

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHESCIENTIFIQUE
UNIVERSITE Dr. TAHER MOULAY SAIDA
FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire élaboré en vue de l'obtention du diplôme master 2
Spécialité : écologie et gestion de l'environnement

Présenté Par

Melle. Bouguenina Faiza

melle. Goreine Amina

Sur le Thème intitulé

**APPORT DE L'OUTIL GÉOMATIQUE POUR ESTIMATION DE LA
SALINITÉ DU SOL DU PÉRIMÈTRE IRRIGUÉ SAÏDA**

Soutenu le :15/06/ 2016 devant le jury d'examen composé de

- | | | |
|-------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| ➤ Mm.labani | Maitre assistante (U de Saida) | Présidente. |
| ➤ Mr.Mederbal .T | Maitre assistant (U de Saida) | Examineur. |
| ➤ Mr. Anteur | Maitre assistant (U de Saida) | Encadreur. |

Invités :

- | | |
|-----------------------|---|
| ➤ Mr. boukhari | Maitre assistant (U de mascara). |
| ➤ Mr. Zahafi | Maitre assistant (U de mascara). |

Année Universitaire : 2015-2016



Remerciement

Nous vous remercions avant tout Allahpuissante, de nous avoir guidé toutes nos années d'études et nous avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail .

A l'occasion de terminer nos études, nous tient à remercier vivement et chaleureusement tous ceux qui nous aidé dans notre tâche, ceux qui nous apporter aide et assistance de près ou de loin et particulièrement.

- ✚ Nos encadreur **Mr ANTEUR** maître de conférences *Au* Universitaire *Dr Moulay Taher DeSaïda* qu'ils nous orientés et guidés durant toute la période de la préparation de cette étude.*
- ✚ Nous vous remercions infiniment **Mr. BOUKHARI** maître de conférences *Au* Universitaire de mascara et **Mr.zahafi**.*
- ✚ Nous vous remercions **Mr. Mederbal .T** maître de conférences *Au* Universitaire *Moulay Tahar de Saïda*, d'avoir accepté de juger ce travail.*
- ✚ Nous vous remercions **Madame. labani** maître de conférences au Centre Universitaire *Moulay Tahar de Saïda*, d'avoir accepté de juger ce travail.*
- ✚ Enfin, il m'est très agréable d'exprimer mes reconnaissances à tous ceux qui m'ont aidé scientifiquement, matériellement et moralement à réaliser ce mémoire. *A tous, Merci**

Dédicaces

Je Dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents, pour leur endurance et leurs sacrifices sans limites

Mes frères : Naimi , Hocine , Younes

Ma belle sœur : Sara

En reconnaissance de leur affection toujours constante

Tous mes proches Mes amis ; Imane , Dalale

Ranya , Naima , Hanane , Amina . Mes camarades de promotion

Tous mes enseignants

Tous ceux qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire.

Bouguenina faiza

Dédicaces

Je Dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents, pour leur endurance et leurs sacrifices sans limites

Mes frères : Naimi , Hocine , Younes

Ma belle sœur : Sara

En reconnaissance de leur affection toujours constante

Tous mes proches Mes amis ; Imane , Dalale

Ranya , Naima , Hanane , Amina . Mes camarades de promotion

Tous mes enseignants

Tous ceux qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire.

Bouguenina faiza

LISTE DE FIGURE

LISTE DE FIGURE	
Figure1 : L'aspect de l'information géographique.....	4
Figure2 : Les différents stades de l'information géographique.....	5
Figure3 : La représentation en mode vecteur.....	6
Figure.4 : La représentation en mode raster.....	7
Figure5 : Comparaison mode vecteur/ mode raster.....	8
Figure6 : Les trois niveaux de description des informations géographiques.....	9
Figure7 : Définition d'un système de référence spatial.....	10
Figure8 : (a) Coordonnées Géographiques, (b) rectangulaires et (c) tridimensionnelles.	11
Figure9 : Le géoïde et l'ellipsoïde de révolution.....	12
Figure10 : Les différents types de projections.....	13
Figure11 : Exemple d'un levé terrain.....	14
Figure12 : (a) Prise de vues avec un avion , (b) exemple de caméras de prises de vue.....	15
Figure13 : Image spatiale acquise par un satellite.....	16
Figure14 : Le principe d'un SIG.....	17
Figure15 : Les fonctionnalités d'un SIG.....	20
Figure16 : Le mécanisme du phénomène de salinisation des sols.....	24
Figure 17 : Production de biomasse de différents groupes de plantes suivant la salinité	27
Figure 18 : La variabilité de niveau de production des cultures à l'augmentation de la salinité	28

LISTE DE FIGURE

Figure 19 : Structure en agrégats.....	31
Figure 20 : Variabilité de la disponibilité de l'eau en fonction de la nature du sol.....	31
Figure 21 : Précipitations moyennes mensuelles durant la période (1960-1998) station Ain Skhouna.....	44
Figure22 : Régime saisonnier d'Ain Skhouna.....	45
Figure 23 : Histogramme de l'évapotranspiration moyenne mensuelle.....	47
Figure 24 : Températures moyennes, minimales et maximales au niveau de station Ain Skhouna (1960 à 1998).....	48
Figure25 : Le diagramme ombro-thermique de Ain Skhouna.....	49
Figure 26 : Détermination du type de climat d'après le climagramme d'EMBERGER .	50
Figure27 : Position de AinSkhouna sur le diagramme de De Martonné.....	51
Figure28 :Tamis mécanique.....	58
Figure 29 : triangle de texture selon (DUCHAUFOR, 1988).....	59
Figure 30 : mesure de la sédimentométrie.....	60
Figure 31 : Mesure du pH	61
Figure 32 : Mesure de la Conductivité électrique.....	62
Figure 33 : détermination du calcaire total.....	63
Figure 34 : Mesure de l'humidité.....	64
Figure 35 : Mesure de la matière organique	65
Figure 36 : mesure de perméabilité	66
Figure37 : Variation du pH des échantillons du sol	73
Figure38 : Variation de la conductivité électrique de la pâte saturée du sol du périmètre dayet Zraguet.....	76
Figure39 : Variation de l'humidité H% entre les échantillons de sol	79

