



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

# MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la Vie  
Sciences Agronomiques  
hydropédologie

Réf. : Entrez la référence du document

---

Présenté et soutenu par :

**Ameziane Aimen**

Le : jeudi 26 avril 2018

## **Caractérisations physico-chimiques de certains sols de la plaine de l'Outaya, willaya de Biskra.**

---

Jury :

M.	Bechar Mohamed El farouk	MCA	Université de Biskra	Président
M.	Boukehil Khaled	MAA	Université de Biskra	Rapporteur
Dr.	BoumarafBelkacem	MCA	Université de Biskra	Promateur

Année universitaire : 2018 - 2019

## **Remerciements**

Tout d'abord, je commence par remercier le bon Dieu qui m'a doté de la volonté, du courage et surtout de la patience pour produire ce travail et qui m'a aidé à faire face à toutes les difficultés rencontrées lors de son élaboration.

Je tiens à remercier et exprimer ma profonde gratitude au chef de département des sciences agronomiques et l'ensemble des enseignants pour leurs encouragements et leurs précieux conseils.

Qu'il me soit permis de remercier profondément mon encadreur Mr. **BOUMARAF BELKACEM** pour l'honneur qu'il m'a fait de présider le jury. Boukehil Khaled. et Bechar Mohamed El farouk, d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Mes remerciements s'adressent ; également ; à l'équipe de ITDAS de Beskra ; notamment à le directeur; il enrichi cette mémoire par ces conseils et ces informations précieuses.

## **Dédicace**

*Je dédie ce travail :*

*A mes parents mes premiers encadrant depuis ma naissance,*

*A ma très chère mère, quelle trouve ici l'hommage de ma gratitude qui, si grande qu'elle puisse être, ne sera à l'hauteur de ces sacrifices et ses prières pour moi ;*

*A mes frères : wassime et thabette et ma chère sœur Chaima et Imane à qui je souhaite beaucoup de réussite et de bonheur ;*

*A mes meilleurs amis : Yacine, Oussama, Chouki, Mounàm, et tous ceux que j'aime et tous qui m'aiment ;*

*A ma chérefatima R, et tous mes camarades de la promo 2018;*

*Et tous que j'ai oubliés.*

*Une spéciale dédicace à une personne qui a été très paternaliste avec moi Mr. Belkacem ;  
Trouvez dans ce modeste travail mes sincères gratitude et reconnaissances.*

## Sommaire

Remerciements

Dédicace

Introduction générale

*chapitre I : généralité sur la salinité et les sols salins*

I. Les sols des régions arides .....	2
II. Les traits caractéristiques des sols dans les régions arides .....	3
III. La salinité : .....	9
IV. La minéralogie : .....	11
I. Localisation: .....	16
II. Géologie : .....	17
III. Géomorphologie: .....	21
1. Géomorphologie régionale : .....	21
2. Géomorphologie locale : .....	22
IV. Hydrogéologie .....	22
1. La nappe calcaire : .....	22
2. La nappe profonde : .....	22
3. LA nappe phréatique : .....	22
V. Climat: .....	23
1. L'étude climatologique : .....	23
2. Indice d'aridité: .....	27
VI. Vegetation: .....	32
<i>Chapitre III : étude analytique .....</i>	<i>33</i>
I. Méthode et matériel .....	33
3. Caractérisation analytiques : .....	33
II. Résultats et discussion : .....	42
Conclusion générale: .....	58

*Références bibliographiques*

Annexe

## Liste des tableaux

Tableau 1: Nature de la salinisation selon Cl-/ SO <sub>4</sub> --.....	6
Tableau 2:Tableau récapitulatif des différents types de sols de la plaine d'El Outaya, (Lezzar, 1980).....	8
Tableau 3:Caractéristiques des deux stations pluviométriques (A.N.R.H, 2013).....	23
Tableau 4:Précipitations moyennes annuelles aux stations de Biskra et El Outaya. Période 1970-2001 .....	24
Tableau 5:Températures moyennes mensuelles (1974-2013).....	26
Tableau 6:Evapotranspiration réelle et écoulement moyen annuel, pour la station de Biskra (1974/2013) .....	27
Tableau 7: Indice de l'aridité. ....	28
Tableau 8:Indice d'Emberger .....	31

## Liste des figures :

Figure 1:Echelle de la salure déterminée à partir de l'extrait aqueux 1/5 .....	5
Figure 2:Répartition des profils sur la zone d'étude . .....	17
Figure 3:Répartition des précipitations annuelles .Stations de Biskra et El Outaya. Période (1970-2001).....	25
Figure 4:Variation mensuelle des températures, à la station de Biskra (1974/2013).....	26
Figure 5:Indice annuel d'aridité de De.Martonne .....	30
Figure 6:Climagramme d'Emberger .....	31
Figure 7 : Figure des profils dans le terrain.....	34

## **Introduction générale :**

En Algérie et particulièrement dans les zones situées au Sud de l'Atlas Saharien, la rareté et le caractère aléatoire des précipitations, conjuguée à une désertification de plus en plus inquiétante, résultant à la fois des actions anthropiques et de la rigueur des conditions climatiques, sont une réelle menace au développement durable de ces zones (Abdelkader M,2013).

Notre travail se concrétise sur minéralogéopédologie des sols dans la plaine de l'outaya, dans le premier lieu on va faire une analyse bibliographique autour de la problématique et le sujet de recherche. Le 3<sup>e</sup> chapitre est divisé par une étude générale sur les sols arides. La deuxième section les traits caractéristiques des sols dans la plaine de l'outaya. La troisième section traite de la salinité et la minéralogie dans la région d'étude.

Dans le deuxième lieu on va analyser les caractéristiques dans le cadre agronomique, physique, logistique, chimique et environnementale.

Dans le troisième lieu on essaie de faire une analyse et discuter les résultats obtenus et finalement le travail avec une conclusion générale sur la thématique de recherche.

*Étude bibliographique*



*chapitre I :généralité sur la salinité et les sols salins*

**I. Les sols des régions arides****A. Dans le monde:**

Les sols de la région aride se trouvent partout dans le monde, dans les continents de l'Afrique, Asie et en Australie. Ils occupent en effet le 1/3 de la surface terrestre. Leur concentration surtout en Afrique fait que 55% de la superficie est constituée de désert ou de régions désertiques à divers degrés (Balba, 1982 in Halitim), la question de désertification de ces régions se pose en terme de caractérisation du milieu mais autant en terme d'impact des actions de l'homme qui vit dans ce milieu (Khechai, 1993).

Les sols des régions arides, à climat toujours peu pluvieux, sec et très irrégulier, présentent un certain nombre de caractères presque constants: évolution lente, structure faiblement définie avec, souvent, présence de croûtes calcaires, gypseuses ou salines. Cependant, on constate que, en diverses parties du monde, les zones arides correspondent à de grandes dépressions et basses plaines aux pieds de chaînes montagneuses. Elles sont alors constituées par des dépôts de piedmont et cônes de déjection, et par les terrasses anciennes, récentes et actuelles ou de bas niveaux, des rivières qui en descendent; et on estime à l'heure actuelle qu'environ 40% des terres émergées de la planète sont arides, soit 5.2 milliards d'hectares, sur lesquelles vivent plus de 2 milliards de personnes. L'Afrique contient 37 % de zones arides.

**B. En Algérie**

présentent près de 95 % du territoire national, dont 80 % dans le domaine hyper aride (Halitim, 2008). En Algérie saharienne et présaharienne, la formation et l'évolution des sols sont essentiellement conditionnées par le climat et la salinité. Faute d'humidité insuffisante, les processus fondamentaux de la transformation des roches mères comme l'hydrolyse, la dissolution, l'hydratation ou même l'oxydation sont réduits à leur plus simple expression. L'absence de végétation ou sa rareté font également que ces sols sont dépourvus de matière organique et d'humus. Ils sont pour toutes ces raisons sensibles à l'érosion, surtout éolienne. Il convient néanmoins de préciser qu'il n'en a pas toujours été ainsi et qu'il existe au Sahara des paléosols qui se sont constitués à des époques antérieures. (Dubost, 2002).

D'après (Toutain, 1977), on peut classer grossièrement les sols du Sahara en trois (03) groupes : les sols détritiques (regs, sols sablonneux et graveleux, dunes, ergs), les sols limonoargileux (terrasses des vallées, zones d'épandage des crues Maadar...) et les sols salés

(nappes phréatiques salées, sebkha, chott). Selon Halitim (1984), les sels constituent les traits caractéristiques de ses sols et sont présents au sein de plusieurs phases:

- dans la phase liquide du sol : c'est le cas principalement des sels solubles et de la garniture ionique du complexe adsorbant.
- dans les phases salines solides représentées principalement par la calcite et le gypse. Mais comme, la cartographie des sols de la zone aride de l'Algérie est à son début et moins de 1/20 ème seulement de la surface a été levé au 1/100.000, les sols sont, généralement, classés en fonction du niveau des sels dont on trouve :

- Les sols sans accumulation de sels
- Les sols calcaires
- Les sols gypseux
- Les sols calcaro-gypseux
- Les sols salés

## **II. Les traits caractéristiques des sols dans les régions arides**

### **A. introduction:**

Avant de donner les caractéristiques propres des sols de la région d'El Outaya, nous donnerons les éléments essentiels des sols des régions arides ainsi que les éléments de leur caractérisation.

### **B. Classifications des sols salés :**

Les sols salés sont des sols dont leur évolution est due à la présence excessive de sels solubles, c'est à dire ceux qui sont plus solubles que le gypse et/ou un fort taux de sodium échangeable. Ce qui leur confère des propriétés physiques, chimiques et biologiques défavorables (USSSL.1954, CPCS. 1967). Les sols sont classés comme sols salés dès que leur teneur en sels solubles atteint 2 ‰ en sol sableux à 4 ‰ en sol argileux ou dès que la conductivité de l'extrait de la pâte saturée dépasse 4 micromhos par cm. (Aubert, 1960).

Dans ces sols, les sels solubles, le plus souvent, rencontrés sont des chlorures, des sulfates ou des bicarbonates, plus rarement on décèle des carbonates et des nitrates. Le cation le plus courant est le sodium, puis viennent par ordre décroissant le magnésium, le calcium et le potassium.

Leur classification prend en considération le niveau de la salinisation globale et de la sodicité, ainsi que l'état de dégradation de la structure du sol et on reconnaît, en général, trois (3) catégories de sols salés (Aubert, 1983) :

**a) Sols salés à structure non dégradée :**

- Sols salins ou « solontchaks » : dont la salinité globale déterminée sur pâte saturée est supérieure à 4 mmhos/cm à 25°C (classification américaine) ou à 7 mmhos (CPCS, 1967) et l'ESP inférieur à 15% (classification américaine) et à 10 % (CPCS, 1967).

- Sols salins à alcali ou sols salins- sodiques ou solontchaks- solonetz : dont la salinité globale est supérieure à 4 ou 7 mmhos/cm et l'ESP est supérieur à 10 ou 15%.

**b) Sols salés à structure dégradée :**

- Sols à alcali ou sols sodiques ou solonetz : dont la salinité globale est inférieure à 4 ou 7 mmhos/cm, et l'ESP supérieur à 10 ou 15%. Leur pH est supérieur à 8,5.

**C. Paramètres de caractérisation des sols salés :**

Tout sol qui renferme des sels solubles en quantité anormalement élevée est qualifié de « salé ». La mesure effectuée est celle de la salinité. Tout sol qui renferme du sodium échangeable en quantité anormalement élevée est qualifié de « sodique ». La mesure effectuée est celle de la sodicité. Ces déterminations font appel à des méthodes spécifiques. (Servant, 1975).

**D. La conductivité électrique CE :**

La conductivité électrique d'une solution est la conductance de cette solution mesurée entre des électrodes de 1 cm<sup>2</sup> de surface. Elle permet de déterminer la salinité globale de l'extrait de pâte saturée. Elle est exprimée en mhos/cm. Dans le cas des sols salés, elle est exprimée en mmhos/cm ou dS/m. (Baize, 1988). De plus la connaissance de la conductivité est nécessaire pour l'étude du complexe absorbant des sols salés. (Aubert, 1978). L'échelle agronomique mise au point par l'U.S. Salinity Laboratory (U.S.S.L) est graduée selon les valeurs de la CE, de 0 à 16 mmhos/cm. Selon U.S.S.L (1954), un sol considéré salé lorsque la CE est supérieure à 4 mmhos/cm.

