la quantité de sodium en excès par rapport aux cations calcium et magnésium, qui eux, peuvent être tolérés en relativement grande quantité dans l'eau d'irrigation et exprime l'équilibre entre le cation monovalent Na⁺ et les principaux cations bivalents Ca²⁺ et Mg²⁺ (**Benhadjtahar. I, 2016**).

Le rapport d'adsorption de sodium (SAR), qui évalue le risque de sodisation du complexe adsorbant, a été calculé selon la formule suivante où les concentrations sont exprimées en (meq/L):

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/2}}$$

Le SAR donne des indications sur le risque d'alcalisation du milieu. Les risques sont faibles si SAR < 10, moyen si SAR est compris entre 10 et 18, élevés si SAR > 18 et très élevés si SAR > 26.

1.2.1.5 Le taux de sodium échangeable (ESP)

Il exprime le taux de saturation du complexe absorbant en sodium échangeable par rapport à tous autres cations échangeables. En effet, il exprime la sodicité. or, le sodium échangeable peut détruire la structure à partir d'un seuil qui est souvent fixé à 15 % de la C.E.C.(USSSL,1954), ou 10 %(CPCS, 1967), ou 5 % (L'école Australienne). **(Anonyme. 2020)** .

De nombreuses recherches ont essayé d'établir une relation entre le SAR et ESP :

$$ESP = (100*(-0.0126 + 0.0147 * SAR)) / 1 + (-0.0126+ 0.0147* SAR)$$

Et d'autre Il représente le pourcentage de sodium présent sur le complexe d'échange.

$$ESP = \frac{100Na(\text{meq}/100\text{g})}{CEC(\text{meq}/100\text{g})}$$

1.2.2 Les caractéristique physique

Les caractéristiques physiques des sols salés sont parfois assez favorables, grâce à la présence de sels en excès et à l'absence de quantité appréciable de sodium échangeable, les colloïdes dans certains sols salins sont très flocculés et ainsi donnent une structure favorable et une bonne perméabilité. Cependant certains sols salins ont des perméabilités très basses **(Massoumi, A, 1968)**.

1.2.2.1 Capacité de rétention en eau

Les sols salés peuvent rester humides même en saison sèche grâce à leur richesse en élément minéraux hygroscopique cette richesse hydrique n'est pas toujours disponible pour les plantes à cause de dispersion osmotique élevée de la solution du sol, la capacité de rétention en eau diminue en fonction de la nature du cation dans l'ordre suivant : $Na^+ > Mg^{++} > Ca^{++} > K^+$.

1.2.2.2 Structure et perméabilité

Certains constituants peuvent réduire la perméabilité du sol et la plante ne reçoit plus, alors la qualité d'eau dont elle a besoin pour sa croissance. Cet effet est évalué en comparant la teneur en Na à celle de Ca^+ et le Mg^+ .Dans certains cas, les carbonates et les bicarbonates affectent la perméabilité du sol et il convient de les prendre en considération **(Terchi S. 2014)**.

1.3 Classification des sols salés

On dit que les Sols salés ou Solontchak les sols qui contiennent une quantité élevée de sels solubles. Une limite conventionnelle a été proposée afin de définir les sols salés. Le sol est considéré comme salé lorsque la conductivité électrique de l'extrait de la pâte saturée a une valeur supérieure ou égale à 4 mmhos/cm à 25° avec un taux de saturation de sodium inférieur à 15% de la capacité d'échange, normalement le pH est également inférieur à 8,5. Dans ces conditions, seuls les végétaux résistants au sel peuvent y pousser.

Les sols salés sont divisés en deux sous classes suivant que leur structure est dégradée ou non par l'action du sodium, la première comporte les sols à alcalis (sols à alcalis non lessivés, solonetz, solods), et la deuxième les sols salins proprement dit. (Montoroi, J.P, 1993)

1.3.1 Sous classe des sols sodiques à structure non dégradée

les sols salins: = Sali-sols (RPF) nappe salée riche en sodium, profil AC, structure non dégradée, pH 4 dS/m)

1.3.1.1 Sols salins à complexe calcique (solontchak)

sols salins à complexe calcique = solontchak calciques · milieu continental (lagunes subdésertiques), · sels neutres sodiques associés à des sels calciques et magnésiens: efflorescences blanches plus ou moins hydratées: "salant hygroscopique", · $N_{a}T < 15\%$, structure grumeleuse.

1.3.1.2 Sols salins à complexe sodique (solontchak sodique)

Sols salins à complexe sodique = solontchak sodiques

surtout en milieu marin (lagunes côtières), · $Na > 15\%$, structure poudreuse en surface, · sels neutres à faciès chlorure-sulfaté ($NaCl$, Na_2SO_4 , $MgSO_4$ "salant blanc" typique, · risque d'alcalinisation par drainage de la nappe.

1.3.2 Sous classe des sols sodiques à structure dégradée

Ce sont des sols dont la conductivité électrique de l'extrait de la pâte saturée est supérieure à 4 mmhos/cm à 25 °, et dont le degré de saturation du sodium du complexe absorbant est supérieur à 15 %, ce qui provoque une dégradation des propriétés physiques du sol.

-les sols sodiques alcalins (ou à alcalis) = sodisols (RPF) salinité faible, sels alcalins (carbonates) profil A(B)C ou ABtC, $N_{a}T > 15\%$, pH > 8.5 allant jusqu'à 10.

1.3.2.1 Sols alcalins non lessives (solontchak solonetz)

sols alcalins non lessivés = solontchak-solonetz (anciennement sols à alcalis) · profil A(B)C, début de l'alcalinisation · dispersion et mise en solution possibles de la matière organique: efflorescences d'humâtes alcalins ("salant noir").(Montoroi, J.P, 1993)

1.3.2.2 Sols alcalins lessives

En outre à la partie supérieure de l'horizon Bles colloïdes argileux peuvent être dégradés par hydrolyse en milieu sodique. Dans certains sols, la ligne blanche irrégulière, festonnée, très riche en silice, que l'on observe entre les horizons A et B, peut-être plus épaisse et constituer un véritable horizon A2- Ce sont alors des solonetz solodisés, et les solods. Il semble cependant que les solonetz et les solods se forment souvent dans un milieu pauvre en sels solubles mais dans des conditions permettant l'enrichissement de leur complexe absorbant en sodium.

La composition chimique de la solution des sols à alcalis montre une *quantité* relativement faible des sels solubles par rapport au sol salé, les anions principaux sont : chlore, sulfate et bicarbonate avec parfois une faible quantité de carbonate.

En présence de carbonate et sulfate, les cations calcium et magnésium précipitent, et en conséquence les solutions des sols à alcalis ne contiennent normalement qu'une petite quantité de ces cations à l'état soluble. Le sodium restant l'ion prédominant dans la phase soluble.

sols alcalins lessivés = solonetz · dispersion des argiles et début de leur dégradation · migration des argiles: horizon Bt compact à structure columbaire arrondie (horizon nitrique), revêtements d'argiles et d'amorphes organo-minéraux. (Montoroi, J.P, 1993)

1.4 Effets de la salinité sur les propriétés du sol

Une grande quantité de sels solubles peut affecter les propriétés pédologiques, notamment la dispersion des colloïdes, la stabilité structurale et la chute de la perméabilité hydraulique.

1.4.1 Effets sur la structure

La présence de sodium échangeable provoque, après arrosage (pluie ou irrigation) une dégradation de la structure: sols compacts à sec et capacité d'infiltration limitée (porosité obstruée par les particules fines dispersées): la lixiviation des sels est bloquée. Au cours du dessèchement

et de la remontée de sels par évaporation, l'argile ayant pris en masse et s'étant fissurée peut refouler et donner de petits agrégats (structure en pseudo-sable).

La baisse de la perméabilité dépend de la nature des anions présents dans la solution: avec le sodium, le risque diminue des carbonates aux sulfates et ensuite aux chlorures(**Montoroi, J.P, 1993**) .

1.4.2 Effet sur la perméabilité

La diminution de la perméabilité des sols salés à alcalis est une conséquence directe de la dispersion des colloïdes par l'ion Na^+ , Un taux de sodium échangeable élevé a pour effet une dispersion des agrégats, ce qui conduit à une réduction de la perméabilité, de la porosité et un tassement des sols (**Boukhalfa. I, 2013**).

1.4.3 Effet sur le pH

La réaction du sol (pH) est influencée par la nature de sels .Alors que certains sels sont acidifiants (CaSO_4 , KCl , MgSO_4) d'autres sont alcalinisants (NaHCO_3 , CaCO_3 , Na_2CO_3) (**Boukhalfa. I, 2013**).

1.4.4 Effet sur la fertilité chimique des sols

L'étude de l'interaction entre la salinité et la fertilité sur la croissance, la composition minérale et le métabolisme de l'azote des plantes, a montré que la salinité diminue la fertilité du sol.

Ils ont aussi noté qu'avec l'augmentation de la salinité, il y a une augmentation de la concentration de Na^+ échangeable et une baisse des concentrations de N. P. K. L'effet de la gestion de l'irrigation sur la salinisation du sol (**Boukhalfa. I, 2013**).