LISTE DE FIGURE

Figure40 : Variation de la matière organique entre les échantillons de sol	79
Figure41 : Variation de calcaire totale CaCO ₃ % entre les échantillons de sol.....	80
Figure 42 : Variation de la perméabilité des échantillons du SI et du SNI	81
Figure43 : Les teneurs des cations en mg/l des deux forages	83
Figure44 : Les teneurs des anions en mg/l des deux forages	84
Figure45 : Classification des eaux dans le diagramme de Piper	85

LISTE DES CARTES

Listes des cartes

Carte 01: carte de localisation le périmètre de dayet Zeraguet.....	34
Carte 02 : représentée les Trois formations géologiques au niveau Le périmètre de Dayet Zeraguet.....	36
Carte 03 : Carte des pentes de la zone d'étude.....	37
Carte 04: Carte d'exposition de la zone d'étude.....	38
Carte05 : La carte hypsométrique de périmètre de Dayet- Zeraguet faite à partir d'un MNT.....	39
Carte06 : Carte de réseau hydrographique de la zone d'étude.....	39
Carte 07 : carte de distribution des fourrages dans la zone d'Ain Skhouna.....	41
Carte 08: carte de localisation le périmètre de dayet Zeraguet.....	56
Carte09: carte Composition coloré localisation des échantillonnages dans le périmètre irrigué et non irrigué dayet Zerague.....	56
Carte 10: Carte situation du forage et le périmètre irrigué.....	68

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DE TABLEU

Tableau 1 : Tolérance des cultures à la salinité du sol CE (FAO).....	27
Tableau2 : Caractéristiques de la station météorologique utilisée.....	42
Tableau 3 : présentation des précipitations moyennes mensuelles de station d'Ain Skhouna (1960-1998).....	42
Tableau 4 : présentation de précipitation saisonnière en mm.....	43
Tableau 5 : nombre moyenne de jours de sirocco sur une période de 10 Ans à la station d'Ain Skhouna.....	45
Tableau 6 : évapotranspiration moyennes mensuelles ETP en (mm) durant la période 1960 à 1998.....	45
Tableau7 : Température moyennes, minimales et maximales en °c au niveau de la station de Ain Skhouna (1960-1998).....	46
Tableau8 : Répartition de la population d'Ain Skhouna.....	50
Tableau9 : le recensement de la population	51
Tableau10 : <i>localisation les cordonnés géographiques des stations</i>	55
Tableau 11 : <i>localisation les coordonnées géographiques des stations</i>	67
Tableau 12 : Résultats d'analyses physique du sol irrigué	71
Tableau 13 : Résultats d'analyses physique du sol non irrigué.....	71
Tableau 14 : Résultats d'analyses chimique du sol irrigué	72
Tableau 15 : Résultats d'analyses chimique du sol Non irrigué.....	72
Tableau16 : Résultats des analyses de l'humidité et la matière organique du sol	74
Tableau 17 : Répartition des classes des pH des sols étudiés du périmètre de Dayet...	75

LISTE DES TABLEAUX

Tableau18 : Classification des sols selon le (FAO).....	78
Tableau 19 : Résultats d'analyses physicochimique l'eau	82

Liste Des Abréviations

Liste des abréviations

°C : Degré Celsius

ANRH : agence nationale des ressources hydriques

D.G.F : directions générale des forêts

F.A.O : food and agriculture organization of the united nations

Gps: globale positioner système .

HCL : acide chlorhydrique – hydrochloric acid

m : Température moyenne minimale

MNT : model numérique de terrain

PH : potentiel hydrique

Q2 : quotient pluviométriques d'emberger

Q.E.I : Qualité des eaux à l'irrigation

SIG : systèmes d'informations géographiques

P1 : profile1

Introduction Générale

Introduction générale :

Les sols ont une vocation principale de production agricole et assurent le développement de la végétation naturelle comme support de la biodiversité. Les sols sont aussi des réacteurs biologiques qui assurent de nombreuses fonctions environnementales ainsi qu'ils maintiennent le développement des êtres vivants.

Des méthodes des diagnostics fiables de l'évaluation du fonctionnement et des modifications de la qualité du sol. Cette dernière est un concept qui a été développé pour caractériser l'utilité et la santé des sols. Sa définition donne lieu à de nombreuses interprétations qui répondent toujours aux préoccupations sociales et scientifiques actuelles (Doran *et al.*, 1994).

Les sols steppiques sont squelettiques, pauvres et fragiles à cause de la rareté de l'humus et de leur très faible profondeur, ils se présentent sous forme de mosaïque allant des sols anciens aux sols récents peu évolués. On distingue principalement:

- Les sols minéraux bruts (lithosols et régosols) localisés sur les sommets des djebels.
- Les sols peu évolués regroupant les sols d'origines colluviale des glacis, alluviale des lits d'oueds et des dayas et éolienne des formations sableuses fixées.
- Les sols calcimagnésiques caractérisés par des rendzines sur les versants des djebels, les sols bruns calcaires à accumulations calcaires, très répandus, et les sols à encroûtement gypseux, plus rares.
- Les sols isohumiques représentés par les glacis d'érosion et les sols halomorphes qui occupent les chotts et les sabkhas. (DJEBAÏLI1984).