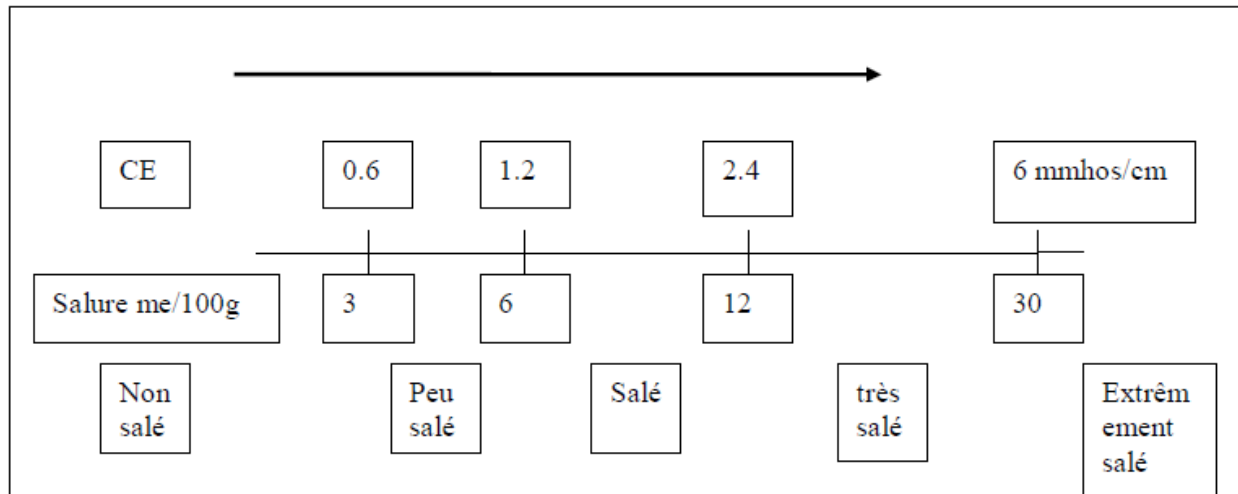


Figure 1: Echelle de la salure déterminée à partir de l'extrait aqueux 1/5

### E. La réaction du sol, le « pH » :

Le pH d'une solution est la quantité d'ions  $H^+$  libres qu'elle contient (Soltner, 1982).  $pH = 1/\log (H^+)$

Le pH se mesure sur une suspension de terre fine. (Aubert, 1978).

Le pH des sols salés dont la salinité est de type neutre c'est à dire quand elle est due à des sels de bases et d'acides forts (chlorures, sulfates, de sodium, de calcium, de magnésium), reste inférieur à 8,5 et le sol est basique.

Si la salinité est en revanche due à des sels de bases fortes et d'acides faibles, ce qui est le cas des bicarbonates ou des carbonates de sodium, le pH est au dessus de 8,5 et peut atteindre 10, et le sol est alcalin.

Le pH peut dépasser 10 après une précipitation du carbonate de calcium, les ségrégations salines sont fortement sodiques et renferment des sols alcalins ( $NaHCO_3$ ,  $Na_2CO_3$ ,  $Na_2SO_4$ ). (Servant, 1975).

Un pH compris entre 8 et 9 est retenu, généralement, comme limite de la dégradation de la structure. (Aubert, 1983).

**F. La composition ionique de la solution du sol :**

Afin de connaître la concentration en anions solubles ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{--}$  et  $\text{HCO}_3^-$ ) et en cations solubles ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ), 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  $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{--}$  pour classer les solutions du sol (Servant et Servat, 1966). Elle sert aussi à calculer le SAR (Sodium Adsorption ratio) qui exprime le pouvoir de sodisation de la solution du sol.

Tableau 1: Nature de la salinisation selon  $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{--}$ .

$\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{--}$	>5	Salinisation Chlorurée
	1-5	Salinisation Chlorurée-sulfatée
	0,2-1	Salinisation Sulfato-chlorurée
	<0,2	Salinisation sulfatée

**A. Le SAR « Sodium Adsorption Ration »:**

Dans l'étude de mécanisme de sodisation, l'Ecole de Riverside, au USA (1969) utilise un paramètre précis pour définir la composition des solutions du sol ou des nappes salées ; il s'agit de SAR « Sodium Adsorption Ration » (Mathieu et Pieltain, 2003).

Le SAR est calculé selon l'expression suivante :

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

( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ), représentent les concentrations en milliéquivalents/litre dans la solution du sol ou dans l'eau d'irrigation).

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  $SAR > 26$ .

### **B. 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).( Abeche, 2001). De nombreuses recherches ont essayé d'établir une relation entre le SAR et ESP, celle de l'USSSL (1954) s'écrit de la façon suivante

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

### **C. Sols de la plaine d'El-Outaya**

En 1980 et 1984, l'ANRH a réalisé une étude pour inventorier les ressources en sols (inventaire 1963-2001). Pour l'El Outaya, elle a trouvé qu'en 1980, 10667 ha des sols irrigués par les trois différentes catégories des eaux. (Voir annexe N°5). En 1984, 3286 ha. La somme est de 13953 ha des sols irrigables considérés aptes à la mise en valeur hydro-agricole sur la base de leurs propriétés physico-chimiques, ainsi que différents facteurs naturels (géomorphologie, topographie, climat,...) (Anonyme, 2001).

Les sols de la région d'El Outaya sont de textures variables mais généralement fines, ils sont d'apports alluviaux plus ou moins salés ou sodiques (sols peu évolués et halomorphes selon la CPCS). Ces sols sont basiques (pH entre 7.4 et 8.6) avec un taux de matière organique, généralement faible (entre 0.3 et 3.1 %) très excessivement calcaires (de 26.6 à 63.6 %) et gypseux à très gypseux (de 6.3 à 28.6 %). Aussi, ils sont non salés à excessivement salés (CE de la pâte saturée de 0.4 à 57.8 mmhos / cm) et non sodiques à excessivement sodiques (SAR varie de 0.4 à 67.3) (Benaouda et al, 2008).

Sous-classe	Groupe	Sous-groupe	Superficie (ha)	Pourcentage %
Non climatique	D'apport alluvial	Modaux	894	2.68
Non climatique	D'érosion	régosoliques	1625	4.87
	D'apport alluvial	Modaux	4731	14.20
		halomorphes	2800	8.40
	D'apport colluvial	Modaux	325	0.97
		halomorphes	1775	5.33
Sols à structure Non dégradée	Sols Salins	Modaux	7725	23.19
Sols à structure dégradée	Sols à salins à alcalis	Sols fortement salés à structure massive et diffuse en surface	12200	36.63
		halomorphes	1225	3.68
		<b>Total</b>	<b>33300</b>	

**Tableau 2:**Tableau récapitulatif des différents types de sols de la plaine d'El Outaya, (lezzar, 1980).

#### D. Les principaux types de sols en zone aride

Dans ces régions les études pédologiques restent très limitées et les sols sont insuffisamment connus. Cependant les travaux cartographiques réalisés ont permis de montrer la grande extension des sols à encroûtement calcaire, gypseux et les sols salés.

Cependant il apparaît que les sols de la zone aride d'Algérie sont diversifiés et se répartissent selon la classification française (CPCS, 1967) en 8 classes :

les sols minéraux bruts,

les sols peu évolués,

les sols à sesquioxides de fer,



les sols isohumiques,

les vertisols,

les sols calcimagnésiens,

les sols salés,

les sols hydromorphes

Mais cette diversité ne doit pas cacher leur caractère principal et quasi-général : le rôle que jouent les sels au sens large du terme (le calcaire, le gypse et les sels solubles).

### **III. La salinité :**

En zone aride et concerne la salinité des eaux de la nappe du mioplio- quaternaire de la plaine d'el- outaya (région de biskra au sud algérien). Cette plaine est le résultat d'un remplissage néogène qui repose en discordance sur tous les terrains antérieurs ozoïques et paléogènes. Le trias avec son diapir de sel reste un élément très important dans cette plaine par sa composition lithologique et ses contacts anormaux avec les autres formations. Le contact de l'aquifère étudié avec le substratum se fait soit par des conglomérats, soit par des argiles. L'hétérogénéité de la nappe du mio-pliocène se caractérise par la présence d'argile dans des proportions variables. L'évaporation dans la région est très intense et consomme la majorité des précipitations. La combinaison entre les outils, géologique, géophysique, statistique et chimique dans l'étude du problème de la salinité permet de déterminer l'origine et l'évolution dans l'espace de cette dernière. Les analyses effectuées indiquent la présence en fortes concentrations des éléments  $Ca^{2+}$ ,  $Na^+$  et  $Mg^{2+}$ . Dans la partie nord et ouest, les eaux sont caractérisées par un faciès chloruré sodique (influence de la halite), à test, le faciès sulfaté magnésien domine (influence du gypse). Entre ces deux faciès, on note une zone où les eaux sont mixtes, caractérisées par un faciès sulfaté sodique (échange de base). L'interprétation thermodynamique a permis la détermination de l'influence des minéraux évaporitiques à des degrés variables dans la composition chimique des eaux. Ces minéraux sont à l'origine de la salinité des eaux de la région. Les minéraux carbonatés se trouvent sursaturés dans l'eau (brinis et al, 2009).

**E. Salinisation primaire :****A. Salinisation géologique :**

Les sels solubles peuvent provenir : • Soit de l'altération des roches contenant des minéraux sodiques potassiques et magnésiques. En région arides et semi-arides, ces sols se concentrent sur place ; dans les dépressions fermées. • Soit de dissolution des évaporites contenant des chlorures, des sulfates, etc., les évaporites se localisent essentiellement dans les bassins élémentaire (Trias, terrains et quaternaire). • Soit de l'altération des roches volcanique (Servant, 1975).

**B. Salinisation marine et lagunaire :**

L'origine des sels peut se trouver dans les dépôts lagunaires ou matériaux salés plus ou moins récents qui peuvent être eux-mêmes des roches mères des sols et fournir leurs sels aux oueds qui les transportent jusqu'aux nappes superficielles plus ou moins profondes sous les sols des vallées et basses plaines ou les déposent à leur surface (Gaucher et Burdin ; 1974). La salinisation d'origine géologique, marine ou lagunaire correspond à une salinisation liée au fonctionnement naturel des terrains, sous l'influence du climat, de l'altération des roches, de dynamique des eaux. D'après Szablocs (1986) et la FAO cité in Robert (1996), la superficie totale concernée par cette salinisation naturelle est proche de mille millions d'hectares (995 ha) soit près de 5 % de la surface du globe.

**C. Salinisation secondaire :**

Dans les zones à climat aride et semi- aride, la pratique de l'irrigation représente l'une des plus importantes causes de la salinisation secondaire. Actuellement il y a environ 350 millions d'hectares irrigués dans le monde (Szablocs, 1994). Ces chiffres sont susceptibles d'être augmentés à l'avenir.

En effet, Hamdy et al (1995) ont constaté que les terres irriguées affectées par la salinité correspondent à 27% de la surface irriguées dans le monde. Plus de la moitié des terres irriguées du monde sont salées, sodiques ou sujettes à l'engorgement. Cette menace selon chevery (1995) occasionne, chaque année des pertes de terres variables selon les auteurs de 10- 12 millions d'hectares. En Algérie, près de 10-15 % de terres irriguées, sont concernées par ces problèmes. Bien que le problème d'alcalinisation, selon Daoud et Halitim (1994) ne se pose plus, on estime que les terres salinisées seront difficilement récupérables.

**IV. La minéralogie :****D. Introduction :**

Le mot argile vient du grec Argilos dérivé de Agros qui veut dire blanc, il semblerait que c'est la couleur des matériaux utilisés en céramique qui conduisit les anciens à lui donner ce nom (caillar et henin, 1963).

Les sols constituent généralement des ensembles meubles qui résultent de l'évolution superficielle des roches, habituellement anhydres, massives et cohérentes, constituant l'écorce terrestre (lithosphère).

Les argiles dans le sens le plus général sont de ce fait les minéraux spécifiques des sols.

**E. Les grands types d'altération et les argiles qui leur sont associées :**

Dans tous les cas, les phénomènes biogéochimiques de l'altération conduisent à une libération partielle ou totale des éléments et à leur transfert en solution, en sorte que la composition chimique du niveau en voie d'altération est tout à fait différente de celle de la roche de départ. Mais à partir de là, on peut distinguer deux grands cas, suivant qu'une partie des éléments libérés restent indépendants ou bien se recombinent pour engendrer des minéraux secondaires caractéristiques (argiles s.l.) qui vont alors constituer le plasma ; les minéraux primaires non altérables ou non altérés formant le squelette (pédro, 1983).

**A. Altération aplasmogénique :**

L'évolution n'entraîne pas la formation de minéraux secondaires (plasma) et même provoque la destruction des constituants secondaires pouvant exister à l'origine dans la roche. L'évolution atmosphérique se présente alors comme une solubilisation pure et simple, en sorte que le niveau superficiel en voie de transformation (horizon A) sera formé in fine de minéraux primaires non ou peu altérables (quartz par exemple). Il ne correspond donc pas à proprement parler à une « altérite », mais à un résidu d'altération ; d'où l'individualisation de sols à profils fortement différenciés. Le processus d'altération, qui correspond dans ce cas à une action physico-chimique prépondérante, pourra être caractérisé d'après la nature de l'attaque ; à la surface du globe, on peut en dénombrer trois principalement :

— une attaque fortement acide et complexante sous l'influence d'acides organiques (« acidocomplexolyse ») ex. : podzols ;

— une attaque initiale fortement alcaline due la plupart du temps à une intervention de solutions carbonatées sodiques, avec dissolution préférentielle de l'aluminium et aussi de la silice («alcalinolyse») — ex. : solods ;

— enfin une attaque des argiles susceptible de se produire à l'interface des milieux alternativement ennoyés et ultradesséchés, et résultant de l'action de cations fortement acides, tels Fe (il s'agit de la « ferrolyse » de Brinkmann, 1970) — ex. : planosols.