1.4.5 Effet sur les végétaux

Ralentissement de la croissance dû à l'augmentation de la pression osmotique dans la solution du sol: la disponibilité en eau diminue car le végétal ne peut exercer une force de succion suffisante: baisse de rendement des cultures, jaunissement voire mort des végétaux.

Il existe un seuil de résistance variable selon les espèces végétales: en général 4 dS/m, allant de 1 dS/m (fraisier) à 12 dS/m (palmier). Toxicité des sels: effet spécifique de certains sels qui s'ajoute à l'effet de la pression osmotique (NaCl est plus toxique que Na_2SO_4 qui est plus toxique que Na_2CO_3); effet indirect par modification du milieu (Na_2CO_3 augmente le pH qui induit le

blochage des oligo-éléments). Le bore, qui est un élément indispensable à la croissance des plantes, a un seuil de carence voisin du seuil de toxicité (environ 1.5 ppm). Action indirecte par le pH: sensibilité des plantes à des pH alcalins supérieurs à 8 (**Montoroi, J.P, 1993**)

1.5 Répartition des sols salés

1.5.1 Dans le monde

La salinisation est l'accumulation de sels solubles dans l'eau dans le sol ou le régolithe à un niveau qui a un impact sur la production agricole, la santé environnementale et le bien-être économique. Les sols salins sont présents dans plus de 100 pays du monde avec une variété d'étendues, la nature et les propriétés. Aucune zone climatique au monde n'est exempte de salinisation, bien que la perception générale se concentre sur les régions arides et semi-arides. Salinisation est un processus complexe impliquant le mouvement des sels et l'eau dans les sols pendant les cycles saisonniers et les interactions avec les eaux souterraines (**Rengasamy P, 2006**).

1.5.2 En Algérie

En Algérie les sols salés occupent de vastes superficies (3.2 millions d'hectares de la superficie totale). Ils sont localisés du Nord au sud et l'isohyète 450mm semble être la limite supérieure des sols fortement sodiques.

Chapitre2 : Etude du milieu physique

1.Présentation de la zone d'étude

La région de Biskra s'étend sur une superficie de 21671,24 Km². Elle se situe environ 34°,48 de latitude et sa longitude est de plus de 5°,44 avec une altitude de 124 m.

Biskra est limitée au nord par wilaya de Batna, au Nord-Ouest par la wilaya de M'sila au Nord-est par wilaya de Khenchela, au sud par la wilaya d'El oued et au Sud-ouest par la wilaya de Djelfa (fig 00).

La zone d'étude est située à environ 100 km au sud-ouest de la ville de Biskra dans la région d'Ouled Djellal, son territoire s'étend 326, 60 km².

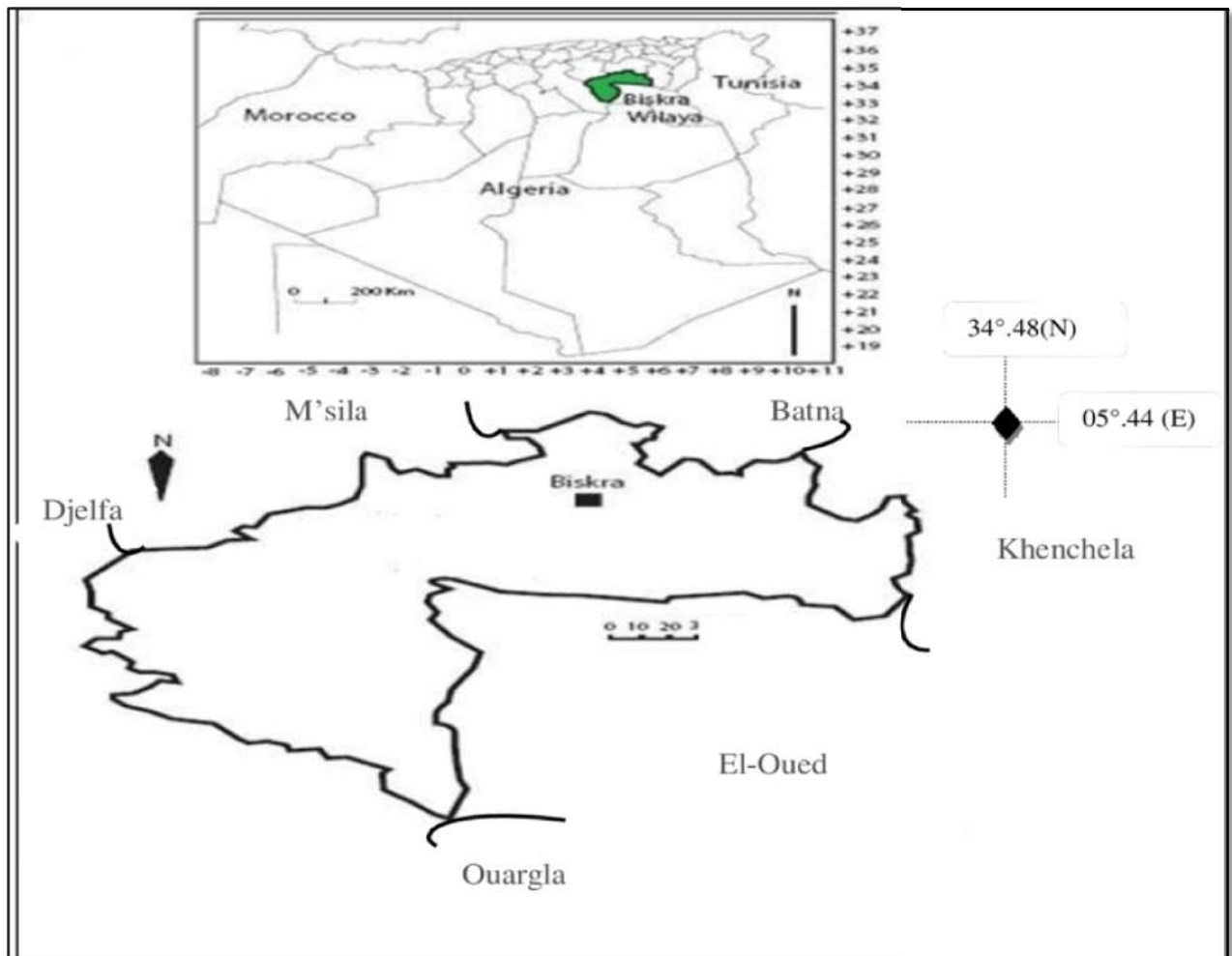


Figure 1: situation géographique de la region de Biskra

2. Le climat

Biskra à un climat désertique. Tout au long de l'année, la pluie y est techniquement inexistante. Biskra affiche une température annuelle moyenne de 22,07 °C. Sur l'année, la précipitation moyenne est de 152,54 mm. Les principaux paramètres climatiques retenus dans cette étude sont : les précipitations, la température, le vent, l'humidité relative, l'insolation et l'évapotranspiration (Les données climatiques sont obtenues à partir de la station métrologique de Biskra durant 1989-1999).

2.1. Les précipitations

D'après les valeurs de la pluviométrie moyenne mensuelles indiquées dans le tableau 01, on remarque un maximum de sécheresse durant le mois le plus chaud (Juin) avec une pluviométrie de 5,64 mm par contre le mois le plus humide est Novembre avec 22,07 mm.

Tableau 01 : la pluviométrie moyenne mensuelle (1989-1999)

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Total
Pm (mm)	21,98	12,84	13,97	16,27	8,44	5,64	8,3	6,75	14,77	9,99	22,07	11,52	152,54

2.2. Les températures

L'analyse de ces données montre que : le maximum des températures moyennes mensuelles est atteint en Juillet avec une valeur de 40,94°C, alors que le minimum est observé en Janvier avec une valeur de 6,89°C la température moyenne annuelle est 22,57°C.

Tableau 02 : Températures moyennes mensuelles (1989-1999).

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Moy annuelle
TM C°	16,8	19,15	22,56	25,54	30,73	36,40	39,96	39,38	34,10	29,24	21,83	11,5	24,83

Tm °C	7,35	8,55	11,29	14,28	19,57	24,50	27,19	27,69	23,71	17,95	12,23	8,11	16,88
T moy °C	12,07	13,85	16,92	19,91	25,15	30,45	33,57	33,53	28,90	23,59	17,03	9,85	22,07

M : moyenne mensuelle des maximums

m : moyenne mensuelle des minimums

moy : Moyenne mensuelle

2.3. Les vents

Les vents soufflent à leurs maximums pendant le mois d'Avril avec 6,10 m/s, avec des vitesses moyennes mensuelles de 4,66 m/s. (tableau 03)

Tableau 03: Vitesses moyennes des vents, enregistrées à la station de Biskra (1989-1999)

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Moy Annuelle
Vitesse moyenne (m/s)	4,16	4,55	4,53	6,10	5,5	4,92	4,40	4,19	4,60	4,34	4,50	4,17	4,66

2.4. L'humidité relative de l'air

L'humidité relative moyenne mensuelle élevée pendant les mois de Novembre, Décembre et janvier respectivement elle est de 52,36 %, 57,36 %, 57,36 % et l'humidité la plus faible est remarquée au mois de juillet, elle est de 26,72 %. (Tableau 04)

Tableau 04: L'humidité relative de l'air, enregistré à la station de Biskra (1989-1999)

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Moy Annuelle
Humidité relative (%)	57,36	49,36	43,36	37,90	32,27	29,27	26,72	29,09	38,72	45,54	52,36	57,36	41,60

2.6. L'évaporation

L'évaporation dans cette région atteint son maximum en septembre avec une quantité 14,87 mm par contre en trouve le minimum en janvier de quantité 7,88 mm, la moyenne annuelle est 11,01mm. (tableau 05)

Tableau 05: Vitesses moyennes des vents, enregistrées à la station de Biskra (1989-1999)

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Moy Annuelle
Evaporation (mm)	7,88	12,07	8,06	8,43	10,20	12,21	13,2	14,48	14,87	12,50	9,99	8,31	11,01

3. Classification du climat

3.1. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN

Le diagramme ombrothermique de Gausson (**Fig. 02 a**) présente deux périodes humides, la première débute de janvier et se termine au fin Avril, la seconde s'étend de novembre jusqu' à décembre. Une seule période sèche qui s'étale sur six mois, de fin Avril à fin Octobre. C'est le parfait type méditerranéen.