La salinité des sols est présente dans la plupart des grands systèmes d'irrigation à travers le monde sous l'effet conjugué d'une mauvaise qualité des eaux d'irrigation, de l'aridité et d'un drainage insuffisant du sol et des aquifères. La salinisation apparaît comme la conséquence de divers processus complexes de redistribution des sels liés au fonctionnement hydrologique du milieu sous l'influence de l'irrigation et du drainage.

La superficie irriguée en Algérie est de l'ordre de 498 430 hectares dont 100.000 hectares dans les régions sahariennes et ce, pour une superficie agricole utile (SAU) d'environ 8.700.000 hectares. La superficie totale des sols cartographiés à différentes échelles est estimée à 7. 864.032 ha. La superficie des sols considérée apte à l'irrigation est de 2 230 000 ha (ANRH, 2003).

Problématique :

Le secteur agricole rencontre en fait de nombreux problèmes dont l'exploitation irrationnelle et inefficace des ressources en sols et en eaux, le manque d'intérêt accordé à la connaissance des sols avant leur mise en valeur et le manque de suivi des sols sous irrigation, ce qui engendre des problèmes de salinisation secondaire des sols irrigués, qui est une des formes de dégradation des sols les plus apparentes et rapides et la mauvaise gestion de l'eau d'irrigation et le dysfonctionnement du réseau de drainage.

Dans ce contexte et à partir de l'étude de la répartition spatiale de la salinité dans une parcelle de courge nous essayerons de comprendre le rôle des propriétés physiques et chimiques du sol .Quel est le rôle des propriétés physico-chimiques du sol ?

Quel est le rôle de l'eau sur l'évolution de la salinité des sols?

Chapitre01

Notions générales sur les bases des données géographiques

Introduction :

Il est quasi impossible d'élaborer et concevoir des solutions cartographiques sans exposer et comprendre avec précision tous les aspects concernant la définition et l'utilisation de l'information géographique.

A cet effet, nous allons présenter dans cette première partie tous les aspects et les notions fondamentales sur l'information géographique, et les fondements des systèmes d'informations géographiques comme outils indispensables pour mieux gérer ce type de données.

1. Bases des données géographiques:

1.1. Définition :

Une base de données (en anglais database) est une "structure de données permettant de recevoir, de stocker et de fournir à la demande des données à de multiples utilisateurs indépendants" (définition AFNOR-ISO, dictionnaire de l'informatique, 1989).

Quant aux bases de données géographiques, elles sont des outils opérationnels qui permettent d'organiser et de gérer l'information géographique sous forme numérique.

Ce sont des ensembles structurés de fichiers décrivant les objets ou phénomènes localisés sur la Terre (avec leurs attributs et leurs relations nécessaires à la modélisation de l'espace géographique). Ces ensembles sont munis d'un système de gestion permettant de les tenir à jour, de les archiver et de les diffuser.

Les bases de données constituent le socle sur lequel s'appuient les systèmes d'information géographique, qui analysent et exploitent les données pour en tirer des informations utiles à la décision.

1.2. Information géographique :

L'information géographique désigne toute information relative à un point ou un ensemble de points spatialement référencés sur la surface de la terre. Elle est d'importance primordiale pour tous ceux qui ont à gérer un espace ou des objets dispersés dans un espace donné.

La définition de chacun des composants, information et système d'information géographique contribue à en préciser le contour:

L'information est dite géographique lorsqu'elle se rapporte à un ou à plusieurs lieux de la surface du globe terrestre. Cette information possède la caractéristique d'être localisée, repérée ou géocodée. En d'autres termes, elle comprend toutes les données localisables sur le territoire, sous forme de points, de cartes, de tableaux, d'images, etc Elle renseigne sur:

- le territoire,
- la localisation et la répartition des ressources naturelles et environnementales,
- les infrastructures (routes, immeubles, équipements, etc.),
- la population (caractéristiques socioéconomiques, sociodémographiques, etc.);
- les domaines administratifs et juridiques.

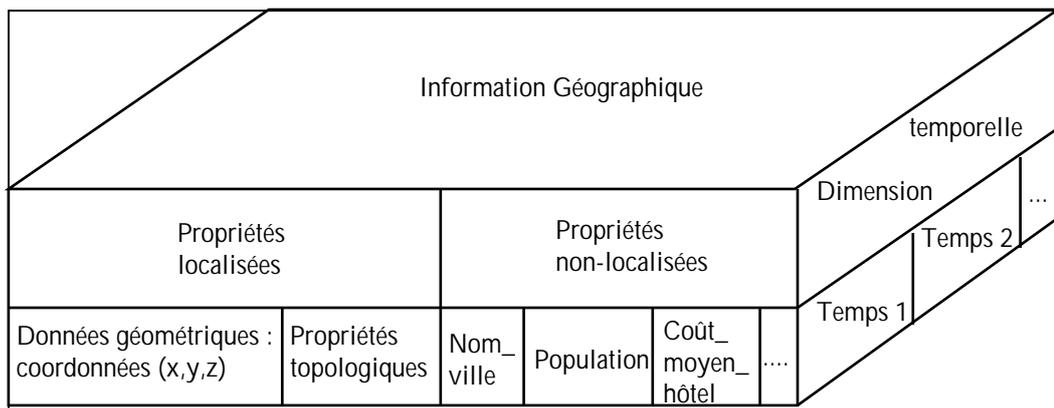


Figure1 : L'aspect de l'information géographique.

L'information géographique possède plusieurs stades d'existence. Elle doit être acquise, c'est-à-dire perçue, par différents moyens, pour ensuite pouvoir être utilisée en la stockant dans des cartes ou dans des bases de données alors appelées bases de données spatiales (Figure2).