### **B. Altération plasmogénique**

L'altération se traduit dans ce cas par l'apparition de minéraux nouveaux et caractéristiques (argiles) qui constituent le plasma du sol. Le niveau en voie d'évolution est ici une véritable « altérite ». Tout le problème consiste alors à déterminer les différentes modalités qui président à l'individualisation des principaux constituants secondaires (Pédro, 1966, 1968, 1970 ; pédro et delmas, 1980), en s'appuyant à la fois sur le degré d'altération (altération massive ou ménagée) (pédro et al, 1975) et sur l'origine cristallogénétique des argiles (néoformation ou transformation).

### **C. Altération massive :**

Production d'argiles de néoformation Dans les climats chauds et humides par exemple, l'altération qui se développe sous l'action d'eaux plus ou moins chargées en CO<sub>2</sub> (hydrolyse) est intense, ce qui conduit à la destruction rapide des minéraux altérables et à la néoformation massive de minéraux secondaires (argiles et hydrates ferriques). Naturellement, plusieurs minéraux peuvent apparaître suivant le degré de l'hydrolyse et la nature des matériaux subissant l'évolution (tabl. IV). A partir de là, il devient tout à fait possible de caractériser un certain nombre de grands types de sols (tabl. V).

### **D. Altération ménagée :**

Individualisation d'argiles de transformation Dans les climats aux hydrolyses moins agressives, soit parce qu'ils sont humides mais plus froids, soit du fait qu'ils sont chauds mais assez arides, l'altération est de type ménagée avec maintien pendant longtemps dans les horizons de minéraux altérables et individualisation discrète d'argiles. Dans ce cas, le plasma argileux provient (pedro, 1984) essentiellement d'un héritage des phyllites de la roche-mère, celles-ci pouvant subir naturellement au cours de l'évolution des phénomènes de transformation (inter et intrafoliaire) en phase solide. Ceci revient à dire que les néoformations au sens strict n'occupent ici qu'une place mineure (pédro, 1976) et ne concernent que les hydrates ferriques indépendants,

les constituants humiques, le carbonate de calcium ... Les phyllites héritées de type 2/1 étant souvent présentes, la différenciation ne peut alors se faire que d'après la garniture ionique (nature et degré d'hydratation des éléments en position interfoliaire : Ca, Na, H, AlOH ...) et l'apparition de minéraux non silicatés :  $\text{CaCO}_3$  par exemple. En milieu hydrolytique avec maintien in situ du fer et de l'alumine, on peut avoir, en allant vers les milieux les plus arides et les plus fermés, les associations suivantes : [phyllite 2/1]\* Ca [phyllite 2/1] Ca -  $\text{CaCO}_3$  [phyllite 2/1] (Na, Ca) -  $\text{CaCO}_3$  Il s'agit de la bisiallisation apparente (Paquet, 1970) correspondant à toute une série de types de sols (tabl. V). Quant aux conditions correspondant à une acidolyseménagée, elles aboutissent à une redistribution de l'aluminium et à l'individualisation de phyllitesaluminisées (vermiculites Al - intergrades ...) du type : [phyllite 2/1] AlOH qui sont caractéristiques des sols podzoliques et des sols bruns acides (tabl. V) : c'est V aluminosiallisation.

## **Etude expérimentale**

## ***Chapitre II: Etude du milieu naturel***

## **I. LOCALISATION:**

### **E. Situation géographique**

La plaine d'el-outaya, au nord-ouest de la ville de biskra, fait partie de la zone des zibans (versant sud des aurès) et s'étend sur environ 330 km<sup>2</sup> (33300 ha). Elle constitue une entité géographique propre formant une cuvette presque fermée. Elle est limitée : au nord par les djebels melah, meddiane et magraoua.

A l'est par l'oued branis et djebel mohar. Au sud par djebels oum djenib, gouara et aroussine avec au sud-est dj. Bourhzal. A l'ouest par djebels rebaa, ed deba et ksoum.

Les coordonnées géographiques en plan de l'outaya est: 35° 02' 00" nord, 5° 36' 00", et la superficie: 409,08 km<sup>2</sup>.

### **F. Hydrographie et relief :**

La plaine de l'outaya est traversée du nord au sud par l'oued biskra qui prend sa source de l'oued el hai, ce dernier reçoit d'elkantara les affluents de l'oued tilatou et oued fedhala, eux même prennent naissance dans les montagnes au sud de batna .

Par ailleurs oued el hai, après la traversée de l'anticlinal des bény frah (djebel felig, dj.megrouna et dj.el malah ) prend le nom de oued biskra et continue vers le sud traversant la plaine et contournant djebel boughzezal pour finir plus au sud dans le chott melrhir.

Dans cette traversée , il draine un des principaux affluents sur sa rive gauche , oued branis ( nommé à l'amont oued abdi ).

- Cependant la plaine est formée par les terrasses de l'oued el hai est limitée au nord par djebel metlili, à l'est la chaîne des aurès, au sud de djebel boughzal et à l'ouest merrizane et les monts du zab plus loin .

- Les terrasses des oueds présentent une topographie où la pente est très douce 0,6% du nord au sud , l'altitude passe progressivement de 280 à 200 mètres.



## II. Géologie :

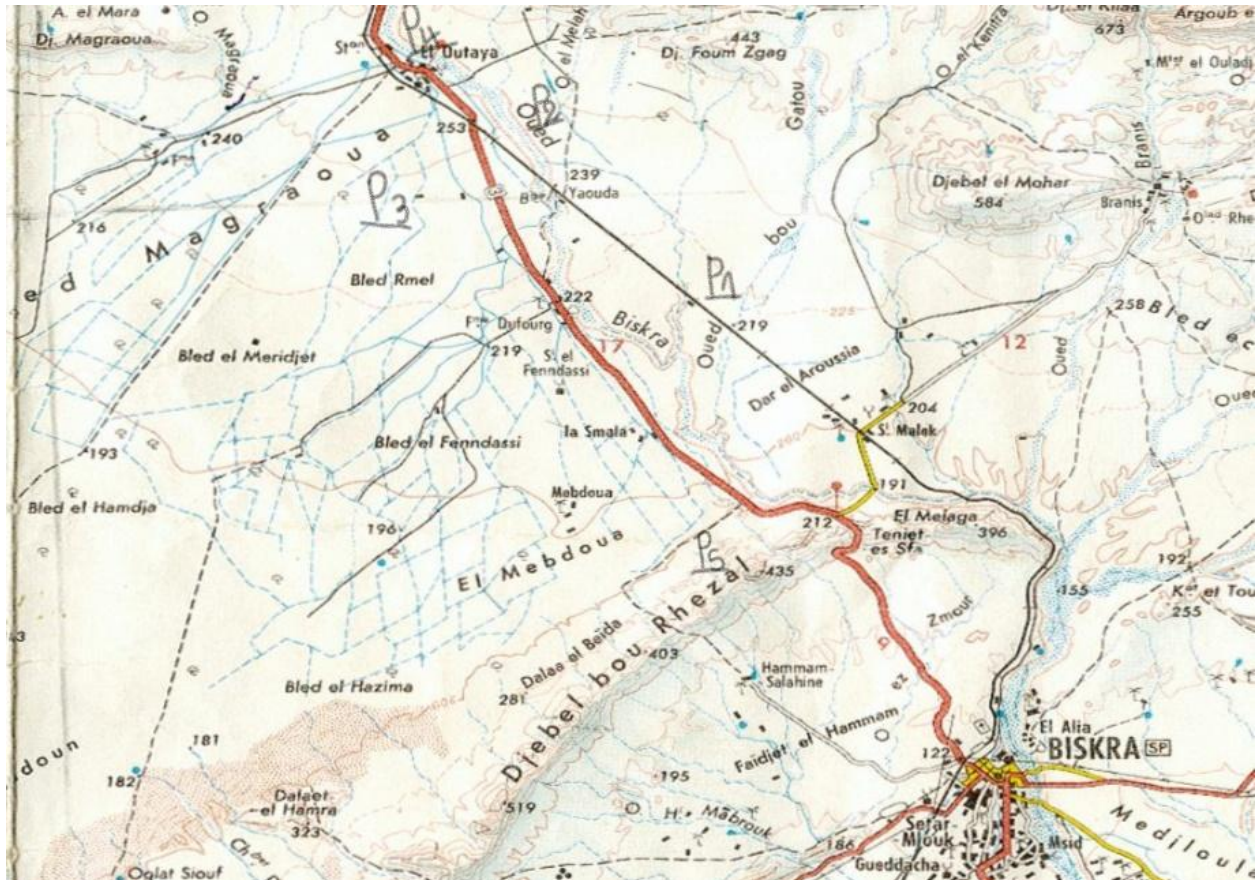


Figure 2: Répartition des profils sur la zone d'étude .

**P** : Profile .

### G. Géologie régionale :

Selon Abdelkader M (2013), les point de vue géologique, la région de Biskra représente un pays de transition structurale et sédimentaire, au Nord c'est un pays montagneux, tandis qu'au Sud, c'est un pays effondré, qui fait partie du Sahara Septentrional. Le passage entre ces deux domaines distincts se fait par l'intermédiaire d'un ensemble de flexures, de plis-failles et de failles, d'orientation Est-Ouest, appelées « accidents sud atlasiques ».

## **H. Stratigraphie :**

### **A. Le Trias:**

Le Trias constitue les plus anciennes formations reconnues dans la région. Il se rencontre en position stratigraphique anormale ou éjectée au sein des séries encaissantes à la faveur des cassures. Il est formé d'argiles (bariolées ou violettes) gypsifères et salifères à cristaux d'aragonite, d'anhydrite, de quartz bipyramide ou encore d'hématite dues à des transformations secondaires et englobant des amas de roches diverses de l'ensemble de la couverture post-triasique.

Il se manifeste en un grand dôme à EL Outaya (Dj. El Melah) où il est associé à des lambeaux dolomitiques liasiques ou en petits filaments d'argiles bariolées (Fontaines des Gazelles, Branis et Djemora), boudjema,(2015)

### **B. Le Jurassique:**

Lias:A l'Ouest de l'Aurès (Atlas saharien oriental), il est représenté par des calcaires jaunes et bleus à Bélemnites et Foraminifères du Toarcien inférieur (Flandrin, 1952), ils représenté par un Lambeau liasique au sud du dome de sel constitué par des dolomis brichoides, BOUMARAF(1995).

### **C. Crétacé:**

#### **c) Crétacé inférieur :**

##### **i. Barrémien :**

représenté par des grés rouges avec quelques intercalations argileuses, sa puissance est de 50mètres.

##### **ii. Aptien**

compose d'argile, marne multicolore , anhydrites ,calcaire dolomitique et dolomites , sa puissance est de 60 m.

##### **iii. Albien:**

il présente des grés rouges ou gris avec des intercalations d'argile rouge sa puissance est de 250 m.

#### **d) Crétacé supérieur :**

Le crétacé supérieur forme l'essentiel des affleurements

mésozoïques dans la région. Il est bien développé dans le massif de l'Aurès et ses régions limitrophes.

Il présente d'importantes variations de faciès et d'épaisseurs.

##### **i. Le Cénomaniens :**

Il est représenté par une épaisse série marine, avoisinant les 700 m d'épaisseur, Manocalcaire, à sa base et marneuse à son sommet. Dans la partie occidentale de l'Aurès (Djebel Metlili, El Kantara), il est formé d'alternances de calcaires gris jaunâtres à violacés, de marnes et de calcaires marneux à passées lumachelliques que surmontent des calcaires dolomitiques à orbitolines ou des dolomies blanches saccharoïdes.

Caractérisé par des calcaires cristallins, calcaires marneux avec des intercalations marneuses et gypseuses, il a une puissance de 500m.

##### **ii. Turonien :**

il présente des calcaires cristallins, calcaires marneux et calcaires dolomitique. Sa puissance est de l'ordre de 200 à 300 m.

##### **iii. sénonien inférieur :**

représenté par des calcaires gris ou blans alternant régulièrement avec des marnes grisâtres parfois gypseuses. Sa puissance est variable (200 à 400 m).

##### **iv. Sénonien supérieur :**

(comanien et maestrichiens)

Au nord-est, il est fait de calcaires cristallins et dolomitiques maestrichiens reposant sur les marnes campaniennes. A l'ouest et au sud-ouest, il est composé de calcaires cristallins et dolomitiques maestrichiens et campaniens avec des intercalations marneuses et gypseuses.

## **D. Paléogène (numulitique):**

### **a) Eocène inférieur:**

y pésien: constitué d'une succession de blancs de calcaires crayeux, de dolomites argileuses et des marnes blanches, quelques passes de gypse au sud-ouest, et de quelques silex noirs. sa puissance varie de 150 à 200 m.

### **b) Eocène supérieur moyen:**

Lutétien: représenté par une alternance d'argiles, e gypse, d'anhydrites et de calcaires dolomitiques.

## **E. Néogène:**

### **a) Miocène supérieur**

Messinien:

Pontien: compose d'argiles, marnes multicolores, sable et graviers et calcaire.

### **b) Pliocène:**

constitué de poudingues, banc de grès et argiles sableuses à proximité des massifs passant à des couches rouges sableuses et gypseuses dans la plaine.

## **F. Le quaternaire:**

### **a) Récent:**

fait de cailloutis et éboulis au pied des montagnes de dunes de sable, ainsi que d'alluvions sableuses et caillouteuses des lits actuels des oueds.

### **b) Moyen:**

compose essentiellement de (deb-deb) calcaire-gypseux, des travertins de sources et d'alluvions sableuses et argileuses de la plaine.