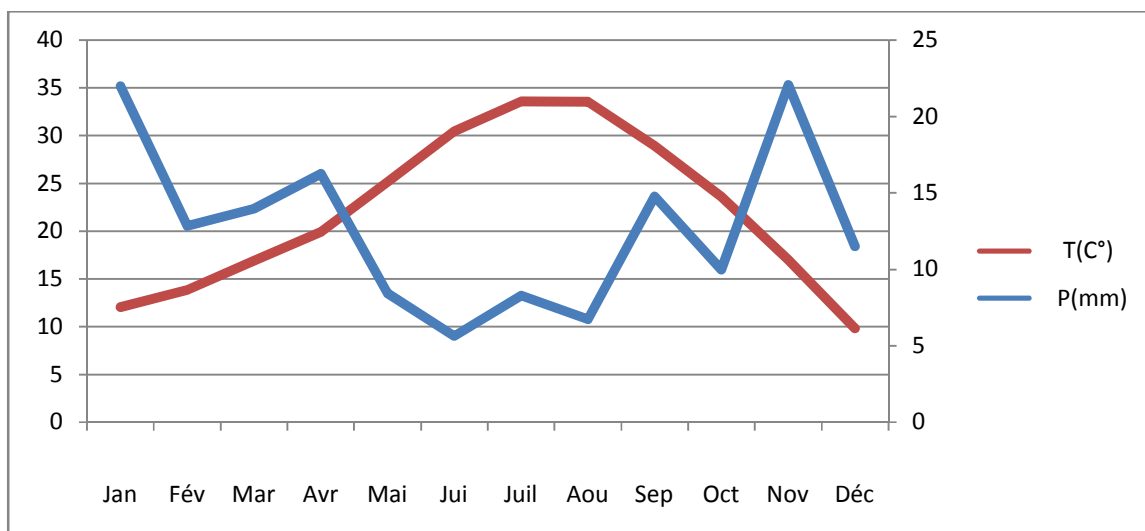


Figure 02: Diagramme Ombrothermique de GUSSEN de la région de Biskra pendant la période (1989-1999).

3.2. Le Climagramme pluviométrique

Le diagramme (figure 03) analogue à celui d'Emberger où les étages et les sous étages bioclimatiques correspondent bien, sauf un décalage quant à la limite de l'étage aride. Selon le diagramme, on apprécie le climat de Biskra comme suit:

- L'étage bioclimatique: aride inférieur (200 P 100m).
- Variante thermique: à hivers doux avec 5° m 7° C. (Rouahna.2007)

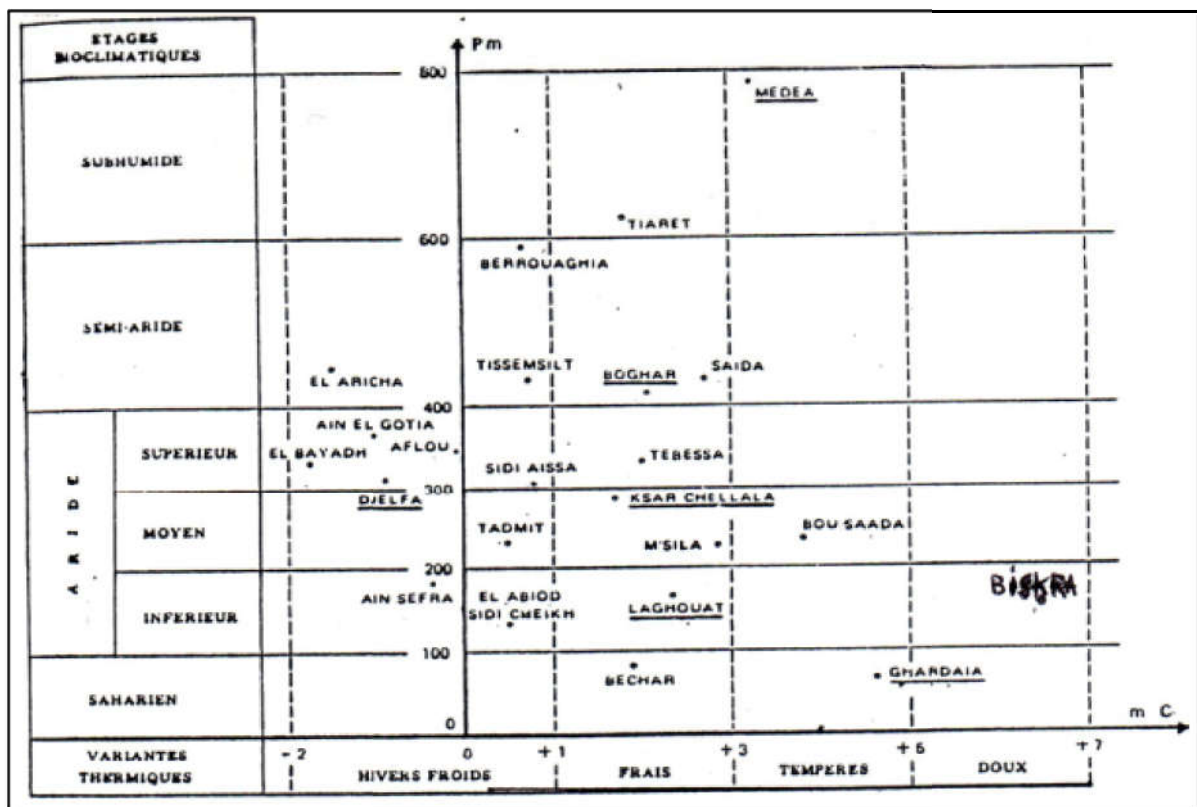


Figure 03: Diagramme pluviométrique de Pouget

4. Pédoclima

4.1. Régime hydrique

La détermination exacte du régime hydrique est difficile et exige de nombreuses déterminations de l'humidité du profil pédologique pendant une dizaine d'années (SSS, 1996). donnent pour Biskra un régime hydrique aridic (Tavernier et Van.w, 1976).

4.2. Régime thermique

Ce type de régime a pour caractéristique une température annuelle moyenne du sol supérieur à 22°C et une différence entre les moyennes de température à 50 cm dans le sol pour l'été et l'hiver supérieur à 5°C. Donc le régime de Biskra est de type hyperthermique. **(Tavernier et Van.w, 1976)**

5. Géologie de la région d'étude

5.1. Géologie régionale

Sur la base de l'étude géologique faite par Gousskov (1964) sur la région de Biskra nous citons les principales états repérées sur cette région en allant du plus récent vers le plus ancien.

5.1.1. Stratigraphie

5.1.1.1. Quaternaire

5.1.1.1.1. Actuel

Ce sont principalement des éboulis et les cailloutis aux pieds des montagnes et sur les pentes, des dunes constamment en mouvement et des alluvions sableuses et caillouteuses dans les lits actuels des oueds.

5.1.1.1.2. Moyen

Il se présente sous forme de Croute dite (deb-deb) dont le dépôt se poursuit sans doute encore de nos jours. C'est une formation calcaire gypseuse atteignant jusqu'à deux mètres d'épaisseur, Elle occupe les contours des montagnes qui présentent des flancs calcaires (Tolga, Bouchegroune, Lichana, Ain Ben Naoui), des travertins de sources anciennes qui datent aux environs des sources Oumach, Mlili et Megloub. Les sources actuelles sondent 4 à 5m au dessous des anciens dépôts travertineux.

Des alluvions sablonneuses et argileuses dans tous les grands plains sur la rive gauche de l'Oued Djeddi. **(Rouahna, H.2007)**

5.1.1.1.3. Terrasses anciennes

Cette terrasse est bien développée dans la partie Est de la région, vers l'Oued Biskra. Aux environs des régions montagneuses, elle est principalement formée de poudings remplacés progressivement par un dépôt sableux et argileux vers le sud de Biskra. **(Rouahna, H.2007)**.