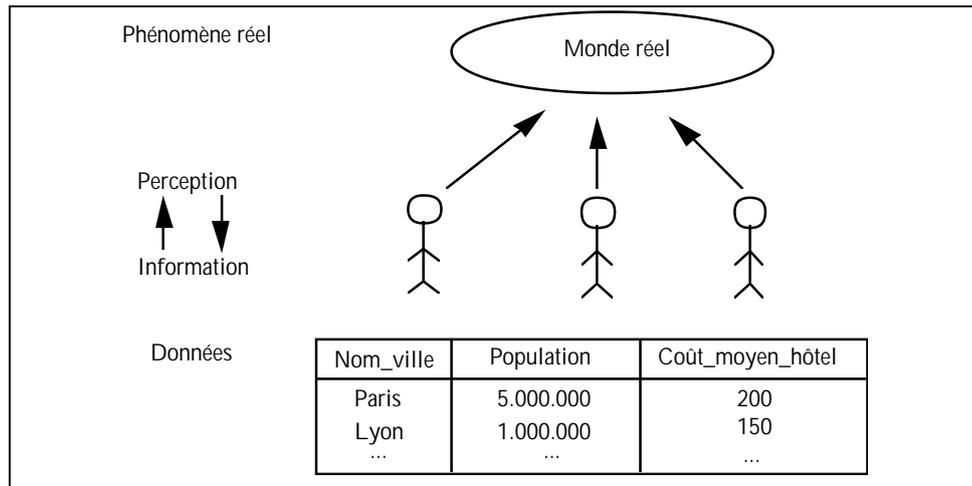


Figure2 : Les différents stades de l'information géographique

1.3. Représentation de l'information géographique :

Les objets de la surface terrestre peuvent être modélisés et représentés sous plusieurs formes.

Selon le mode dont elles sont décrites, on distingue deux modes de représentation numériques de celles-ci :

1.3.1. Le mode vecteur :

Les données géographiques sont représentées à l'aide de formes géométriques de type linéaires, ponctuelles ou surfaciques (Figure 3).

Ce mode utilise les trois objets de base suivants:

- points ("ponctuels"): forage, points géodésiques...
- lignes ("linéaires"): routes, rivières...
- surfaces ("polygones"): parcelles, communes...

Selon l'échelle d'analyse, un fleuve pourra être une ligne ou bien un polygone comme une ville pourrait être un point ou un polygone...

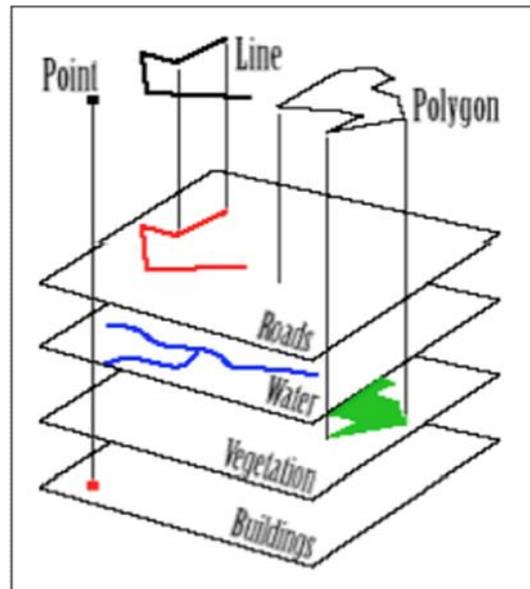


Figure3 : La représentation en mode vecteur

Ce mode de représentation offre les avantages suivants :

- Il est plus facile de représenter les formes complexes ou linéaires.
- donne une représentation très conforme à la réalité,
- la localisation et les dimensions des objets sont calculés avec précision,
- permet d'individualiser les objets, donc leur attacher des attributs,
- ainsi, le poids du fichier est réduit.

1.3.2. Le mode Raster :

Le format raster des données représente la réalité par des cellules de grille uniformes d'une résolution spécifique. Chaque carré (ou cellule de grille) couvre une aire géographique donnée et une valeur d'attribut est assignée à la cellule (Figure 4).

La cellule de grille est la plus petite unité géographique dans un SIG raster, elle est connue comme 'l'unité cartographique minimale'. La résolution dépend de la taille de la cellule de la grille, Plus la cellule est grande, moins l'information est précise, plus la grille est petite, plus la résolution est grande et plus la base de données est grande parce qu'il y a plus de détails.

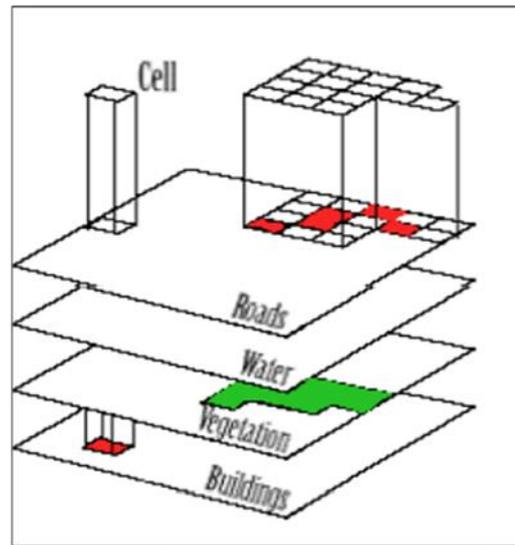


Figure.4 : La représentation en mode raster

Ce mode de représentation des données géographiques a comme avantages:

- Facilité d'utilisation: Les données sont sous forme de tableau. Par rapport au mode vecteur, la dimension thématique est donnée par des valeurs numériques de la grille et la dimension spatiale est déduite par la position relative du pixel dans la grille.
- Le croisement des données est facile à réaliser: toutes les grandeurs sont ramenées à la même unité de base (le pixel).
- Il se prête bien à certains types de traitements numériques car chaque pixel contient une valeur numérique (ex: classification supervisée). Cette valeur est stockée dans un canal (raster monocanal) ou plusieurs canaux (raster multi-canal), chacun d'eux représentant une information distincte. Le canal est au raster ce que l'attribut est au vecteur.