### **c) Ancien:**

constitué par des poudingues près des montagnes, ensuite par des dépôts sableux et argileux, boumaraf (1995).

## **G. Tectonique:**

Selon boumaraf(1995) Après la sedimentation continue du barréments, terme le plus ancien dans la region jusqu'à l'éocène moyen, les premiers mouvements orogéniques ont eu lieu, ces derniers ont provoqué d'abord de faible ondulations de direction N-E/S-O, ensuite des plissements accentués de direction E-N-E/O-S-O, (anticlinal de boughezal au flanc sud diverse par les poussées tectoniques très voilentes et éventré par l'érosion très active ).Une deuxième phase orogénique s'est produit à la fin du pliocène de direction E-O qui suréleva les anticlinaux pré-existants et redressa leurs flancs, le quanternaire est caractérisé par une erosion plus active que l'alluvionnement ou les depots pliocènes sont partiellement détruits et les produits de lessivage sont transportés par les crues des oueds vers le sud-ouest dans les regions des grands chotts.

## **H. Géologie locale:**

Selon (Gouskov,1964) ,la zone d'étude est située dans la région du dôme de sel du djebel El Malah qui correspond au pointement triastique le plus important de l'afrique du Nord.

Les formations encaissent le trias dans cette région sont datées crétacé et pliocène (fin du secondaire et début du tertiare) , ce sont des marnes et des calcaires à intercalations gypseuses avec des recouvrements quaternaires ou formations superficielles récentes composées de dépôts sableux et argileux que l'on trouve dans les grande plaine et sur les piédements ou notre terrain d'étude en fait partie.

Les terrasses du quaternaire ancien sont bien développées dans les régions montagneuses en venant de l'Oued Biskra, elles sont formées exclusivement par des poudingues qui sont remplacés progressivement par un dépôt sableux et argileux se confondant avec les dépôts oliocènes sous-jacents.

## **III. Géomorphologie:**

### **1. Géomorphologie régionale :**

La région de biskra constitue transition entre les domaines atlastiques plissés du nord et les étendues planes et désertique au sud. Au sud elle se présente comme un piémont sans relief caractérisée par une pente douce. Des dépôts grossiers au pieds des reliefs est caractérisé par le développement d'une vaste plaine incisée par des oueds qui viennent des monts de l'atlas et s'amenuisent dans la grande dépression du chott Melrhir ( COSKOV,1964).

## **2. Géomorphologie locale :**

La plaine d'El Outaya qui fait partie du sous bassin versant de l'Oued El Hai est un glacis en pente douce, se situant au pied de l'Aurès, à des altitudes qui varient entre 250 et 180 mètres.

Des thalwegs sillonnent la plaine, en creusant des ravins, atteignant jusqu'à 3 mètres de profondeur, mettant à nu la nappe du gravier, (boudjema,2015).

## **IV. Hydrogéologie**

### **Introduction :**

Selon boudjema,(2015), La plaine d'El Outaya présente, à ce jour un déficit de connaissances sur le plan hydrogéologique, malgré le nombre important de forages réalisés.

Les unités aquifères principales dans la plain de l'outaya est :

#### **1. La nappe calcaire :**

Le réservoir de cette nappe est constitué essentiellement de calcaire de l'Eocène inférieur et du Sénonien Supérieur, l'alimentation de cette nappe se fait par deux zones d'affleurement de l'Eocène inférieur, le premier à l'Ouest de Doucen et Ouled Djellal, le second au Nord de Tolga entre Foughala et les versants de la plaine de L'outaya ( Anonyme,1974).

#### **2. La nappe profonde :**

Cette nappe n'est pas exploitée dans la zone d'étude, souvent appelée albienne, elle est caractérisée par une température de 56°C et une teneur en sels de 1,7 et 2g/l.

Le niveau aquifère capte la nappe à 150-200 mètres d'épaisseur, cependant malgré le taux élevé pour l'exploitation de cette nappe à 150-200 mètre d'épaisseur, cependant malgré le taux élevé pour l'exploitation de cette nappe, elle reste rentable pour l'irrigation des palmeraies (Boumaraf,1995).

#### **3. LA nappe phréatique :**

La plupart des eaux de cette nappe entre dans la catégorie « salée » ou « très salée », l'accumulation des sels dans les horizons supérieurs et dans la nappe libre due à la prédominance d'une intense évaporation, ces eaux ont une teneur en sels de 5 à 15g/l (anonyme,1974).

## Conclusion :

La plaine d'El Outaya est le siège d'un vaste système aquifère, où s'individualisent trois unités hydrogéologiques qui sont : les calcaires fissurés de l'Eocène inférieur, les formations détritiques du Mio-Pliocène et les dépôts alluvionnaires du Quaternaire (BOUDJEMA,2015).

## V. Climat:

### Introduction:

Selon (guehiliz,2016) Le climat est un ensemble fluctuant de phénomène météorologique (Rogre, 2006). Les caractéristiques climatiques de la région de Biskra sont obtenues à partir des données de la station météorologique de Biskra (O.N.M, 2014), pour une période s'étalant de 1992 à 2014.

1. L'étude climatologique :

#### A. LA pluviométrie :

Selon Boujama (2015) : à pour but de donner une idée sur le régime pluviométrique du secteur d'étude et l'importance de sa variabilité dans l'alimentation des eaux souterraines.

Concernant le bassin versant de l'oued El Haï-Biskra, la station d'El Outaya présente la seule source de données pluviométriques, mais malheureusement elle présente des périodes d'arrêt et de dysfonctionnement sur une longue durée, ce qui rend les données de cette station inexploitable.

Par contre, la station de Biskra est marquée par son fonctionnement régulier, continu pendant de longues années et vu sa proximité de la zone d'étude ce qui favorise l'exploitation des données de cette station. Les caractéristiques de ces deux stations sont consignées dans le Tableau06.

Tableau 3:Caractéristiques des deux stations pluviométriques (A.N.R.H, 2013)

Station	Code ANRH	Coordonnées		Altitude	Observations
Biskra	06-14-16	05°44'34"	34°51'17"	85	Fonctionnelle
l'outaya	06-12-05	5° 36' 0"	35° 1' 60"	275	A l'arrêt depuis l'année 1999

(Source : BOUDJAMA,2015)

Année	Biskra	El Outaya	Année	Biskra	El Outaya	Année	Biskra	El Outaya
1970	81,1	73,8	1981	114,7	70	1992	202,8	44
1971	223,3	183,5	1982	89,6	107	1993	78	33,2
1972	196,2	168,6	1983	87,2	82,8	1994	121,2	61,3
1973	95,9	66,3	1984	159,4	149,8	1995	212,9	82,8
1974	83,5	75,2	1985	96,9	98,4	1996	116,2	47,1
1975	181,2	119,6	1986	149,5	130,3	1997	169,3	64,7
1976	109,9	212,1	1987	50,2	80,6	1998	96,4	46,6
1977	65,6	66,6	1988	97,5	89,2	1999	124,5	37,2
1978	97,5	100,5	1989	77,7	76	2000	88,9	34,2
1979	99,7	102	1990	127,2	48,1	2001	55,5	81,9
1980	116,2	90,5	1991	133	38			

*Tableau 4: Précipitations moyennes annuelles aux stations de Biskra et El Outaya. Période 1970-2001*



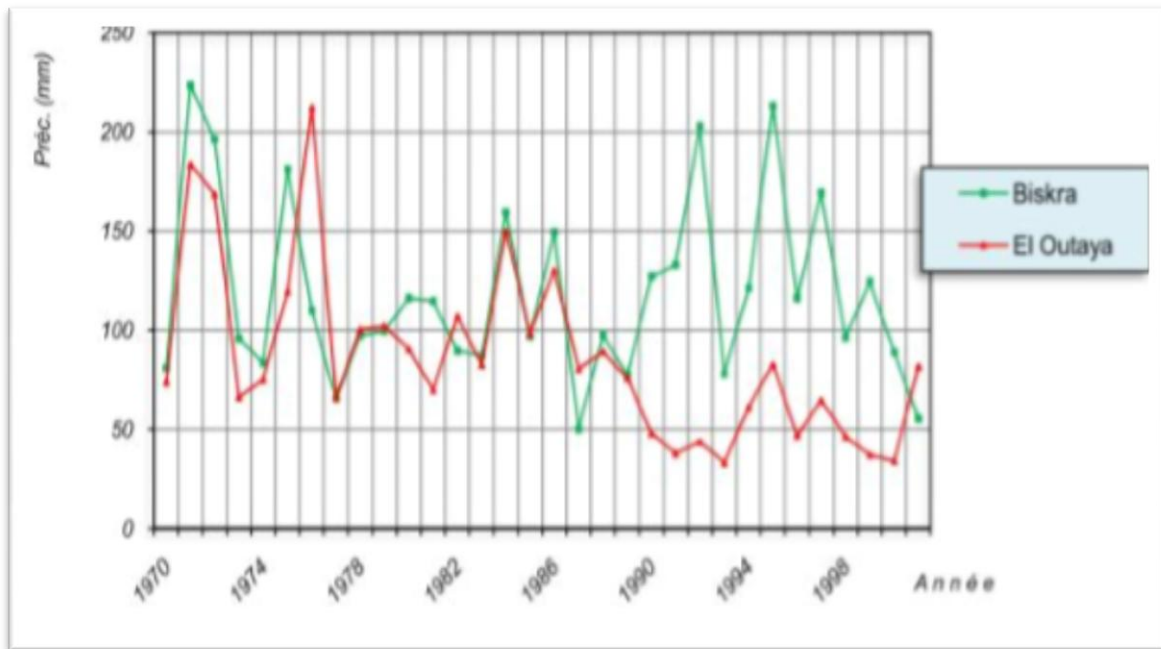


Figure 3: Répartition des précipitations annuelles .Stations de Biskra et El Outaya. Période (1970-2001)

Pour la période est de 0.435% :

Le coefficient de corrélation entre les précipitations enregistrées dans les deux

Stations est le meme, ceci atteste d'une corrélation médiocre. Ce résultat ne

permet par conséquent ni de combler les lacunes relevées à la station d'El Outaya ni de procéder à une extension de cette série.

### **B. Etude des Températures :**

La température est le second facteur, après la précipitation qui conditionne le climat d'une région. Elle permet aussi d'estimer le déficit d'écoulement. La température moyenne annuelle est de 22.57 °C. Le tableau 11, donne les températures moyennes mensuelles pour une période de 21 ans (1974-2013).

Mois	Jan	Févr	Mar	Avri	Mai	Jua	juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Moyenn
s		i	s	l		n		t	t	o	e		e
T (°C)	11.8	13.6	17.1	20.7	25.6	31.1	34.1	33.8	28.7	23.1	16.4	12.6	22.4

Tableau 5:Températuresmoyennesmensuelles (1974-2013).

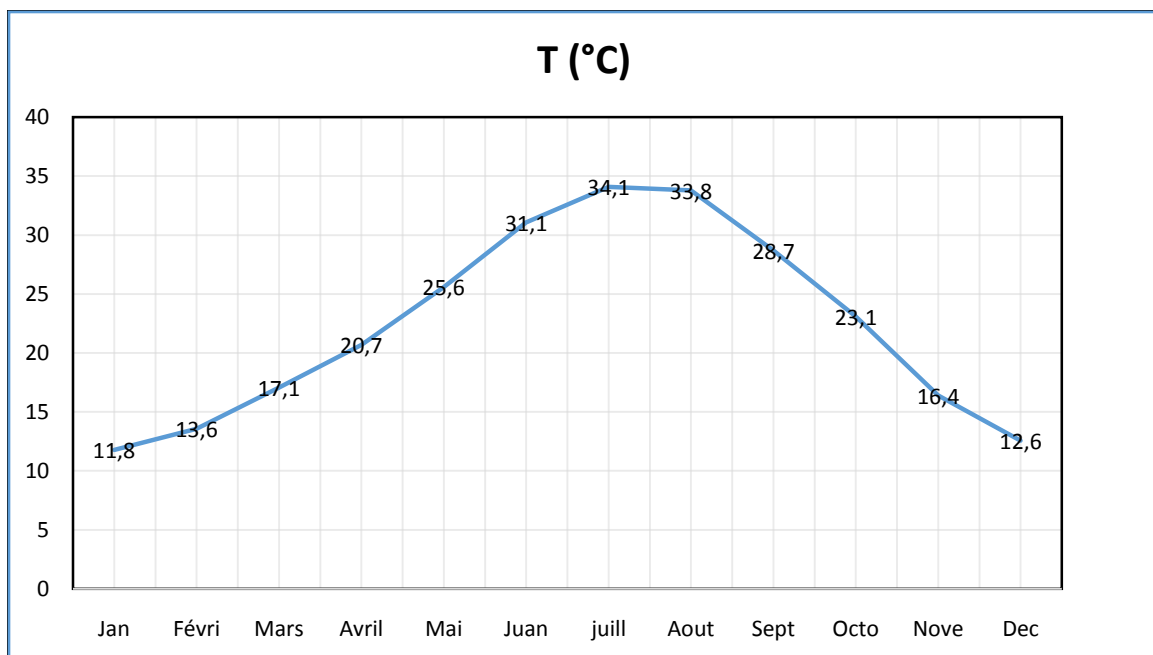


Figure 4:Variation mensuelle des températures, à la station de Biskra (1974/2013)

On note que la température moyenne mensuelle la plus élevée est celle du mois de Juillet (34.10°C), alors que la température la plus basse est celle du mois de janvier (11.8°C) (fig.37).