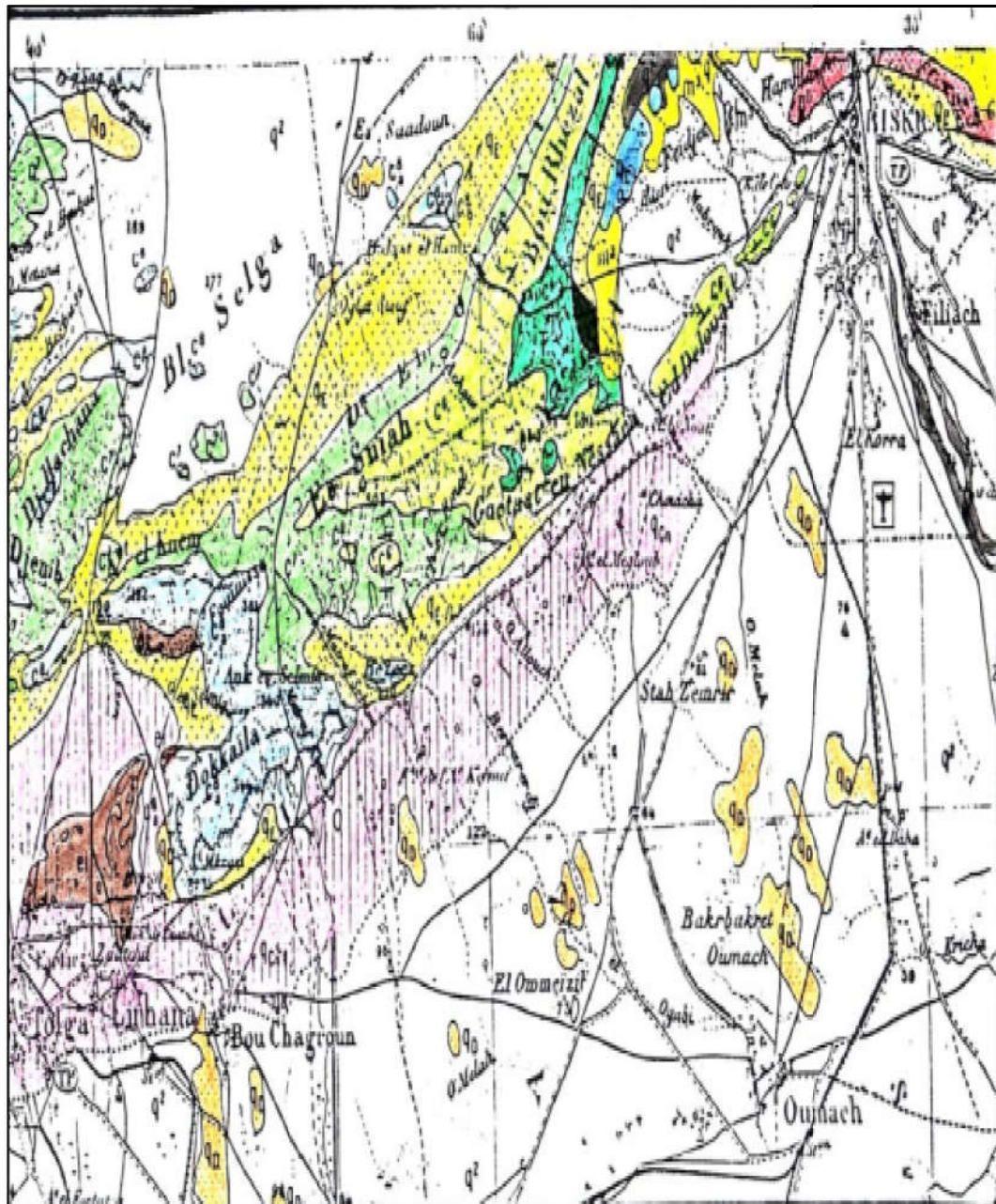





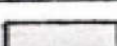




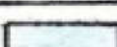
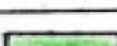
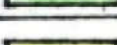




Figure 04: Esquisse litho-géologique

Extrait de la carte géologique de biskra n°48. Ech.1/200.000



Légende de l'équisse litho-géologique

Symbole	géologie	lithologie
 q _E	Actuel et Quaternaire récent	Eboulis sur les pentes et au pied des montagnes
 q _D		Dunes de sables
 q _S		Cailloux, graviers sables dans les lits des oueds
 q _{Cn}	Quaternaire moyen	Croûte calcaréo-gypseuse (deb-deb)
 q _T		Travertins de sources
 q ₂		Alluvions sablonneuses et argileuses dans les grandes plaines
 q ₁	Quaternaire ancien	Foulingues, graviers et sables de l'ancienne terrasse
 p ¹	Pliocène	Foulingues, grès
 m ³	Miocène supérieur continental	Argiles, sables, graviers et marnes
 e ⁱ	Eocène inf. + Danien	Calcaires blancs, riches en silex noirs
 c ⁸	Sénonien	calcaires, calc. marneux et dolomitiques
 c ⁷		calcaires, calc. marneux et marnes blanchâtres
 c ⁶	Turonien	Calcaires massifs, dolomitiques, cristallins
 c ⁴⁻⁵	Cénomaniens	Alterrance de calcaires, calc. dolomitiques et de marnes souvent gypseuses
 c ¹⁻³	Albien	Grès et argiles rouges

5.1.1.2. Miocène

5.1.1.2.1. Miocène supérieur (Pontien)

Il affleure seulement dans la dépression (combe) de l'anticlinal du Djebel Bou Rhezal.

Il est représenté par des argiles et des marnes multicolores souvent très sableuses. C'est dépôt continental détritique : argile, sables, graviers et marnes.

5.1.1.2.2. Pliocène

Il est représenté par des poudings, des bancs de grés et d'argile sableuses à proximités massifs (Chetma, Chaïba et Ouled Djellal) passant à des couches rouges sableuses et gypseuses dans la plaine. Aussi il est représenté par la croûte calcaire-gypseuse englobant souvent des masses des poudings des sables et des graviers dans le sud de l'Oued Djeddi.

5.1.1.3. Paléogène (nummulitique)

5.1.1.3.1. Eocène moyen (Lutétien)

C'est un dépôt exclusivement lagunaire représenté par des argiles; du gypse en couches épaisses, anhydrites et des calcaires dolomitiques. Il affleure au sud du djebel Kahila et au sud du djebel El Ksoum. Les couches gypseuses et calcaires sont très développées dans la région d'Ouled Djellal, ou elles forment des niveaux constants d'une extension considérable (rive gauche de l'Oued Djeddi).

5.1.1.3.2. Eocène inférieure (yprésien)

Sa puissance varie entre 150 et 200 mètres représente par des calcaires blancs riches en silex noirs, il affleure au nord de Tolga.

5.1.1.4. Crétacé

5.1.1.4.1. Le Crétacés supérieur

-Cénomaniens supérieur

Il est représenté par des calcaires cristallins et dolomitiques en couche très épaisses, des intercalations lagunaires marneuses et gypseuses très nombreuses à l'Ouest (Djebel Gouara et sur le flanc nord du Djebel Bou Rhezal) calcaires maestrichtiens reposant sur les marnes noirâtres du campanien (à Dalaat el Hamra).

-Cénomaniens inférieur

Il affleure sur le flanc nord de djebel Bou Ghezal, sa puissance est de 300 à 400 m de calcaires gris ou blanc alternant régulièrement avec des marnes grisâtres, parfois gypseuses

-Turonien

Il est représenté uniformément dans toute la zone montagneuse par un niveau massif de 200 à 300 m d'épaisseur composé de cristallins de calcaire marneux et de calcaire dolomitique.

-Cénomanién

Ce terrain affleure aux deux extrémités de la région de Biskra, à la combe de l'anticlinal du Djebel Bou Rhezal et nord-est du Bon Chaïba Sa puissance est de 500m de calcaire marneux avec intercalations marneuses et gypseuses.

5.1.1.4.2. Le Crétacé inférieure

Il affleure dans la combe de l'Anticlinal du Djebel Bou Rhezal et au nord-est de Chaïba il est constitué en majeure partie par des grès rouges ou gris avec intercalation d'argiles rouges, sa puissance est d'environ 250m.

-Albien

Cette couche est visible seulement vers Chaïba : elle présente un faciès lagunaire avec intercalation marines, il est constitué par des argiles et des marnes multicolores, anhydrites, calcaire dolomitique et dolomies .Sa puissance est d'environ 60m.

-Barrémien

Cette couche affleure uniquement vers Chaïba elle est constituée par les grès rouges avec quelques intercalations argileuses, le Barrémien est de terme de plus anciens visible dans la région de Biskra.

5.2 Géologie locale

5.2.1 Stratigraphie

La coupe géologique de Figure 05 montre une succession de couches allant de l'albien jusqu'au pliocène.

Ces couches sont généralement concordantes, néanmoins le miocène se dispose en discordance sur la formation sous-jacentes et très active affleurant la région contribue à la disposition de l'oligocène. De ce fait, il n'apparaît qu'au nord de Biskra la plaine El Outaya et au nord-est dans l'Oued.