Néanmoins, le mode raster peut avoir certains inconvénients tels que :

- fichier lourd en mémoire,
- manque de précision,
- qualité médiocre des documents à l'impression (phénomène d'aliasing ou marches d'escalier),
- pas d'individualisation des objets.

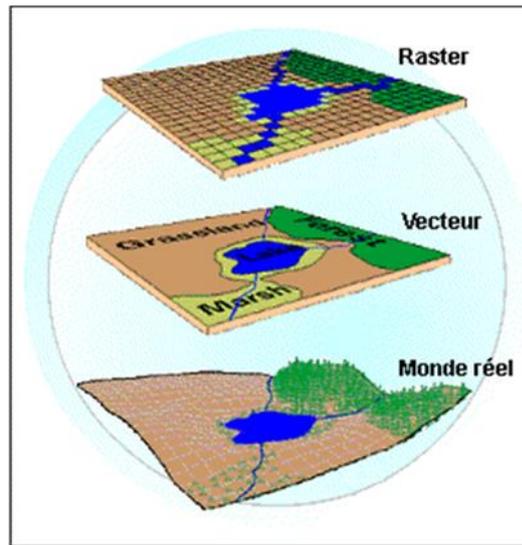


Figure5 : Comparaison mode vecteur/ mode raster

1.4. Description des informations géographiques :

Les données géographiques sont décrites selon 3 niveaux de description (Figure 6):

- **le niveau géométrique** : représente les données géométriques qui décrivent la forme et la position des données géographiques. Elles sont représentées par des points, des lignes ou des surfaces et repérées dans un système de projection retenu, donc superposables avec les autres données.
- **le niveau sémantique** : représente les données attributaires qui fournissent les informations caractérisant la donnée géographique. Ces attributs peuvent être de type numérique, date, texte, ... ou un mélange de plusieurs types. On les désigne globalement par le terme de données alphanumériques. Ainsi, à chaque donnée géométrique est attribuée une fiche contenant des informations associées (nom de la ville, code de la commune, type d'occupation du sol, nombre d'habitant ...).
- **le niveau topologique** qui décrit les relations spatiales entre chaque objet avec ses voisins.

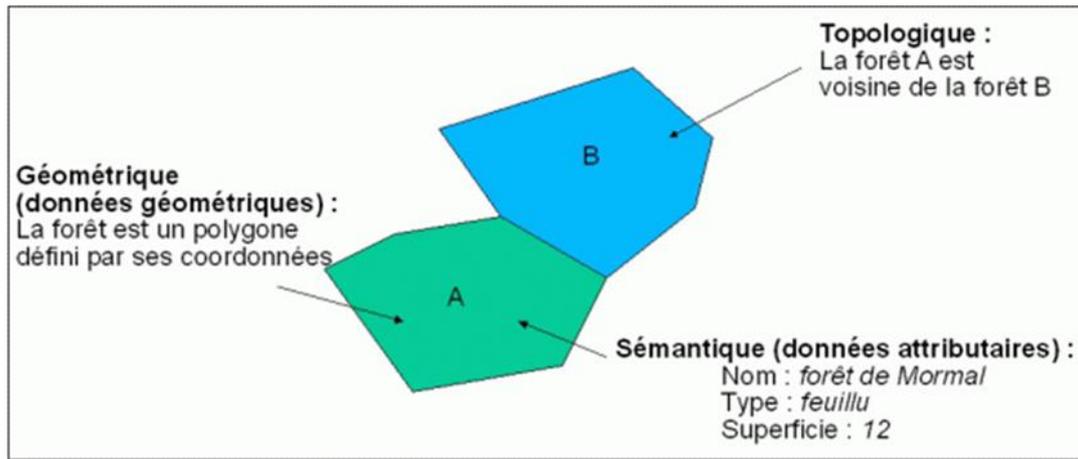


Figure6 : Les trois niveaux de description des informations géographiques

1.5. Localisation de l'information géographique :

Les données attributaires ne possédant pas de géométrie, elles possèdent toutefois les informations alphanumériques permettant leurs propres localisations. Donc on peut dire que les données ne seront localisables que par leurs attributs qui permettent de les localiser.

Ces informations de localisation peuvent être de différentes formes. Ces dernières sont les résultats d'une opération primordiale appelée « le géocodage » qui n'est que la procédure consistant à ajouter une composante géographique (point, ligne surface) à des données localisables, à partir des données attributaires contenant l'information de localisation.

1.5.1. Systèmes de coordonnées :

Dans la plupart des projets S I G, on procède tout d'abord à un découpage géographique de l'espace, qui délimite la zone d'étude. La première étape est de géo référencer cet espace, c'est à dire le délimiter précisément par des coordonnées cartographiques (ou géographiques). C'est cette conformité qui permettra de superposer des plans de diverses natures. Pour assurer cette superposition, les différentes couches d'informations géographiques doivent avoir le même système de référence.

Ce sont les navigateurs qui, les premiers, ont utilisés des coordonnées mesurées à partir des étoiles, pour caractériser leur position sur les océans. .