### C. L'évapotranspiration :

Selon Boudjama(2015), L'évapotranspiration: est la restitution de l'eau sous forme de vapeur de la surface terrestre quelque soit sa nature (sols, végétaux et eaux libres) à l'atmosphère.

Il est utile de distinguer entre la notion d'évapotranspiration potentielle ETP, qui est la quantité d'eau nécessaire à la transpiration non ralentie, d'un tapis végétal couvrant entièrement le sol et alimenté régulièrement en eau. Elle commande les excès et les déficits des régions humides ou arides, l'évapotranspiration réelle ETR c'est le retour de l'eau à l'atmosphère sous forme de vapeur, elle résulte de deux phénomènes ; l'un physique (évaporation) et l'autre biologique (transpiration).

Station	P (mm)	T (°C)	L	ETR (mm/an)	Ecoulement (P-ETR) (mm)
Biskra	121.89	22,57	889.72	127.16	-

Tableau 6:Evapotranspiration réelle et écoulement moyen annuel, pour la station de Biskra (1974/2013)

Pour avoir les résultats d'application de cette Méthode, sur la station de Biskra qui perm de conclure que cette méthode est inapplicable sur cette zone d'étude pour déterminer l'évapotranspiration réelle, car la valeur obtenue est supérieure à celle des précipitations.

#### **D. Indices climatiques :**

##### 2. Indice d'aridité:

L'aridité peut s'exprimer quantitativement par différents indices d'aridité conventionnels et empiriques. La plupart, sont est un simple rapport hydro-thermique, fondé principalement sur des grandeurs moyennes de précipitations et de températures, qui sont utilisées pour définir les degrés d'aridité .Ils ont été proposés par des climatologues, des morphologues, des géographes, des botanistes. Les plus connus, sont ceux de E. De Martonne (1926), L. Emberger (1932), C.W. Thornthwaite (1948), J. Dubief (1950), R. Capot-Rey (1951), H. Gaussen, F. Bagnouls (1952) et P. Birot (1953). Suivant l'ampleur du déficit hydrique déterminant, plusieurs degrés d'aridité peuvent être différenciés, se définir par des classes d'indices d'aridité convenues et recevoir des qualifications particulières, applicables à des

zonalités climatiques. Il est devenu classique de distinguer trois degrés dans l'aridité : • Hyper-aride, • Aride, • Semi-aride.

**\*Indice d'aridité annuel de De. MARTONNE :**

De Martonne (1923) a défini un indice appelé « indice d'aridité annuel » « I », donné par :

$$I = \frac{P}{T + 10}$$

Avec : P : Précipitations annuelles moyennes (mm). T : Températures annuelles moyennes (C°).

Classification des climats, en fonction de la valeur de l'indice de De Martonne :

I<5: Climat hyper-aride

5<I<10: Climat aride.

10<I<20: Climat semi-aride

20<I<30: Climat semi-aride

I>30:Climat humide.

Le tableau (12) montre la température moyenne annuelle, la précipitation moyenne annuelle, et l'indice d'aridité calculé pour la station de Biskra, sur la période (1992-2012).

Tableau 7: Indice de l'aridité.

P (mm)	T (C°)	I
173.05	22.57	<b>5.31</b>

Le résultat du calcul de l'indice de DE MARTONNE, est conforme aux valeurs attendues pour la zone de climat aride (figure 13).

**\* Indice d'aridité mensuel de De. Martonne :**

Un indice d'aridité peut être calculé par mois : Il est défini par :

$$a=12p/(t+10)$$

p: précipitations mensuelles moyennes (mm)

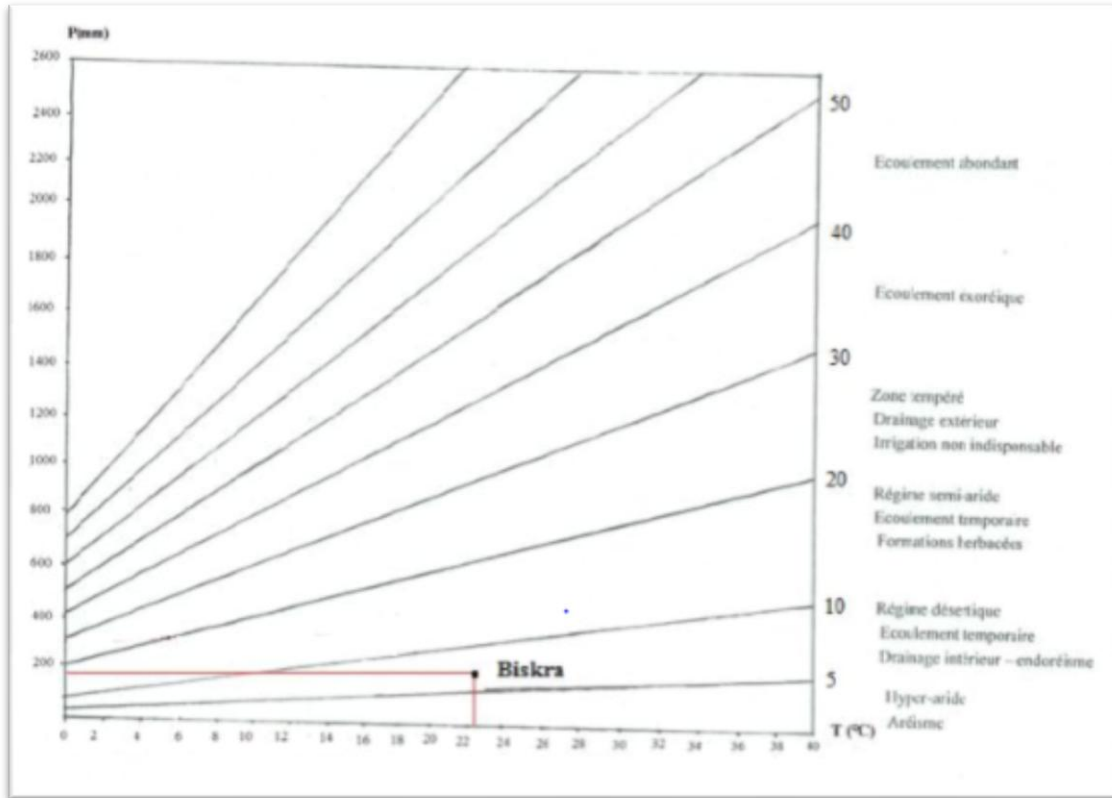
t : températures mensuelles moyennes(C°)

Les valeurs de l'indice d'aridité mensuel sont reportées au tableau n° 13.

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
P (mm)	19,69	8,50	21,75	15,67	10,27	3,38	8,17	2,08	30,94	14,87	20,50	17,24
T (°C)	11,65	13,36	17,18	20,89	26,41	31,54	34,59	34,15	28,81	23,31	16,49	12,42
a	10,91	4,36	9,60	6,09	3,38	0,98	2,20	0,57	9,57	5,36	9,29	9,23

Tableau n° 13 : Les valeurs d'indices d'aridité mensuels (a) de De. Martonne, à la station de Biskra (1992/2012)

D'après les résultats, le mois de Janvier est classé comme semi-aride et les mois de Mars, Avril, Septembre, Octobre, Novembre et Décembre sont caractérisés par un régime aride, tandis que le reste des mois sont globalement hyper-arides.



Abdelkader M(2013)

Figure 5:Indice annuel d'aridité de De.Martonne

### E. Climagramme :

#### \* La classification bioclimatique d'Emberger:

L'indice climatique d'Emberger, est défini par la formule:

$$Q = 2000 P / (M^2 - m^2)$$

Avec : □ Q: quotient pluviométrique d'Emberger. □ P: précipitations moyennes annuelles en mm. □ M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud, en degré absolu T°C+

273(°K). □ m : moyenne des températures minimales du mois le plus froid, en degré absolu T°C+ 273 (°K).

Tableau 8:Indice d'Emberger

P (mm)	M (°K)	m (°K)	Q
173.05	313.94	279.9	17.12

La valeur du Q de la station de Biskra est de 17.12, en reportant cette valeur sur le climagramme d'EMBERGER qui comporte, en ordonnées les valeurs du Q et en abscisses, la moyenne des minima du mois le plus froid (janvier) en degré celcius, on peut constater que la région est soumise à un climat « aride ».

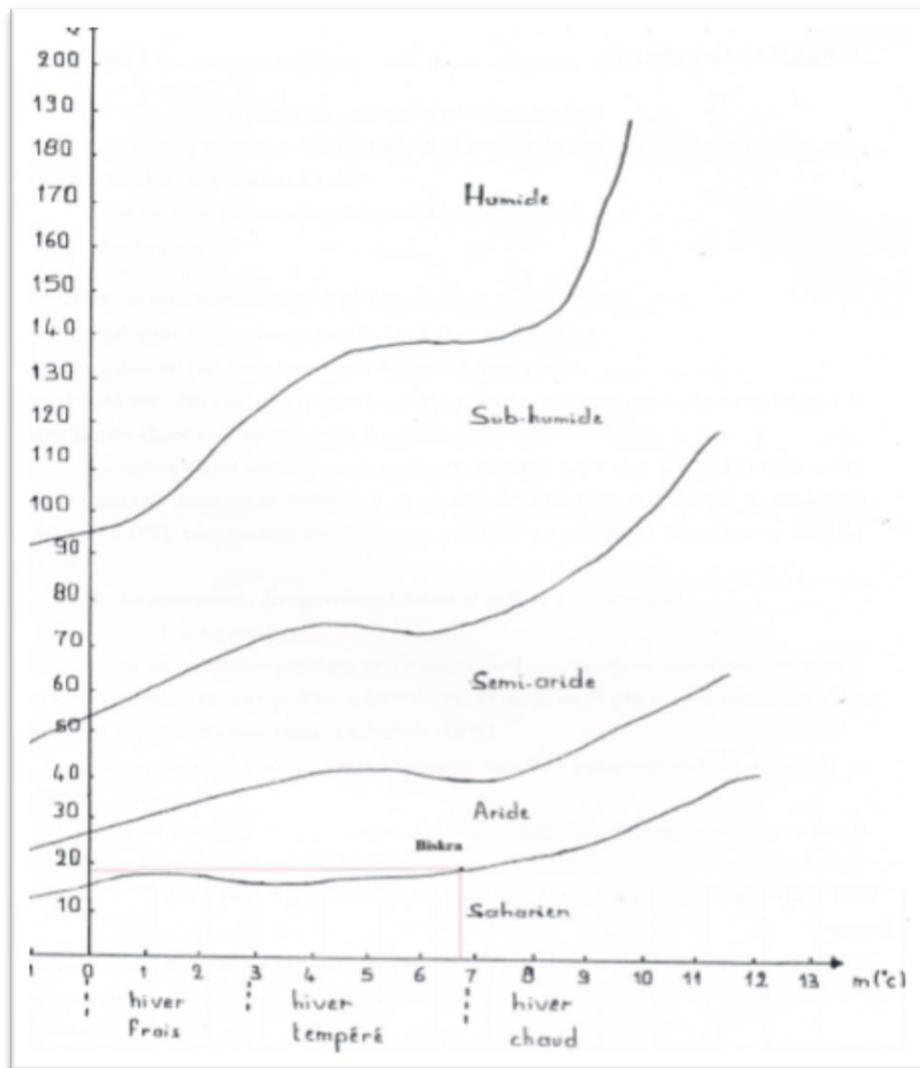


Figure 6:Climagrammed'Emberger

## **VI. Vegetation:**

Peu de chose à dire sur la nature de la végétation spontanée, elle est plus saharienne que sahélienne, résultant à la fois des conditions climatiques et d'un sol peu évolué d'apport alluvial et alluvial-colluvial et de sols halomorphes salins.

Nous notons aussi l'absence de végétation forestière. Sauf sur les surfaces irriguées, on trouve que des touffes espacées d'alfas et autres plantes herbacées BOUDJEMA A(2015).

La végétation naturelle dépend en grande partie des conditions hydrologiques et des sols a été constaté que sur le terrain au niveau où la nappe se trouve à une grande profondeur on rencontre des plantes du type *Salsola vermiculata*, *Suaeda maritima* du type *Sarcobatus vermiculata*.

L'état des plantes herbacées est très médiocre et pratiquement toute la surface du sol subit l'action directe des rayons du soleil.

La végétation est mieux développée et plus variée là où la profondeur de la nappe est faible. La phytoflore est représentée essentiellement par *Salsola vermiculata*, *Salsola vermiculata*, *Carex pachystylis* et par des graminées (Sellami, 2013).



### ***Chapitre III : étude analytique***

**I. Méthode et matériel**

## 3. Caractérisation analytiques :

**A. dans le terrain:**

Le choix des profils a été guidé à partir de l'étude des documents de base relative à zone d'étude, ils nous ont servi à tirer des informations utiles pour le bon déroulement de notre travail sont :

- Carte topographie de l'outaya ( échelle 1/50 000).
- Carte hydro-géologique et géologique de Biskra ( échelle 1/200 000).
- Etude agro-pédologique de la plaine de l'outaya ( Annexe par une carte de distribution des sondages et des profils caractéristiques ( échelle 1/20 000).