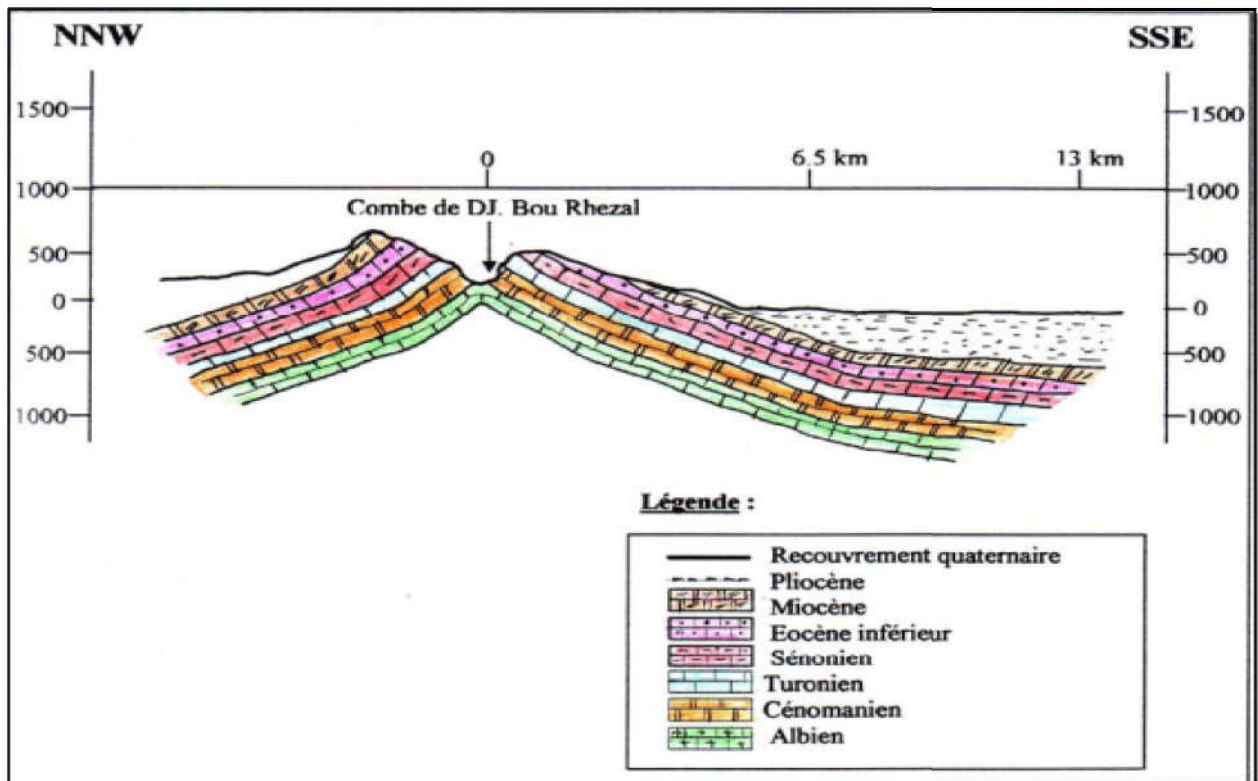


Figure 05: Coupe géologique schématique (Abdeselem, S, 1999)

5.2.2 Tectonique

La région a connu une sédimentation continue jusqu'à la fin de l'éocène moyen ou ces mouvements ont eu bien à la fin de l'éocène l'anticlinal de Djebel Boughzal a été formé.

6. Géomorphologie

6.1. Géomorphologie régionale

La région de Biskra constitue une partie de la transition entre les domaines atlasiques plissés du Nord (Atlas Saharien) et les étendues plates et désertiques du Sahara. Ces derniers caractérisés en particulier par les régions très plates correspondant au grand Erg occidental et oriental, au plateau du Mزاب, du Tadmaït, du Tinrheret ainsi qu'à la région relativement déprimée du Gourara, du Touat, du Tridklet, du sud-Tihert... etc. (BUISSON et CORNEE, 1989).

L'ensemble de ces étendues est appelé la plate forme Saharienne qui s'étend jusqu'à la Tunisie. Elle correspond au bassin mésozoïque Saharien Type pour les géologues. Conventionnellement

limité vers le Nord par la flexure Saharienne, vers le Nord Est par les accidents de Djefara maritime Tunisienne et interrompu vers le Sud et vers l'Ouest par des limites d'érosion qui prouvent que l'extension originelle était plus grande que l'extension résiduelle. Par ailleurs, les terrains paléozoïques qui ont formé le substratum et dans certains cas les bordures de ce bassin mésozoïque sont actuellement observables dans les affleurements des massifs de Bechar, Ougarta et dans les Tassilis. Dans cette plate - forme le Mésozoïque est largement recouvert par des atterrissements tertiaires et quaternaires des dunes de sables constamment en mouvement des croûtes dit debdeb.....etc.

6.2. Géomorphologie locale

Selon l'objectif de l'étude, notre topo-séquence est formée par la montagne du Djebel Bon Ghazel dans Sa partie nord, des glacis encroûtés et puis vers un matériau fin argilo sableux dans la partie Sud. L'établissement du croquis géomorphologique a permis de constater les formes suivantes ; (Figure 06).

6.2.1. Les structures

Une seule structure est perceptible, c'est celle de l'anticline du Dj. Bou Ghezal.

6-2-2 Les formes d'érosion

➤ La combe de Dj Bou Ghezal

L'anticlinal du Dj Bou Ghezal a subi une érosion énergique aboutissant à une inversion totale du relief. Les parois rocheuses sont constituées par les calcaires cénomaniens plus tendres. Le noyau de cet anticlinal est érodé (combe) jusqu'aux grès rouges albiens. Cette combe a été formée lors de l'érosion oligocène très active qui a affecté le relief montagneux.

➤ Les chevrons

Ils sont visibles surtout sur le contour de la combe.

➤ Les cônes de déjection

La combe constitue un bassin de réception des eaux déversées ces dernières se concentrent au noyau pour former des cônes de déjection.

➤ Les glacis

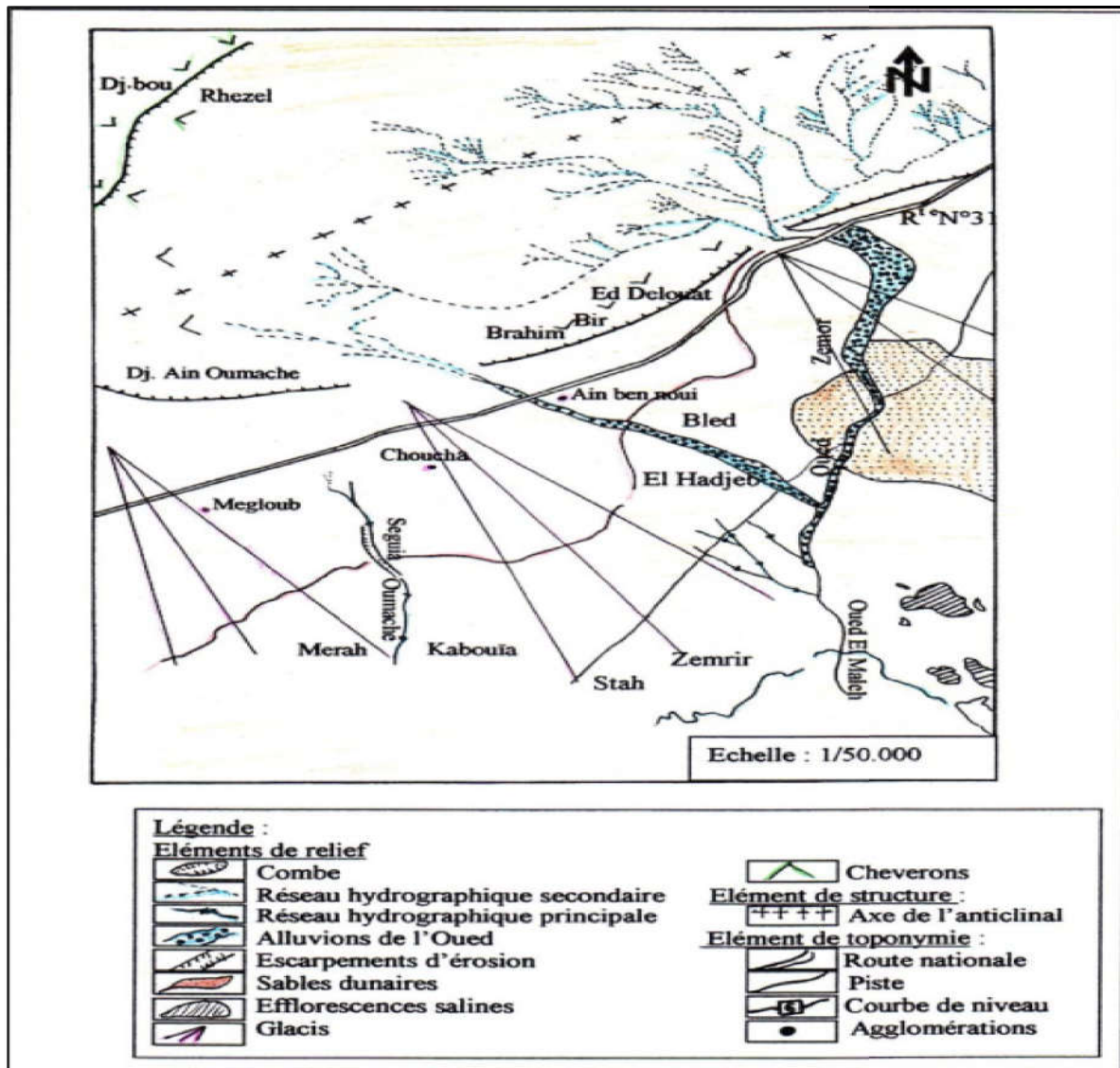
Sont des formations du quaternaire moyen, dit (deb-deb) qui représentent une formation Calcaréo-gypseuse.