A l'origine, les coordonnées utilisées par les navigateurs en se référant sur les étoiles ont été définies sur la sphère terrestre puis, quand on s'est aperçu que la Terre avait la forme d'une sphère aplatie, sur un ellipsoïde de révolution (sphère aplati aux pôles). En fait la Terre n'ayant pas une forme mathématique parfaite, il existe plusieurs ellipsoïde dits géodésiques qui s'en rapprochent ou ou moins. Ils sont caractérisés par leur centre (centre des masses de la Terre), leur axe de révolution (l'axe des pôles terrestres), leurs dimensions, leur méridien d'origine (celui de Greenwich par convention internationale) (Figure 7).

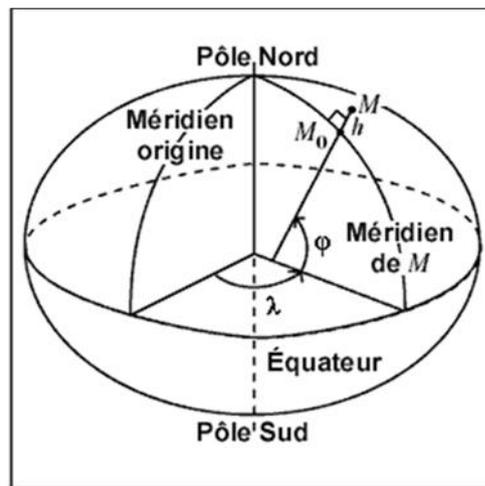


Figure7 : Définition d'un système de référence spatial

A partir cette modélisation mathématique de la forme de la terre, on peut y tirer trois types de coordonnées :

✓ **Coordonnées géographiques:**

Tout point M de la surface terrestre peut être projeté sur un ellipsoïde géodésique en un point P et défini par ses deux coordonnées géographiques :

- **la longitude:** du point est l'angle orienté entre le plan méridien origine (Greenwich, par convention) et le plan méridien de ce point.

- **la latitude** : est l'angle orienté, dans le plan méridien du point, entre l'équateur et la normale à l'ellipsoïde en ce point.

Les lignes imaginaires tracées sur l'ellipsoïde à latitude constante s'appellent des parallèles, et les lignes imaginaires à longitude constante sont des méridiens (Figure 8.a).

✓ **Les coordonnées rectangulaires :**

On passe des coordonnées géographiques "courbes" (définies sur l'ellipsoïde) aux coordonnées rectangulaires d'une carte "plane" par une transformation mathématique (qu'on appelle aussi projection) (Figure 8.b).

✓ **Les coordonnées tridimensionnelles :**

Depuis l'avènement des satellites artificiels, l'emploi de coordonnées tridimensionnelles dans l'espace euclidien s'est généralisé. Plutôt que d'utiliser des coordonnées géographiques sur l'ellipsoïde puis de projeter celles-ci sur le plan de la carte, il est apparu plus simple, pour calculer notamment les trajectoires des satellites, d'utiliser directement le système d'axes tridimensionnels dans lequel sont localisés les ellipsoïdes géodésiques (Figure 8.c).

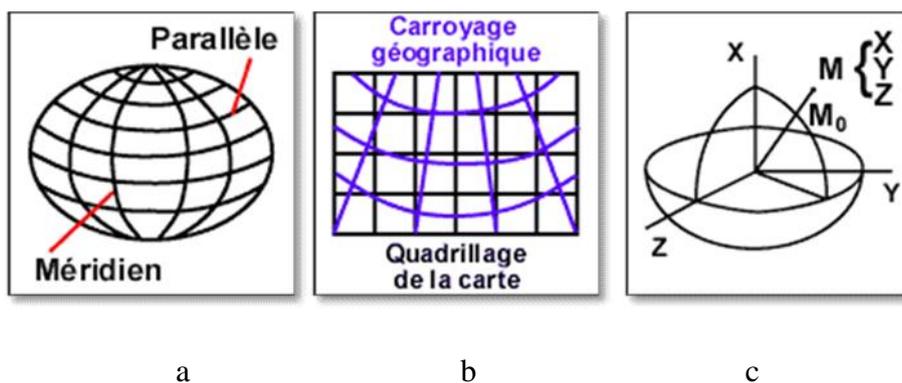


Figure 8 : (a) Coordonnées Géographiques, (b) rectangulaires et (c) tridimensionnelles

1.5.2. Projections cartographiques :

La Terre peut être représentée sous forme irrégulière dite « un géoïde » (en prenant le niveau moyen des mers), c'est à dire une sphère irrégulière, pour la représenter, il faut donc trouver un modèle mathématique qui corresponde le mieux à la surface topographique de la Terre (Figure9).

La surface utilisée est donc un ellipsoïde (dit de révolution), un volume géométrique régulier proche du géoïde. Afin de représenter cet ellipsoïde sur une surface plane, on utilise différents systèmes de projections.

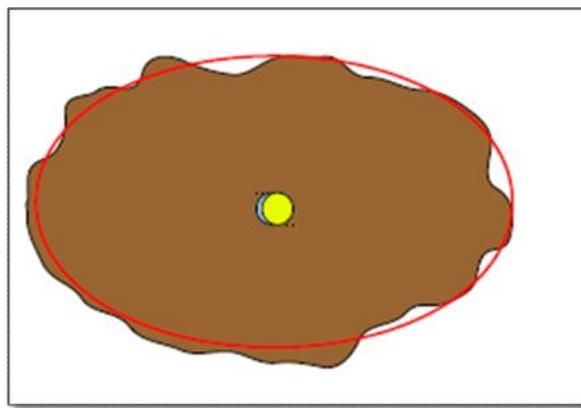


Figure9 : Le géoïde et l'ellipsoïde de révolution

Il existe un grand nombre de types de projection : Elles présentent toutes des défauts et des avantages. Il faut donc choisir la meilleure en fonction de l'application:

- en fonction de l'étendue de la carte : Plus l'étendue est grande, plus les déformations sont importantes. Mais souvent, on attend des cartes de faible étendue d'être très précises.
- en fonction de la région (ex: polaire ou non)
- en fonction du type de traitement / d'affichage: en statistique: conservation des aires, en navigation: conservation des angles, ...
- pour des raisons légales, historiques, et/ou de disponibilité des informations.