On a pu identifier cinq unités cartographiques (fig1):



Profile 01



profile 02



Profile 03



Profile 04



Profile 05

Figure 14 : Les profiles étudié dans le terrain

**B. Les Analyses de laboratoire :**

Toutes les analyses physique et chimiques des sols étudiés ont été faites sur des échantillons séchés à l'air et tamisés à 2 mm. Afin de déterminer les paramètres physico-chimiques nous avons procédé à des méthodes couramment utilisées dans les laboratoires des sciences du sol.

**a) Granulométrie :**

Utilisé la méthode classique de granulométrie (PIPETTE DE REBINSON) des sols. après destruction de la matière organique à l' $H_2O_2$ , la dispersion des particules à l'aide de l'héxamétaphosphates de sodium, les fractions sablonneuses sont obtenues par tamisage, les fractions argile+limon sont prélevées à la pipette de Robinson.

**b) Le PH et La conductivité électrique :**

- pH: pH mètre au rapport (1/2.5)
- CE: Conductimètre mètre au rapport (1/5)

**c) Destruction de la matière organique et des carbonates de calcium:**

Elle est réalisée en utilisant un oxydant énergétique qui est l'eau oxygénée  $H_2O_2$

**i. Dosage du  $Cl^-$** **Réactifs :**

- Nitrate d'argent ( $AgNO_3^-$ ) 0.01N : dissoudre 1.6987g de nitrate d'argent dans 100ml d'eau distillée. Conserver à l'abri de la lumière
- Chlorure de sodium  $NaCl$  0.01N : dissoudre 0.585g de chlorure de sodium dans 1000ml d'eau distillée
- Chromate de potassium  $K_2CrO_4$  5% : dissoudre 5g de chromate de potassium dans 80ml d'eau distillée, et ajouter des gouttes de nitrate d'argent ( $AgNO_3^-$  1N = 17g/l) jusqu'à l'apparition d'un léger précipité rouge. Ajuster avec l'eau distillée à 100ml.

**Mode opératoire :**

- Transvaser une aliquote de 10ml l'extrait diluée (à 10 ou à 100) dans une fiole de 100ml
- Ajouter 4 gouttes de chromate de potassium.

- Titrer avec la solution de nitrate d'argent jusqu'à l'apparition d'une coloration barbillon brique.
- Faire un témoin avec le chlorure de sodium pour estimer la normalité de nitrate d'argent exactement. Donc prélever 10ml de chlorure de sodium 0.01N et ajouter 3 gouttes de chromate de potassium et titrer avec le nitrate d'argent.

$$Cl \text{ (még/l)} = \frac{V \cdot N \cdot 1000}{A} \cdot D$$

**V** : volume d' $AgNO_3^-$  0.01N utilisé pour la titration de l'échantillon en ml .

**A** : volume de la prise d'essai ml.

**N** : normalité de la solution d' $AgNO_3^-$ .

**D** : dilution (\*10) ou (\*100).

$$N_{AgNO_3^-} = \frac{10 \cdot N \cdot NaCl}{V_{AgNO_3^-}}$$

$N_{AgNO_3^-}$  : normalité de la solution d' $AgNO_3^-$ .

$V_{AgNO_3^-}$  : volume d' $AgNO_3^-$  utilisé (ml).

$N_{NaCl}$  : normalité de la solution de NaCl .

## ii. Bicarbonates et carbonates $HCO_3^-$

### Réactifs

- **Phénolphtaline (1%)**  $\Longrightarrow$  1g dans 100ml d'éthanol.
- **Méthyle orange (0.01%)**  $\Longrightarrow$  0.01g dans 100ml d'eau distillée

**Acide sulfurique 0.05N**  $\Longrightarrow$  1.39 ml dans 1000ml d'eau distillée

### Mode opératoire

- Prélever 20ml de la solution du sol ou de l'eau et ajouter 3 gouttes de phénolphtaléine : s'il y a une coloration rose, il y a les carbonates.
- Titrer avec l'acide sulfurique jusqu'à la disparition de la couleur rose .

- S'il n'y a pas une coloration de la solution ; il y a les bicarbonates . Ajouter des gouttes (3-4) de l'indicateur coloré méthyle orange et titrer avec sulfurique jusqu'à l'apparition de la coloration orange (changement de la coloration : jaune → orange ).

**Calcul :**

$$\text{HCO}_3^- (\text{méq/l}) = \frac{x \cdot 0.05 \cdot 1000}{y}$$

X : volume de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  utilisé pour la titration .

Y : volume de la solution du sol ; 20ml.

### iii. Dosage des sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ )

**Réactifs :**

- Eau déminéralisée ayant une conductivité  $< 0.1 \text{ mS m}^{-1}$ .
- Solution NaCl, HCl :

Dans une fiole jaugée de 2000ml ajouter 40ml d'HCl concentré (36% ,  $d = 1.18$ ) à 480 de chlorure de sodium p .a. Ajuster au volume avec de l'eau déminéralisée . Homogénéiser.

- **Gomme d'acacia 0.25 % :**

Dans une fiole jaugée de 100ml dissoudre dans de l'eau déminéralisée 0.25g de gomme d'acacia. Ajuster au volume. Homogénéiser.

- **Chlorure de baryum ( $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) en poudre**
- **Solution mère de sulfate de sodium ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) 200méq.l<sup>-1</sup> :**

Dans une fiole jaugée de 500ml contenant environ 400ml d'eau déminéralisée dissoudre 7.1025g de sulfate de sodium anhydre, ajuster au volume. Homogénéiser.

- **Solution fille de sulfate de sodium ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) :**

Dans une fiole jaugée de 1000ml diluer respectivement 5, 10, 15, 20 et 25 ml de la solution mère avec de l'eau déminéralisée. Ces solution contiennent respectivement 1, 2, 3, 4 et 5 meq/l. Ajuster au volume avec de l'eau déminéralisée. Homogénéiser.

**Mode opératoire :**

- Transférer 25ml de l'extrait dilué (à 10 ou à 100) dans une fiole jaugée de 100ml et ajouter 10ml de la solution (NaCl. HCl), 2ml de gomme d'acacia et 1g de poudre de chlorure de baryum.
- Agiter à la main et ajuster au volume avec de l'eau déminéralisée. Homogénéiser
- Préparer un témoin et les solutions filles selon le même protocole.
- En prenant le témoin comme référence, ajuster à 0.00 l'absorbance du spectrophotomètre, régler à 600nm.
- Mesurer l'absorbance au spectrophotomètre à 600nm pour les solutions filles et les échantillons.

**Calcul :**

Après lecture au spectrophotomètre, préparer un graphique sur papier millimètre dont l'axe des X étant l'absorbance et l'axe des Y la concentration en sulfates (meq/l) des solutions filles.

Tracer la droite d'étalonnage et déterminer à l'aide de cette droite les concentrations en sulfates (meq/l) des échantillons de la façon suivante :

$$\text{SO}_4(\text{meq/l}) = C * D \text{ ou mmol/l}$$

**C** : concentration calculée à partir de la droite d'étalonnage.

**D** : niveau de dilution (10 ou 100).

**iv. Dosage du  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$** **Réactif :**

Solution tampon : 16.9g  $\text{NH}_4\text{Cl}$  dans 142.5ml  $\text{NH}_4\text{OH}$  concentré laissé refroidir complété à 250ml avec l'eau distillé

EDTA : (0.1N) : 2g EDTA + 0.05g  $\text{MgCl}_2$  complété à 1l

NET : 0.5g NET + 4.5g hydroxylamine hydrochlorure dans 100ml Ethanol 95%

NaOH : 8g/100ml laisser refroidir (doucement)

Calcon carboxylique : 0.2g calcon carboxylique + 100g NaCl

Diluer les eaux 10fois : 5ml échantillon +45ml H<sub>2</sub>O

### Mode opératoire

#### Témoin :

Prenant Bécher contient :

- 50ml l'eau distillé
- 0.2 g calcon carboxylique +NaCl
- 2-3 ml NaOH
- titration avec la EDTA et changement la couleur rose –bleu

#### Dosage du Ca<sup>++</sup>

Prenant Bécher contient :

- 5 ml échantillon + 45 ml H<sub>2</sub>O (dillution × 10)
- 2-3 ml NaOH
- 0.2g calcon carboxylique +NaCl

Cette solution est placée au-dessus l'agitateur

- Titration avec la EDTA et changement la couleur (rose –bleu)

#### Dosage du Ca<sup>++</sup> et Mg<sup>++</sup>

Prenant bécher contient :

- 5ml échantillon + 45 ml H<sub>2</sub>O (dilution × 10)
- 4ml solution tampon (pH=10)
- 4 goutte NET

Cette solution est placée au dessus l'agitateur

- Titration avec la EDTA et changement la couleur ( rose – bleu)

$$\text{Ca}^{2+} = \frac{V1 - V2 \cdot 0.01 \cdot 1000}{A} \cdot D$$



V1 : volume de titration avec l'EDAT

V2 : volume de titration avec l'EDAT (Témoin)

D : facteur de dilution

A : prise d'essai

$$[\text{Mg}^{2+} + \text{Ca}^{2+}] = \frac{v1 - v2 * 0.01 * 1000}{A} * D$$

$$\text{Mg}^{2+} = (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) - \text{Ca}^{2+}$$

#### v. Dosage du $\text{Na}^+$ et $\text{K}^+$

##### \* Matériels utilisés

-Centrifugeuse

-Bécher de 1000ml

#### Préparation de la solution d'acétate de sodium

Peser 82.03g d'acétate de sodium dans un litre d'eau distillée +agitation dans un bécher d'un litre.

#### Préparation de la solution d'acétate l'ammonium

Peser 77.04g d'acétate d'ammonium dans un litre d'eau distillée +agitation. **Préparation de l'échantillon**

-Peser 5g du sol et le mettre dans des tubes de centrifugeuse +20ml d'éthanol et les poser dans la centrifugeuse 3000 tr/min pendant 5 min et jeter la solution (répétition 3 fois).

-Ajouter 50ml d'acétate de sodium (1N) et les mettre dans la centrifugeuse 3000 tr/min pendant 5à10 min

- récupérer la solution pour les cations K, Mg, Ca échangeable. Laver à l'éthanol (3fois) et jeter la solution.

-Peser 5g du sol.

-Ajouter (25ml, 25ml, 25ml) ou 50ml x3 d'acétate d'ammonium pour le dosage du sodium échangeable.

Le potassium et le sodium sont dosés par spectrophotomètre à flamme

**\* Matériels**

- Colorimètre
- Le cas échéant, fiole de filtration de Büchner branchée sur une trompe à vide

Liste des produits

- Nitrate de potassium ( $\text{KNO}_3$ )
- Salicylate de sodium
- Chloroforme
- Hydroxyde de sodium en pastilles ( $\text{NaOH}$ )
- Acide sulfurique
- Tartrate double de sodium et de potassium (sel de Seignette)
- Eau distillée
- Acide chlorhydrique à 5%

**Préparations des dosages**

Pour éviter toute contamination, il est recommandé de rincer la verrerie et les pipettes à l'acide chlorhydrique à 5 % puis à l'eau distillée.

- Solution stock de nitrate de potassium ( $50 \text{ mg.L}^{-1}$  d'ions nitrates)

Dissoudre 0,0815 g de nitrate de potassium anhydre dans 990 mL d'eau distillée, ajouter 1 mL de chloroforme (conservateur) et compléter à 1 litre avec de l'eau distillée.

- Solution d'hydroxyde de sodium ( $\text{NaOH}$ ) et de tartrate double de sodium et de potassium

Dissoudre progressivement 40 g de soude et 6 g de tartrate double de sodium et de potassium dans 100 mL d'eau distillée.

## **II. Résultats et discussion**

### **A. Résultats analytique**

## Profil-1:

Horizon (cm)	Granulométrie %					PH	CE ds/cm	CaCo 3 %	C%	CEC Meq / 100g	Cation échangeables Meq/100g				Cation solubles meq/L				Anions solubles meq/L		
	A	LF	LG	SF	SG						ca..	mg..	k..	Na	ca..	mg..	k..	Na	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	cl <sup>-</sup>	so <sub>4</sub> <sup>- -</sup>
0 - 30	6,6	5,2	1,2	36	50,1	8,6	1,5	37,11	0,77	12,1	7,2	2,8	0,98	1,1	3,5	0,7	1,1	1	1,8	1,7	1,3
30 - 60	10,1	4,2	2,3	34	41,4	8,2	1,6	51,39	0,68	14,2	8,8	1,53	1,1	1,7	4,8	0,8	1,0	1,5	0,6	1,7	2,6
60 - 80	9,6	6,3	2,7	36,9	43,8	8,4	1,7	42,67	0,44	16,3	11,3	1,67	1,18	2,43	3,8	0,8	1,1	2,4	0,5	3,8	3,3

<b>-localisation:</b>	<b>x=745</b> <b>Y=175</b> <b>Z=209 m</b>
<b>Materiauxparentals</b>	sable argileux
<b>Végétation</b>	Nulle
<b>. Topographie :</b>	8%
<b>-Date de description :</b>	08/04/2018
<b>Classification</b>	<b>Calciorthide( USDA)</b>
<b>-Géomorphologie :</b>	Terrasses

**-Description du profile :****Horizon 0-30 :**

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

**Horizon 30-60 :**

Analogue au précédent, mais avec abondance de cailloux.