➤ **Les escarpements d'érosion**

Ils se localisent dans les oueds, ils sont façonnés par l'action des eaux, on les rencontre dans l'Oued Zemour et oued Ain Oumach.

➤ **Les accumulations de sable**

Elles sont constituées par de vastes dépôts de sable Transportés par le vent.



Echelle: 1/50.000

Figure 06: Croquis géomorphologique de la région d'étude (Abdессelem.S, 1999)

7. Hydrogéologie de la zone d'étude

7.1 .Nappes phréatiques du quaternaire

Elles sont localisées au niveau des palmeraies de Tolga et sont formées par accumulation alluvionnaires. On classe dans cette catégorie, la nappe de l'oued de Biskra et celle de l'oued Djeddi, Elles doivent leur alimentation normalement à partir des précipitations et des eaux d'irrigation. La plupart des eaux de cette nappe sont salées ou très salée (**Bouchekioua, 2007**).

7.2. Nappes des sables du miopiocènes

Cette nappe à une extension considérable. Elle est capturée par de nombreux forages dans les plaines. Son alimentation est assurée par les pluies exceptionnelles dans les zones d'affleurements l'exutoire est par les vastes d'évaporation.

7-3 Nappe des calcaires de l'éocène et du sénonien

Cette nappe est localisée dans la totalité de la région de Biskra, elle est plus exploitée qu'à l'Est de Biskra à cause de faible profondeur par rapport au captage à l'Ouest. Cette nappe subit une baisse de niveau piézométrique suite à la sur exploitation (**Khechai, 2001**).

L'alimentation de cette nappe se fait par deux zones d'affleurement de l'éocène inférieur, la première à l'Ouest de Doucen et Ouled Djellal, la seconde au nord de Tolga entre Foughala et Bouchegroune et les versants de la plaine de l'Outaya. Cette nappe subit une baisse de niveau piézométrique suite à leur sur exploitation (**Khechai, 2001 et Bouchekioua, 2007**).

7-4 Nappe profonde

Cette nappe souvent appelée albienne, elle est caractérisée par une température très élevée. Elle est rarement exploitée, sauf à l'Oued Djellal ou Sidi khaled ou les formations gréseuses de l'albien ou de barrémien sont touchées à une profondeur de 1500 à 2500m (**Khechai, 2001 et Bouchekioua 2007**).

8-La végétation

Il ya plusieurs types des cultures : cucurbitacées solanacées arbres fruitiers etc. mais le plus rencontré c'est le palmier dattier et les cultures maraichères.

Il y a aussi des végétations spontanées comme nous citons quelques espèces (**Belbahi.I et Zahra .A ,2013**).

Atriplex halimus

Suaeda fructicoza

Salsola vermiculata

Zygophyllum cornitum

Chapitre 3 : Matériel et méthodes

3.1. Le choix des profils

On été sélectionné la zone pour prélever des échantillons, en fonction de l'altitude, ainsi que pour voir le profil s'il était visible, et c'est la base.

Les profile repartis sur toute la superficie de Ouled Djellal .on été réalisé sur 4 point (**Figure 06**) chaque point de 3 horizon de différent profondeur (12 Horizon) .

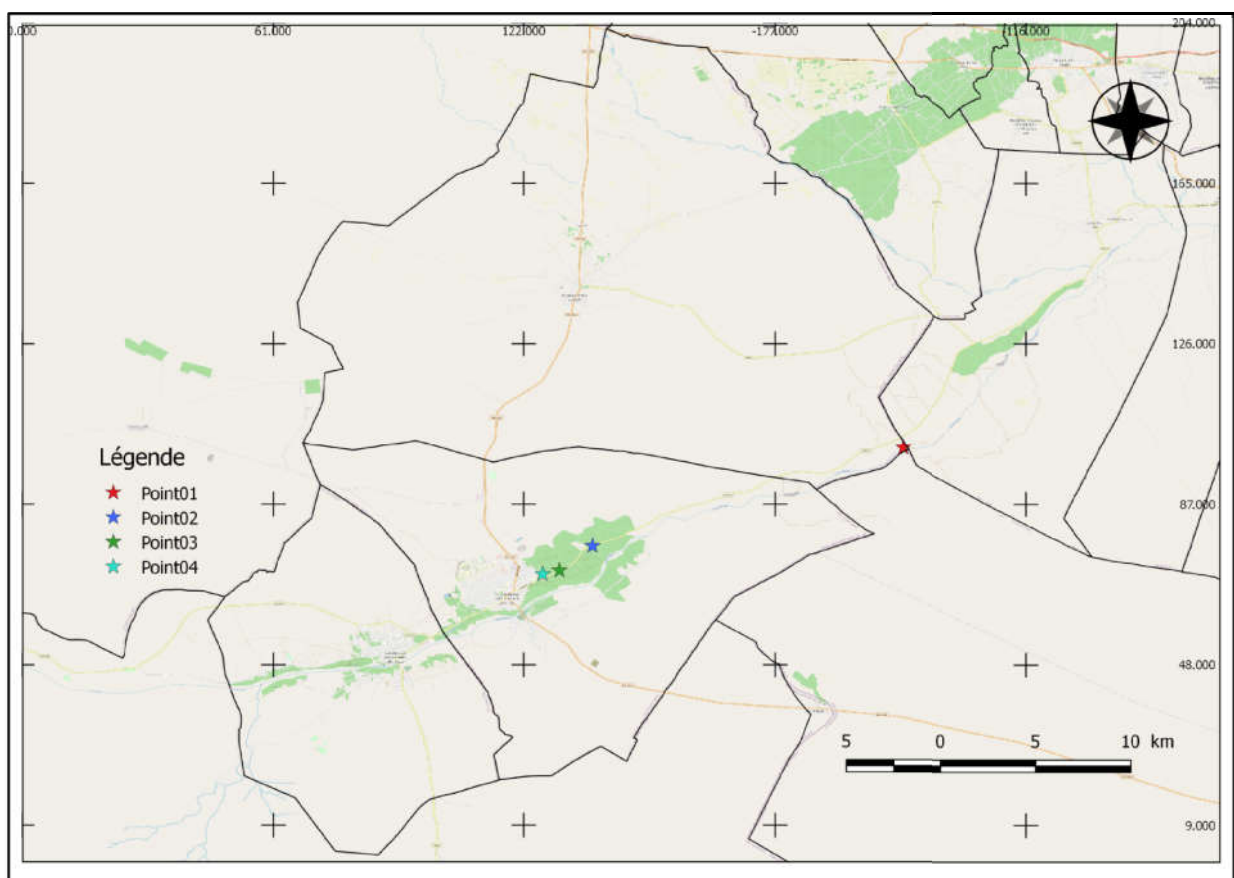


Figure 07 : Carte de répartition des profile

3.2. Analyses de laboratoire

3.2.1Échantillonnage

prélevée les échantillons du sol à l'aide d'une tarière.

3.2.2. Au laboratoire

Nous avons préparé des échantillons est destinée à séparé la terre fine (ensemble des particules inférieures à 2.00 mm) des graviers. Il faut donc réduire les mottes sans briser ni émousser les graviers.

3.2.2.1. L'analyse physique

3.2.2.1.1. Humidité

Cette méthode consiste à sécher (passer dans un four à 105 °C) un échantillon de sol et connaître ensuite par pesée finale (ramenée à la pesée initiale) le poids d'eau contenu par l'échantillon.

Calculs
$$H\% = \left[\frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100 \right]$$

Soit en g : **H%** : Humidité

Ps : Poids de sol séché à l'étuve à 105C

Ph : Poids Humide

3.2.2.1.2. Fraction tamis

On prend une quantité du sol séché. Nous l'avons tamisé dans un tamis de 2 mm, nous avons pris 100g de terre et l'avons mis dans un tamiseur avec une gradation de 2mm 500µm 250µm 50µm.

Calcul : 100g de sol ----- 100%

Poids ----- X %

$$X \% = \frac{\text{Poids} \cdot 100}{100\text{g de sol}}$$

3.1.2.2. L'analyse chimique

3.1.2.2.2. Potentielle hydrique

Il est déterminé par le pH mètre avec un rapport sol/eau = 1/5.

3.1.2.2.3. Conductivité électrique CE

Avec un rapport sol/eau = 1/5. Mesure par conductimètre est exprimée en dS /m à 25 °C.