Les projections peuvent être classées selon la surface sur laquelle on fait la projection:

- les projections cylindriques.
- les projections coniques.
- les projections azimutales (sur un plan).

On présente le principe et des exemples des différentes projections dans la figure ci-dessous :

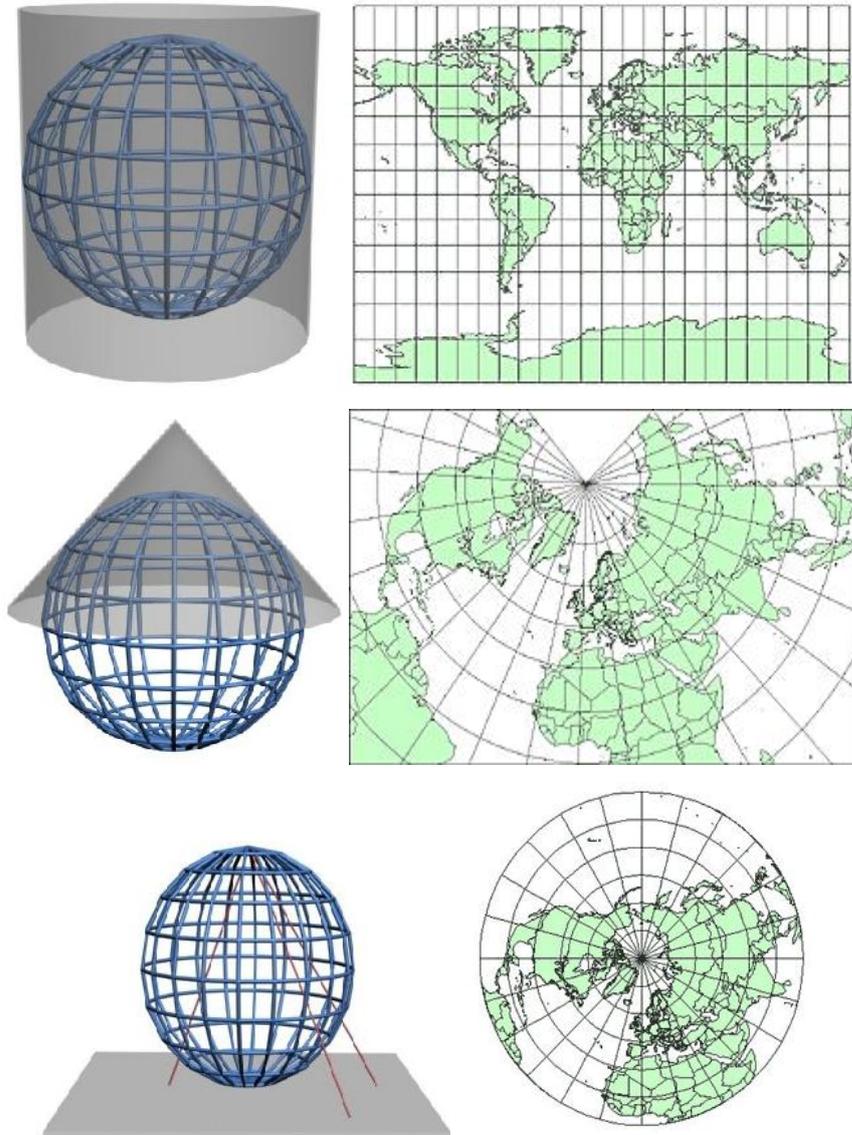


Figure10 : Les différents types de projections

Voici quelques systèmes de projections connus

- Celui conforme de Mercator: conserve les angles mais altère les surfaces (cartes militaires, de navigation...),
- Celui équivalent de Lambert: conserve les surfaces mais altères les angles (cartes politiques, démographiques...),
- Celui Phylactique qui altère les angles et les surfaces,

1.6. Sources de données géographiques :

Il existe trois manières principales d'acquérir l'information géographique: l'arpentage, la photogrammétrie et la télédétection.

a. L'arpentage (levé terrain) :

il relève essentiellement du travail des géomètres. Il consiste à mesurer la localisation d'entités à la surface de la Terre, selon les trois dimensions de l'espace (dimensions horizontales ou verticales). La précision de la mesure est de l'ordre de 0,1 mètre.

La technique de l'arpentage consiste à déterminer la position d'une entité par rapport à trois repères fixes. Ces repères (appelés repères géodésiques) sont localisés très précisément dans l'espace. Leur nombre est limité et fixe. Ils constituent un maillage du territoire. Ce maillage est maintenant complété par un Système de Positionnement Global (G P S). Ce système détermine la localisation des entités par l'intermédiaire de satellites qui positionnent ces entités par rapport à des bornes G P S fixes. L'arpentage permet de réaliser des relevés topographiques. Ces relevés seront ensuite recensés dans une carte.

L'arpentage est essentiel car il permet de réaliser des cartes à très grande échelle (de l'ordre du 1/200). Ces cartes sont la base de la gestion de réseau en zone urbaine. Le guidage d'un véhicule dans une ville, par exemple, nécessite de posséder une très bonne précision sur le réseau routier.



Figure11 : Exemple d'un levé terrain

b. La photogrammétrie :

A partir d'appareils photographiques ou de caméras aéroportées (avion, ballon, ...), il est possible d'avoir de nombreux détails de la surface de la terre.