**Horizon 60-80 :**

Etat sec brun jaunâtre, structure particulière sableux, présence de gravillons, très bonne porosité, calcifère.

**Résultat et discussion du Profile 01 :**

Le tableau suivant montre les résultats d'analyses fait sur trois horizon ; la granulométrie s'élève de chaque horizon quand on marche en profond, le pH est presque identique dans chaque horizon (alcalin), le calcaire s'élève au 2eme horizon, le carbone est identique aussi que le CEC, pour les cations échangeables ; le calcium s'élève dans chaque horizon de 7.2 dans le 1ere jusqu'à 11.3meq/100g au 3eme horizon l'inverse pour le mg ; et le  $K^+$  et  $Na^+$  s'élève aussi.

Pour les cations solubles ; tous cations sont stables. Seulement le Na qui s'élève de 1meq/L jusque à 2,4 meq/L au 3eme horizon.

Pour les anions on considère que toutes les anions ont diminué dans tous les horizons (de 1ere jusque au 3ème)

Profil2:

Horizon (cm)	Granulométrie %					PH	CE ds/cm	CaCo <sub>3</sub> %	C %	CEC Meq/100g	Cation échangeables Meq/100g				Cation solubles meq/L				Anions solubles meq/L		
	A	LF	L G	SF	SG						ca.	mg.	k.	Na.	ca.	mg.	k.	Na.	HC O <sup>-</sup> 3	cl <sup>-</sup>	so <sub>4</sub> --
0 -30	17	9,7	2,5	42	24	8,60	2,8	42,98	0,4	23,5	18,04	0,8	1,04	2,6	11,2	1,07	1,9	3,03	1,4	7,1	4,9
30 -60	15	22	3	36,5	22	8,40	2,1	39,75	0,29	26,4	19,7	0,8	1,07	2,43	9,8	1,1	0,8	2,8	1,02	6,08	3,7
60 -100	17	21,5	3,5	45	11	8,10	2,2	40,47	0,11	28,8	21,2	1,1	1,2	2,6	9,2	1,08	1,1	1,8	0,7	4,6	5,1

<b>-localisation:</b>	<b>x=740</b> <b>Y=181</b> <b>Z=213 m</b>
<b>Materiauxparentals</b>	sable argileux
<b>Végétation</b>	nulle
<b>. Topographie :</b>	0-2%
<b>-Date de description :</b>	08/04/2018
<b>Classification</b>	<b>Calciorthide( USDA)</b>
<b>-Géomorphologie :</b>	terrasses

**-Description du profile 2 :****Horizon 0-30 :**

Etat sec, brun claire, structure polyédrique moyenne quelques gravillons calcaires, bonne porosité, structure sablo-argileuse, calcifère.

**Horizon 30-60 :**

Etat sec, brun claire, structure polyédrique moyenne quelques gravillons calcaires, bonne Porosité, structure sablo-argileuse, calcifère.

**Horizon 60-100 :**

Niveau de cailloux et graviers calcaire, matrice sablo-argileuse calcifère



**Résultat et discussion du Profile 02 :**

L'analyse tableau du profile2 montre que pour les composants de la granulométrie pour les trois horizons la portion d'Argile est fixe, le limon fin et le limon grand s'augment dans les horizons les plus profond. En ce qui concerne le sable fin la portion est de l'ordre de 42% pour l'horizon (0-30cm), cette valeur rencontre un abaissement au niveau d'horizon (30-60cm) jusqu'à 36.5%. Puis ce pourcentage s'augment une autre fois au niveau de l'horizon (60-90 cm). Le pourcentage du Sable Grand s'abaisse chaque fois qu'on déplace vers les horizons les plus profonds.

Le ph est le même pour les trois Horizons. La CE est 2.8ds/cm pour l'horizon (0-30cm), elle s'abaisse à 2.1DS/cm pour l'horizon (30-60cm) ce qui presque la même valeur pour l'horizon (30-60cm). Le pourcentage du  $\text{CaCO}_3$  est presque fixe pour les trois horizons, il est alentours de 40%.

Le Carbone est présent avec une très faible quantité qui ne dépasse pas 0.4%. la capacité des échange cationique CEC( Me/100g) est 23.5% pour l'horizon (30-60cm), elle s'augmente à 26.4% au niveau d'horizon (30-60cm). L'horizon (60-90 cm) montre la plus grande capacité des échanges cationique par une valeur de 28.8%.

L'analyse des cations échangeable montre une faible augmentation de l'horizon de surface à les horizons les plus profonds. On ce qui concerne les cations solubles on observe une diminution légère de l'horizon de surface à l'horizon profond.

Les résultats de l'analyse des anions soluble montre que pour le  $\text{SO}_4$  la valeur est de l'ordre de 4.9Meq/L pour l'horizon (0-30cm) cette valeur se diminue à 3.7Meq/L, pour le profile (30-60cm). Alors que pour l'horizon (60-90cm) la quantité du  $\text{SO}_4$

## Profile 3 :

Horizon(cm)	Granulométrie %					PH	CE DS/cm	CaCo 3 %	C%	CEC Meq/100g	Cation échangeables Meq/100g				Cation solubles meq/L				Anions solubles meq/L		
	A	LF	LG	SF	SG						ca..	mg.	k.	Na.	ca..	mg..	k.	Na.	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	cl <sup>-</sup>	so <sub>4</sub> <sup>-</sup>
0 - 25	2,4	1	1,7	24,3	69	8,4	2,1	18,43	0,41	8,7	4,6	0,9	0,6	1,0	7,0	0,9	1,8	2,7	0,8	6,1	3,37
25 - 80	14	3	5,9	39,8	34,8	7,8	2,1	51	0,39	17,3	11,71	1,0	0,8	1,7	9,1	1,4	1,07	2,0	0,6	4,2	2,23
80 - 160	57	9,5	5	13,7	11,2	8,1	2,3	37,23	0,2	24	14,4	1,1	1,1	2,1	11,3	0,8	1,1	1,4	1,2	3,2	4,1

<b>-localisation:</b>	<b>x=735</b> <b>Y=187</b> <b>Z=232</b>
<b>Materiauxparentals</b>	sable argileux
<b>Végétation</b>	plantes halophytes
<b>. Topographie :</b>	6%
<b>-Date de description :</b>	08/04/2018
<b>Classification</b>	<b>Calciorthide( USDA)</b>
<b>-Géomorphologie :</b>	terrasses

**Description du profile :****Horizon 0-25 :**

Etat sec, brun, structure massive, sableux, faible effervescence, très peu de pores, calcifère, peu de racines.

**Horizon 25-80 :**

Etat sec, brun jaunâtre, sableux argileux, bonne porosité, calcifère, structure polyédrique, présence de cailloux calcaire.

**Horizon 80-160 :**

Etat sec, rougeâtre, structure particulière, argileux, absence de cailloux, très bonne porosité, calcifère.

**Résultat et discussion du Profile 03 :**

L'analyse du tableau de profile3 montre que pour les composants de la granulométrie des trois horizons la portion d'Argile, le limon fin, et le limon grand s'augment dans les horizons les plus profond. Et pour le sable fin et sable Grand présente une diminution remarquable de l'horizon de surface à l'horizon le plus profond En ce qui concerne le sable fin la portion est de l'ordre de 24.3% pour l'horizon (0-25cm), cette valeur rencontre un abaissement au niveau d'horizon (25-80cm) jusqu'à 39.8%. Puis ce pourcentage diminue une autre fois au niveau de l'horizon (80-160 cm). Le pourcentage du Sable Grand s'abaisse chaque fois qu'on déplace vers les horizons les plus profonds.

Le ph est de 8.4 pour l'horizon (0-25cm), elle s'abaisse à 7.8 pour l'horizon (25-80cm), et elle s'augment à 8.1 ce qui presque la même valeur pour l'horizon (0-25cm). La CE est presque le même pour les trois Horizons. Le pourcentage du  $\text{CaCO}_3$  est de 18.43% pour l'horizon de surface, et s'augment à 51% pour l'horizon de (25-80cm), et elle s'abaisse à 37.23% pour l'horizon le plus profond.

Le Carbone est présent avec une très faible quantité qui ne dépasse pas 0.4%. La capacité des échange cationique CEC (Me/100g) est 8.7% pour l'horizon (0-25cm), elle s'augmente à 17.3% au niveau d'horizon (25-80cm). L'horizon (80-160 cm) montre la plus grande capacité des échanges cationique par une valeur de 24%.

L'analyse des cations échangeable montre une faible augmentation de l'horizon de surface à les horizons les plus profonds. On ce qui concerne les cations solubles on observe une diminution légère de l'horizon de surface à l'horizon profond.

Les résultats de l'analyse des anions soluble montre qu'il y a une diminution des valeurs pour  $\text{SO}_4$  et  $\text{HCO}_3$  de l'horizon (0-25cm) à l'horizon de (25-80cm), et s'augmente autre foi à l'horizon le plus profond Pour. Et pour  $\text{Cl}^-$  on remarque une diminution légère de l'horizon de surface à l'horizon profond.

## Profil4:

Horizon (cm)	Granulométrie %					PH	CE ds/cm	CaCo 3 %	C%	CEC Meq /100g	Cation échangeables  Meq/100g				Cation solubles meq/L				Anions solubles meq/L		
	A	LF	LG	SF	SG						ca <sup>++</sup>	mg <sup>+</sup>	k <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	ca <sup>+</sup>	mg <sup>++</sup>	k <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	cl <sup>-</sup>	so <sub>4</sub> <sup>-</sup>
0 -20	3,6	1,5	2,1	22,2	64	8,5	2,2	4,30	0,48	7,2	3,86	0,8	1,1	1,2	3,2	2,1	1,3	1,8	1,1	7,1	6,2
20 -40	10,3	6	1,2	35	45	8,5	2,2	5,40	0,14	10,7	5,2	1,8	0,9	1,8	3,4	1,8	1,4	0,7	0,6	6,3	7,3
40 -100	10	9,8	3,7	36,4	31	8,79	3,3	8,65	0,11	11,75	6,8	1,36	0,9	2,1	7,3	3,4	2,7	3,8	0,6	7,1	8

<b>-localisation:</b>	<b>x=736</b> <b>Y=183</b> <b>Z=236</b>
<b>Matériaux parental :</b>	sable argileux
<b>Végétation :</b>	plantes halophytes
<b>. Topographie :</b>	6%
<b>-Date de description :</b>	08/04/2018
<b>Classification</b>	gypsiorthide.
<b>-Géomorphologie :</b>	glacis

**-Description du profil 4 :****Horizon 0-20 :**

Etat sec, blanc très pale, structure massive, sableux, faible effervescence, très peu de pores, peu de racines.

**Horizon 20-40 :**

Etat sec, jaune, sableux, bonne porosité, calcifère, structure particulière, faible effervescence.

**Horizon 40-100 :**

Etat sec, blanc très pale, structure particulière, sableux, absence de cailloux, bonne porosité, faible effervescence.

**Discussions des résultats du profile 04 :**

L'analyse tableau du profile 4 montre que pour les composants de la granulométrie pour les trois horizons la portion d'Argile est faible au profile (0-30cm) il est de l'ordre de 3.6%. pour les deux autre horizon la quantité d'argile est élevée, il est de 10 % , le limon fin et le limon grand s'augment dans les horizons les plus profond. En ce qui concerne le sable fin la portion est de l'ordre de 22.2% pour l'horizon (0-20cm), cette valeur rencontre une augmentation au niveau d'horizon (20-40cm) jusqu'à 35%. Puis ce pourcentage s'augmente légèrement une autre fois au niveau de l'horizon (40-100 cm). Le pourcentage du Sable Grand s'abaisse chaque fois qu'on déplace vers les horizons les plus profonds.

Le ph est le même pour les trois Horizons. La CE est 2.2ds/cm pour l'horizon (0-30cm), et l'horizon (20-40cm) ce qui est la même valeur pour l'horizon (20-40cm). Le pourcentage du  $\text{CaCO}_3$  4.3% pour l'horizon (0-20). 5.4% pour horizon(20-40cm). Et 8.65 pour l'horizon(40-100)

Le Carbone est présent avec une très faible quantité qui ne dépasse pas 0.48%. La capacité des échange cationique CEC (Me/100g) est 7.2% pour l'horizon (20-40cm), elle s'augmente à 10.7% au niveau d'horizon (20-40cm). L'horizon (40-100 cm) montre la plus grande capacité des échanges cationique par une valeur de 11.75%.

L'analyse des cations échangeable montre une faible augmentation de l'horizon de surface à les horizons les plus profonds. On ce qui concerne les cations solubles on observe une diminution légère de l'horizon de surface à l'horizon profond.

Les résultats de l'analyse des anions soluble montre que pour le  $\text{SO}_4$  la valeur est de l'ordre de 6.2Meq/L pour l'horizon (0-20cm) cette valeur se diminue à 7.3Meq/L, pour le profile (20-40cm). Alors que pour l'horizon (40-100cm) la quantité du  $\text{SO}_4$  est 8meq/L.