3.1.2.2.4. Calcaire totale

Réactif

HCl 50%

CaCO₃ pur

Mode opératoire

- Nous avons pesé 1g de sol (0,5 g pour le sol très calcaires)
- Introduire dans l'erenmeyer de calcimètre
- Préparer une solution de HCl 50% (ex : 100ml HCl concentré + 100 ml d'eau distillée)
- Remplir le tube avec HCl et introduire avec précaution dans l'erenmeyer
- Fermer l'erenmeyer et verser le tube de HCl puis abaisser l'ampoule de calcimètre jusqu'à ce que le niveau de l'eau dans située dans la colonne, lire le volume V de gaz carbonique dégagé.
- Faire les même étapes, mais avec le CaCO₃ pur (0.3g) à la place du sol et lire le volume V' de gaz carbonique dégagé (essai témoin).

Calcul :

$$\text{CaCO}_3 \text{ total (\%)} = \frac{v \cdot 0.3}{V' \cdot P} * 100$$

P : poids du sol

3.1.2.2.5. Matière organique

Réactifs

- Le bichromate de potassium k₂Cr₂O₇ 1N : peser 49.04g de k₂Cr₂O₇ ajouter de l'eau distillé dans une fiole de 1l jusqu'à le traite de jaugé.
- Acide sulfurique concentré H₂SO₄
- Acide ortho phosphorique ou Acide phosphorique H₃PO₄ concentré

- Sulfate de fer d'ammonium $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]0.5\text{M}$ dissoudre 196g de sulfate de fer d'ammonium dans une quantité d'eau distillée ,ajoute 5ml H_2SO_4 , ajoute l'eau distillée jusqu'à un litre (trait du jaugé de la fiole de 1l)
- Diphénylamine (indicateur coloré) $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$: dissoudre 1g de diphénylamine dans 100ml Acide sulfurique concentré .

Mode opératoire

- Peser 1g de sol dans un bécher de 500ml
- Ajouter 10ml de bichromate de potassium 1N .
- Ajouter 20ml de l'acide sulfurique concentré.
- Laisser reposer 30min
- Ajouter 200ml d'eau distillée.
- Ajouter 10ml d'acide ortho phosphorique concentré .
- Ajouter 10-15 gouttes d'indicateur coloré déphynilamine .
- Titrer avec le sulfate de fer d'ammonium jusqu'a l'apparition d'une couleur verte.
- Préparation d'un témoin avec la même méthode mais sans sol .

Calcul :
$$C\% = \frac{n' - n}{p} * 1 * \frac{0.3}{0.77}$$

n' : volume de témoin (volume de titrage).

n : volume d'échantillon

p : poids de sol.

$$\text{La matière organique MO\%} = C\% * 1,72$$

Chapitre 4 : Résultats et discussion

4.1. Résultat et discussion

4.1.1 Description de profil 01

Profil 01

Altitude (m): 162

Coordonnée : 5°17'26.929" E 34°30'41.999" N



Photo 01 : Différents horizon de profil 01



Photo 02 : vue général de la surface de profil 01

4.1.2. Caractéristiques morphologiques profil 01

Horizon 0-50 cm :

Etat sec brun à brun jaunâtre, structure particulière sableux présence de quelques cailloux calcaire, très bonne porosité, calcifère, présence de racines.

Horizon 50-80 cm :

Etat sec brun à brun jaunâtre, structure feuilletée sableux présence de quelques cailloux calcaire, très bonne porosité, calcifère, présence de racines.

Horizon 80-120 cm :

Brun claire, Structure grumeleuse calcifère consistant avec abondance de cailloux. absence de racines.

A partir des analyses réalisées sur les échantillons de sol. Les paramètres tels que la granulométrie, le pH, la conductivité électrique, la matière organique, calcaire total ainsi que le gypse ont été déterminés dans un tableau.

Tableau 06 : Les analyses physico-chimique de profil 01

Profil 1		H1	H2	H3
Profondeur cm		0-53	53-80	80-120
Granulométrie	A+LF%	1,40	0,13	0,17
	LG%	85,20	6,41	60
	SF%	11,17	33,6	34,92
	SG%	0	57,40	3,24
CE μ S/cm		700	300	300
pH 1/5		7,0	7,40	7,57
He%		0,22	0,10	0,24
MO%		5,56	4,94	4,67
Calcaire total%		8,71	18,64	6,89
Texteur		Limoneuse	Sableuse	Limoneuse

4.1.3. Interprétation

L'analyse granulométrique du profil 1 montre une texture limoneuse pour les deux horizons H1 et H3 et une texture sableuse pour l'horizon 2. Le pH des échantillons étudiés est généralement neutre selon **PNUD/FAO** (Annexe 06), Nous remarquons que le taux de MO varie entre 5,56% et 4,67%. Les horizons sont pauvres en matière organique (**I.T.A, 1977**), les résultats obtenus pour le calcaire total montrent que le sol est peu calcaire, à l'échelle de **Durand J.H.(1983)** les sols non

salé dans les horizon H2 et H3 avec $300 \mu\text{S}/\text{cm}$ et légèrement salé à $700 \mu\text{S}/\text{cm}$ pour le H1 à (Annexe 05) .

Profil 02

Altitude (m) : 203

Coordonnée : $5^{\circ}06'47.161''$ E $34^{\circ}27'18.961''$ N



Photo 03: vue général de profile 02

2- Caractéristiques morphologiques

Horizon 0-10 cm

Etat sec brun très claire, sableux présence de quelques cailloux calcaire, porosité bonne, calcifère, présence de racines.

Horizon 10-26 cm :

Etat sec brun à brun jaunâtre, structure feuilletée sableux présence de quelques petites cailloux calcaire, porosité moyenne, calcifère, absences de racines.

Horizon 26-55 cm :

Brun légèrement claire, sableux calcifère avec abondance de cailloux. absence de racines.

Tableau 07 : Les analyses physiques chimiques de profil 02

Profil		H1	H2	H3
Profondeur cm		0-10	10-26	26-55
Granulométrie	A+LF%	3,81	2,12	4,56
	LG%	46,14	25,96	23,85
	SF%	26,29	21,53	13,36
	SG%	23,46	49,29	56,80
CE $\mu\text{S/cm}$		8200	3400	3500
Ph		6,61	6,96	6,98
He %		5,83	18,45	29,96
MO%		6,23	6,76	6,5
Calcaire total%		16,2	12,20	7,05
Texteur		Limoneuse	Sableuse	Sableuse

Interprétation

L'analyse granulométrique du profil montre une texture sableuse pour les deux horizons H2 et H3 et une texture limoneuse pour l'horizon 1. Le pH des échantillons étudiés est généralement neutre. Nous remarquons que le taux de MO varie entre 6,23 % et 6,76 % les horizons sont pauvres en matière organique, les résultats obtenus pour le calcaire total montrent que le sol est modérément calcaire, les sols très salés dans les horizons H2 et H3 avec 3400 à 3500 $\mu\text{S/cm}$ et extrêmement salé 8200 $\mu\text{S/cm}$ pour le H1.

Profil 03

Altitude (m) : 224

Coordonnée : 5°05'39.148" E

34°26'28.403" N



Photo 04 : vue général de profile 03

Caractéristiques morphologiques

Horizon 0-10 cm

Etat sec brun clair, présence d'écroulements sableux présence de quelques cailloux calcaire, porosité moyenne, calcifère, présence de racines.

Horizon 10-50 cm

Etat sec brun à brun jaunâtre, structure feuilletée sableux présence de quelques petites cailloux calcaire, porosité mauvaise, calcifère, absences de racines.

Horizon 50-80 cm

Brun légèrement foncé, Structure massif calcifère consistant avec abondance de cailloux. absence de racines.

Tableau 08 : Les analyses physique chimique de profil 03

Profile		H1	H2	H3
Profondeur		0-10	10-50	50-80
Granulométrie	A+LF%	7,10	1,82	2,51
	LG%	29,31	14,55	20,18

	SF%	1,14	28,91	24,28
	SG%	59,08	53,64	52,09
CE $\mu\text{S}/\text{cm}$		3300	4500	8400
pH		6,95	6,78	6,96
He		10,95	9,11	13,22
MO		6,36	5,83	5,89
Calcaire total		17,02	19,86	15,40
Texteur		Sableuse	Sableuse	Sableuse

Interprétation

L'analyse granulométrique de ce révèle une texture sableuse pour tous les horizons .

Le pH des échantillons étudiés est généralement neutre, Nous remarquons que le taux de matière organique est pauvre, les résultats obtenus pour le calcaire total montrent que le sol est modérément calcaire, C'est un profil très salé dans l'horizon H1 avec 3300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et extrêmement salé dans les deux horizons H2 et H3 respectivement 4500 et 8400 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Profil 04

Altitude (m) : 233

Coordonnée : 5°05'04.689" E 34°26'20.697" N

Caractéristiques morphologiques

H1 : 0-15

Etat sec brun très clair, sableux présence de quelques cailloux calcaires, porosité bonne, calcifère, présence de racines.

H2 : 15-40

Etat sec brun à brun jaunâtre, structure feuilletée sableux présence de quelques cailloux calcaire, très bonne porosité, calcifère, présence de racines.

H 3 : 40-60

Brun claire, Structure grumeleuse avec abondance de cailloux. Absence de racines.

Tableau 09 : Les analyses physique chimique de profil 04

Profile		H1	H2	H3
Profondeur		0-15	15-40	40-60
Granulométrie	A+LF%	7,99	2,30	1,46
	LG%	44,67	22,54	12,11
	SF%	19,39	14,78	26,38
	SG%	26,07	59,85	59,86
CE $\mu\text{S}/\text{cm}$		23300	3200	8100
pH		7,45	7,03	6,89
He		11,50	30,50	22,51
MO		8,24	6,09	4,6
Calcaire total		13,17	10,54	12,16
Texteur		Limoneuse	Sableuse	Sableuse

Interprétation

L'analyse granulométrique du profil montre une texture sableuse pour les deux horizons H2 et H3 et une texture limoneuse pour l'horizon 1.

Le pH des échantillons étudiés est généralement neutre, nous remarquons que le taux de matière organique entre 8,24 % et 4,6 les horizons sont peu pauvres en matière organique, les résultats obtenus pour le calcaire total montrent que le profil modérément calcaire, c'est un profil extrêmement salé dans les horizons H1 et H3 avec 23300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 8100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et très sales à horizon 2.

Conclusion

La région d'étude se caractérise par un climat aride très évaporant, la présence des nappes phréatiques dans le sous sol est marquée par les remontées des sels surtout en période chaude et participe à la formation de sels.

L'objectif de notre travail est contribution à la connaissance de salinité dans le sol d'Ouled Djellal.

Les résultats obtenue montrent que les sols de cette région sont de la texture est principalement sableuse. Le pH de tous les échantillons est neutre, et modérément calcaire dans tous les profils sauf le profil 01, C'est sol sont classe en trois classes salé, extrêmement sale, légèrement salé. Concernant la matière organique, ils sont classés dans deux classes ; sols pauvre et peu pauvre

En général, les résultats obtenus montrent que le sol d'Ouled Djellal extrêmement salé.

Bibliographie

Abdesselem, S, 1999 : Contribution à l'étude des sols gypseux au nord-est du Sahara Algérien : caractérisation et genèse .Cas des oasis d Tolga (région des Ziban), Thèse de magister .147p.

Anonyme. 21 juin 2020 , Chapitre III : Les sols de la plaine d'El Outaya ,

Benzellat.B, 2012- Contribution à l'amélioration des rendements des plantes cultivées en sols salés .Mémoire de magister, université de Tlemcen ,140p.

Benhadjtahar I , 2016- Caractérisation physico-chimique des sols salés de la plaine de la Mina (Relizane) .Mémoire de master ,université de Mostaganem ,84p .

Boualla Nabila, Benziane Ahmed, et Derrich Zoubir . 2012- Origine de la salinisation des sols de la plaine de M'léta (bordure sud du bassin sebkha Oran) , Journal of Applied Biosciences 53: 3787 – 3796p .

Bouchekioua, 2007

Belbahi.I et Zahra.A ,2013-Contribution à l'étude hydro-pédologique des sols de a region d'El-Maleh en vue de mise en valeur ,Mémoire d'ingénieur, université mohamed kheider biskra ,49p.

Durand J.H., 1983-les sols irrigables. Étude pédologique, presses Université de France .Agence de coopération cultural et technique, 383p.

Dounia, 1999 : Intérêt d'une approche spatiale pour le suivi de la salinité des sols dans les systèmes irrigués. Thèse de Doctorat de l'Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts, Montpellier, 435p.

Gousskov.N, 1964-Notice explicative de la carte géologique de Biskra au 1/200.000, Pub .Sr. Géo. Algérie.13p.

Halitim A., 1985 : Contribution à l'étude des sols des zones arides (Hautes Plaines Steppiques d'Algérie). Morphologie, distribution et rôle des sels dans la genèse et le comportement de ssols. Thèse Doctorat. D'Etat, Université de Rennes, 383 p.

Hanni .A ,2017- Contribution à l'étude de l'impact de la nappe phréatique sur la salinité des sols agricoles à In Salah. Mémoire de Master, université kasdi merbah Ouargla.52p.

I.T.A ,1977-Laboratoire du sol, Methodes d'analyses physique et chimiques du sol.3Ed.I.T.A. Mostaganem .105p.

Khechai, 2001

Massoumi,A,1968 – Caractérisation et amélioration des sols sales et alcalis .ED O.R.S.T.O.M. 33p

Montoroi , J.P, 1993 - cours les sols sales, université de paris XII .

Navarro-Pedreno J, Jordan M. M, Melendez-Pastor I, Gomez I, Juan P, and Mateu J, 2007: Estimation of soil salinity in semi-arides land using a géostatistique model. Land Dégredation & Développent, 18: 339–353.

Pisinaras V. Tsihrintzis V. A. Petalas .C et Ouzounis .K,2010- Soil salinization in the agricultural lands of Rhodope District, northeastern Greece , Springer Science,166,79–94p.

Rengasamy P, 2006-World salinization with emphasis on Australia. Journal of Experimental Botany. 5, 1017–1018p.

Rouahna, H.2007-Relation entre les nappes et la salinité dans les sols gypseux de la région d'Ain Ben Naoui Biskra, Mémoire de magister, université el Hadj Lakhder Batna ,83p.

Soil Survey Staff, 1996-Keys to soil taxonomy.USDA.SCS.Agri.Hondb.US.GOV.Washington. D.C.488p.

Saidi D, 2004 : Influence de la phase saline sur les propriétés physiques des matériaux argileux du Bas Cheliff. Thèse de Doctorat d'Etat Ès Sciences en Sciences Agronomiques. Spécialité science du sol. Institut National Agronomique, El Harrach, Alger.181p.

Terchi S. 2014-Etude de l'impact d la qualité des eaux d'irrigation sur la fertilité du sol , la plante et le rendement des systèmes d'irrigation ,Mémoire de master , école nationale supérieure Arbaoui Abdellah, 54p.

Tavernier, R et Van.Wambek, 1976-Détermination du régime hydrique des sols d'après Newhall.Ann.INA.El Harrach.Vol.VI n°2, pp5-13

Annexe

Annexe 01 :



Figure de l'échantillon

Annexe 02 :



Figure de Tamiseur

Annexe 03 :



Figure de dosage de MO

Annexe 04 :



Figure de mesure CE par conductimètre

Annexe 05 :

Classe	CE en $\mu\text{s}/\text{cm}$ à 25 °C	Qualité des sols	Effet sur le rendement
Classe I	0 à 500	Non salé	Négligeable
Classe II	500 à 1000	Légèrement salé	Diminution du rendement des cultures très sensibles au sel
Classe III	1000 à 2000	Salé	Diminution des rendements de la plus part des cultures
Classe IV	2000 à 4000	Très salé	Seules les cultures résistantes donnent un rendement satisfaisant
Classe V	Plus de 4000	Extrêmement salé	Seules quelques cultures donnent des rendements satisfaisants

Tableau d'interprétation de sol salé selon Durant .J.1983

Annexe 06 :

Echelle	0	2	3	4	5	6	7	8	8,5	
pH	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5
Degré	Très acide	Acide		Peu acide		Neutre	Peu alcalin		Alcalin	

Tableau de statue acide basique des sols selon le projet PNUD/FAO

Résumés

Les sols salés présentent des vastes étendues dans les régions arides et semi arides. La région d'Ouled Djellal (Biskra) est l'un des endroits privilégiés pour l'étude de ces sols. L'objectif de ce travail est d'étudier la salinisation des sols.

Les résultats obtenus montrent que les sols de cette région ont une texture principalement sableuse, ainsi que dans tous les échantillons de sols caractérisés par un PH neutre et extrêmement salé. L'étude des eaux des nappes montre que les nappes jouent un rôle primordial dans la salinisation des sols surtout le plus proche de la surface du sol.

Mots clés : Ouled Djellal. Nappe phréatique, Sol, Salinité.

Abstract

The salty soils present vast expanses in arid and semi-arid regions. The region of Ouled Djellal (Biskra) is one of the privileged places for the study of these soils.

The objective of this work is to study the salinization of soils.

The results obtained show that the soils of this region have a mainly sandy texture, thus in all the samples of soils characterized by a neutral pH and extremely salty. The study of groundwater shows that groundwater plays an essential role in the salinization of soils, especially those closest to the ground surface.

Keywords: Ouled Djellal. Water table, Soil, Salinity.

ملخص

تمثل التربة المالحة مساحات شاسعة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة. تعتبر منطقة أولاد جلال (بسكرة) من الأماكن المميزة لدراسة هذه التربة.

الهدف من هذا العمل هو دراسة تملح التربة.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن تربة هذه المنطقة لها قوام رملي بشكل أساسي، وبالتالي في جميع عينات التربة تتميز بدرجة حموضة متعادلة ومالحة للغاية. تظهر دراسة المياه الجوفية أن المياه الجوفية تلعب دوراً أساسياً في تملح التربة، خاصة تلك الأقرب إلى سطح الأرض.

كلمات مفتاحية: أولاد جلال. منسوب المياه ، التربة ، الملوحة.