Profil5 :

Horizon (cm)	Granulométrie %					PH	CE ds/cm	CaCo 3 %	C%	CE C Me q /10 0g	Cation échangeables Meq/100g				Cation solubles meq/L				Anions solubles meq/L		
	A	LF	LG	SF	S G						ca..	mg..	k.	Na.	ca..	mg.	k.	Na.	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	so <sub>4</sub> <sup>-</sup>
0-50	24	53	1,9	10	4	8,34	2,3	45,85	0,65	22,8	16,8	1,12	1,8	2,2	11,4	2,04	1,56	3,4	0,6	5,95	2,12
50-80	38	31	3,1	13,6	9	8,02	2,5	49,87	0,5	23,1	16,13	1,05	1,7	3,24	8,6	1,9	1,4	3,1	2,1	6,2	4,5
80-100	26	53	1,7	10,9	2	8,02	3,27	54,21	0,34	17,3	11	0,8	1,7	3,3	7,4	2,8	1,22	7,1	1,8	6,4	7,8



<b>-localisation:</b>	<b>x=736</b> <b>Y=189</b> <b>Z=237</b>
<b>Materiauxparentals</b>	sable argileux
<b>Végétation</b>	futures palmeraies
<b>. Topographie :</b>	0-2%
<b>-Date de description :</b>	08/04/2018
<b>Classification</b>	. haplargides
<b>-Géomorphologie :</b>	glacis

**-Description du profile :****Horizon 0-50 :**

Etat sec, burn, structure particulière, présence de fentes de retrait en surface de retrait en surface, forte effervescence, peu poreux, texture sablo-agrileuse.

**Horizon 50-80 :**

Etas sec, brun, argileux limoneux, structure polyédrique grossière à moyenne, présence de cutans, calcifère, quelques amas salins, peu poreux.

**Horizon 80-100 :**

Etas sec, brun jaunâtre, structure polyédrique moyenne, peu poreux, texture limoneux argileux, calcifère, quelques amas salins.

**Discussions des résultats du profile 05 :**

L'analyse du tableau de profile5 montre que pour les composants de la granulométrie des trois horizons la portion d'Argile, le limon fin, et le limon grand s'augment dans les horizons les plus profond. Et pour le sable fin et sable Grand présente une diminution remarquable de l'horizon de surface à l'horizon le plus profond En ce qui concerne le sable fin la portion est de l'ordre de 10% pour l'horizon (0-50cm), cette valeur rencontre un abaissement au niveau d'horizon (50-80cm) jusqu'à 13.6%. Puis ce pourcentage diminue une autre fois au niveau de l'horizon (80-100 cm). Le pourcentage du Sable Grand est 4% (0-50cm). Il augment à 9% (horizon 50-80cm). Puis il s'abaisse à 2%(horizon 80-100).

Le ph est de 8.34pour l'horizon (0-50cm), elle s'abaisse à 8.02 pour l'horizon (50-80cm), et l'horizon (0-50cm). La CE est presque le même pour les trois Horizons. Le pourcentage du  $\text{CaCO}_3$  est de 45.85% pour l'horizon de surface, et s'augment à 49.87% pour l'horizon de (50-80cm), et elle s'augmente à 37.23% pour l'horizon le plus profond.

Le Carbone est présent avec une très faible quantité qui ne dépasse pas 0.65%. La capacité des échange cationique CEC (Me/100g) est 22.8meq/100g pour l'horizon (0-50cm), elle s'augmente à 23.1meq/100gau niveau d'horizon (50-80cm). L'horizon (80-100 cm) abaisse à 17.3meq/100g

L'analyse des cations échangeable montre une faible augmentation de l'horizon de surface à les horizons les plus profonds. On ce qui concerne les cations solubles on observe une diminution légère de l'horizon de surface à l'horizon profond.

Les résultats de l'analyse des anions soluble montre qu'il y a une augmentation du  $\text{SO}_4$  et  $\text{HCO}_3$  de l'horizon (0-50cm) à l'horizon de (50-80cm), et s'augmente autre foi à l'horizon le plus profond Pour. Et pour  $\text{Cl}^-$  on remarque une diminution légère de l'horizon de surface à l'horizon profond.

### **Conclusion générale :**

Les caractéristique physique et chimique des sols dans la plaine de l'outaya après analyse complète de cinq profile, chaque profil comprend trois horizons, qui montrent une grande variabilité des caractéristiques et composant chimique et performance des échanges cationique.

Recouverte par un voile de sable éolien, la texture générale des sols étudiés est quasi uniforme en surface. Par contre pour les horizons sub-surface deviennent plus fine dans la plupart des sols, et la transition entre les horizons plus nette. La solution du sol est quasi dominé par le calcium et offre un pH légèrement alcalin à alcalin.

Les profils salins varient d'un profil à l'autre elle est orienté d'une manière générale avec un maximum de salinité vers le bas, la conductivité électrique est plus importante dans les horizons de profondeur. Ou la texture générale est plus fine. la CEC est faible mais elle reste saturée par le calcium qui est du à la facies géologique à dominance calcaires dans cette région

Et enfin la matière organique est faible caractéristiques des sols dans ces régions arides



## ***Références bibliographiques***

## Références bibliographiques

**Abdelkader.m.2013**: contribution à l'étude hydrogéologique de la nappe du mio-plio-quaternaire de région sud de la ville de Biskra, Algérie. Diplôme de master académique (option:Géologie-Ressources) Univ.Abou Bekr Belkaid-Tlemcen, 23-24 pages.

**Anonyme, 1974** : Notice explicative de la carte hydrogéologique de Biskra 1/200 000.

**Boudjema.a, 2015** : Hydrogéologie, vulnérabilité et modélisation de la nappe du Mio-Pliocène d'El Outaya, (Biskra, Sud-Est algérien), RESSOURCES EN EAU DANS LEURS ENVIRONNEMENTS, Sciences de la Terre UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID TLEMCEM, page 2,67

**Boumaraf,1995**: contribution à l'étude minéralogique de certains sols salés dans la plaine de l'outaya (wilaya de Biskra), institut d'agronomie science de sol (option :univ de batna),page16 ~ 17,19.

**Brinis et al, 2009**:[La Salinité des eaux souterraines de La zone est de la Plaine d' El-Outaya \(region de Biskra, Algerie\)](#)

**Brinkmann R. (1970)** :Ferrolysis, a hydromorphic soil forming process. Geoderma, 3, p. 199 - 206.

**Cailler et hennin,1963** : Minéralogie des argiles. « Minéralogie des argiles ». Tom I , édit Masson 355 pages.

**COSKOV.V.N1964** : notice explicative de la carte géographique du 1/200.000 de BISKRA Ed : service géologique de l'ALGERIE.

**Flandrin. J, (1952)** : Les chaînes atlasiques de la bordure Nord du Sahara, Monographies régionales, 1 ème série, n°14 ; XIX èmeCong. Géol. Internat. Alger.

**Gaucher G et Burdins S., 1974** : Géologie, géomorphologie et hydrologie des terrains salés.ed.p.u.f.paris,231p.

**Guehiliz.n.2016** : Contribution à l'étude des plantes spontanées dans l'Oued de Biskra (Option : Agriculture et environnement en régions arides), Univemohamedkhider- Biskra.page

**Khachai.S,1993** : contribution à l'étude minéralogiques des sols à accumulations gypse-calcaires de la région de Ain ben naoui (Biskra), science du sol, (option : unive de Batna) page 11.

**Pédro G. (1983)** :Structuring of some basic pedological processes. Geoderma, 31, p. 289 - 299.

**Pédro G., Delmas A.B. et Seddoh F.K. (1975)** :Sur la nécessité et l'importance d'une distinction fondamentale entre type et degré d'altération. C.R. Acad. Sei. Paris, 280, D, p. 825 - 828.

**Pédro G.1984** : la genèse des argiles pédologiques ses implications minéralogiques, physico-chimiques et hydriques,page336.

**Robert M., 1996:** le sol interface dans l'environnement ressource pour le développement Ed. Masson. Paris ; 243 p.

**Sellami.I, 2013** : évolution de la propriété physique des sols irrigués de la plaine d'El outaya Biskra, (option : pédologie), école nationale supérieure al harrach-alger , page28.

**Selzer P.1946** : Le climat d'Algérie. 1vol.219pages.Carbonel. Alger.

**Servant J.M ., 1975** : Etude pedologique des sols halomorphes. Thèse. Doc. Uni. Montpellier, 194p.

**Servant, 1978** : Le profil salin : méthode d'étude et signification application au languedoc-Roussillon. Annales AGR. INRA.

**Szablocs I., 1994:** Prospects of soil salinity for the 21 st century trans. Int cong of soilsc, pp: 123- 141.

**Gouskov, 1964:** "Notice explicative de la carte géologique de 1/200 000 de Biskra" édit.service géologique d'Algérie.

**Annexe**



## Composition minéralogique des profils selon leur importance

profil	Profondeur (cm)	Minéraux										
		cal	pal	k	Do	Q	Gy	fel	I	II	Hém	Ch
1	0 – 30	+++	+	++	++	++	++	~	+	~	+	-
	30 – 60	+++	+	++	+	++	+	~	++	+	+	-
2	0 – 30	++++	++	+++	++	+++	+	~	++	+	+	-
	30 – 60	++++	+	++	+	++	+	++	+	+	++	-
	60 – 100	++++	+	++	+	++	~	+	+		+	-
3	0 – 20	++++	-	~	++	++	++	+	~	+	+	-
	20 – 85	+++	+	+	++	++	~	+	++	++	+	-
4	0 – 20	++++	-	+	++	++	+++	~	~	+	++	-
	20 – 40	+++	+	-	++	+++	++++	~	++	++	++	++
	40 – 100	+++	+	-	++	++	+++	~	++	++	++	+++
5	0 – 50	+++	+	+++	++	++	-	+	~	~	+	-
	50 – 80	+++	~	++	++	++	~	-	+	+	+	-
	80 – 100	+++	+	+	++	+++	~	+	~	+	+	-

++++trésabondantcal :calcite

Fel :feldespath

+++abundant

pal :palygorskrite

I :illite

++moyen

k :kaolinite

II :ilminite

+faible

Do :dolomite

Hém :hematite

~ traces

Q :quartz

Ch :chlorite

-absenceGy :gypse

N° spacing, A	ordre	Minéral
3.47 3.33 3.21-333 3.38 3.23		Anatase Quartz Muscovite, illite K-feldspars Plagioclase feldspars
3.1-3.25 3.15 3.03 2.88 2.87		Hornblende Gypsum Calcite Dolomite Gypsum
2.77 2.77-2.83 2.69-2.73 2.69 2.54		Apatite Hornblende Apatite Hematite Ilmenite
2.53 2.52 2.51 2.46 2.43		Magnetite Livine Hematite Olivine Goethite
2.34 2.28 2.19 1.92 1.88		Boehmite Calcite Dolomite Gypsum, Calcite Anatase
1.87 1.85 1.81 1.80 1.72		Calcite Boehmite Quartz Dolomite Ilmenite
1.69 1.69 1.61 1.53-1.55 1.50	0.60 0.60	Anatase Hematite Magnetite Biotite, chlorite ( trioctahedral ) Muscovite ( dioctahedral )
1.49 1.48 1.44	0.60	Kaolinite Magnetite Hornblende

**Tableau : d'identification des minéraux**

D'après (Jakson -1956)

**Tableau IV** Processus d'altération liés à la néoformation de minéraux secondaires Mechanisms of weathering as related to the formation of secondary minerals

Roches mères	Géochimie de l'altération	Processus	Constituant secondaire caractéristique
Roches cristallines	Hydrolyse totale (désilicification et désalcalinisation totales)	Allitisation (Al)	Hydroxyde (Gibbsite)
	Hydrolyse partielle (désilicification partielle) { Désalcalinisation totale	Monosiallitisatation (Si-Al)	Phyllite 1/1 (Kaolinite)
	{ Désalcalinisation partielle	Bisialferri-satation (Si-(Al,Fe)-M)	Phyllite 2/1 Montmorillonite (Smectites)
Roches vitreuse (volcaniques)	Hydrolyse	Allophanisation	Allophane (c.amorphe)

**Pédro.G(1984)**

**Tableau V** Tableau d'ensemble des principaux processus géochimiques de l'altération et des sols leur correspondant Synoptic table of the principal geochemical mechanisms of weathering and of the corresponding soils

		Processus	Minéraux caractéristiques	Principaux types de sols	
Altération aplasmo- génique		Acidocomplexolyse	-	Podzols	
		Alcalinolyse	-	Solods	
		Ferrololyse	-	Planosols	
Altération plasmogénique	Altération hydrolytique Plasma de néoformation	Allitisation	Gibbsite - hydrates ferriques	Sols oxydiques	Ferralsols
		Monosiallitisatation	{1/1} Kaolinite - hydrates ferriques	Sols ferrallitiques s.l.	(oxisols)
		Sialferrisation	Kaolinite - {2/1} smectite Fe	Sols vertiques et Sols bruns eutrophes tropicaux	
			{2/1} Smectite Al - Fe	Vertisols	
	Altération ménagée Plasma de transformation	Andosolisation	Allophane (halloysite)	Andosols	
		Bisiallitisatation apparente	{Phyllite 2/1} Ca - Humus	Sols bruns - Inceptisols	
			{Phyllite 2/1} Ca - hydrates ferriques	Sols fersiallitiques	
			{Phyllite 2/1} Ca - CaCO <sub>3</sub>	Mollisols (Tchernozem)	
			{Phyllite 2/1} Na - Sel	Sols halomorphes	
		Aluminosiallitisatation	{Phyllite 2/1} AlOH - Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , nH <sub>2</sub> O	Sols podzoliques	

**Pédro.G(1984)**