La photogrammétrie est une technique qui permet d'exécuter des mesures spatiales à partir de photos ou d'autres images numériques. Cette technique étudie également la création même de l'image et sa correction géométrique, notamment pour le calcul d'orthophotos. Puis, peut-être: scannée ou numérisée (directement intégrable sur un disque dur), orthorectifiée (corrigée des déformations d'échelle dues aux différentes altitudes, à l'assiette de l'avion, on obtient alors une orthophotographie). Elle fournit des photos aériennes de la surface de la Terre.

La précision de la mesure est de l'ordre du mètre. Elle dépend cependant de l'altitude à laquelle la photographie a été réalisée et sa précision dépend de la dimension du plus petit détail visible (notion de résolution).

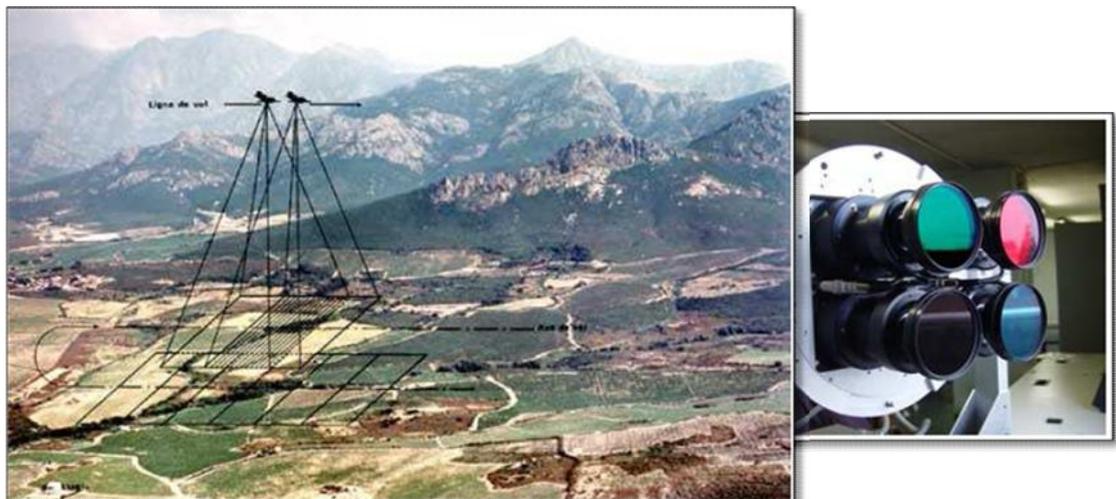


Figure12 : (a) Prise de vues avec un avion , (b) exemple de caméras de prises de vue

La photogrammétrie est à l'origine de la plupart des données topographiques (altitudes de surface) utilisées à la base des S I G.

Le but recherché par la photogrammétrie est de localiser et restituer de façon précise les caractéristiques géométriques (forme, dimensions, orientations relatives) d'un

objet à partir d'une ou plusieurs images. Images aériennes (axe vertical) pour la cartographie Images terrestres (axe oblique) pour la photogrammétrie architecturale.

c. La télédétection :

Elle fournit des images prises par des caméras depuis des plates-formes aériennes ou satellitaires (ex. Figure13). Les informations observées sont captées grâce à la longueur d'émission de leurs ondes électromagnétiques. Elles peuvent être captées sous forme analogique (par photographies du spectre observé) ou numérique (transmises à une station au sol ou enregistrées à bord des plates-formes). Les observations issues de la télédétection dépendent du spectre de longueur d'ondes observé. Ce spectre peut aller jusqu'aux infrarouges et aux ondes radar, ce qui permet de percevoir des informations non visibles pour l'œil humain. L'échelle de saisie de l'information est très variable. Elle dépend de l'altitude du satellite, des caractéristiques de l'instrument de prise de vues...

La précision est donc également très variable. Une fois saisies, ces données sont analysées afin d'identifier les entités présentes sur l'image. Ce processus d'analyse est souvent très complexe et très difficile.

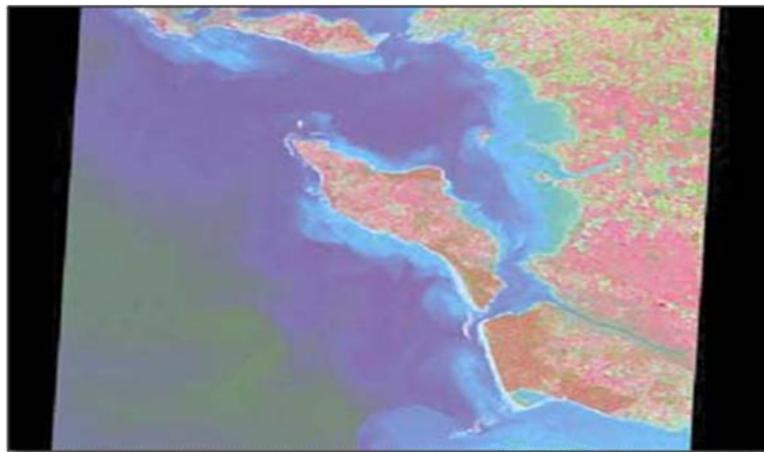


Figure13 : Image spatiale acquise par un satellite

2. Traitements des données géographiques :

Le traitement des données géographiques se fait à l'aide des systèmes dédiés à ce type de données appelés « Systèmes d'informations géographiques ».

Un SIG a pour but d'informer sur la géographie d'un espace donné. Il s'appuie donc sur un certain nombre de bases de données géographiques, qu'il permet d'intégrer, de gérer, de traiter et de représenter sous forme de cartes.

2.1. Définition d'un S.I.G :

Un SIG (Système d'Information Géographique) automatisé est un système informatique permettant à partir de divers sources, de rassembler et d'organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement, contribuant notamment à la gestion de l'espace (**ould ahmed bamba 2005**).

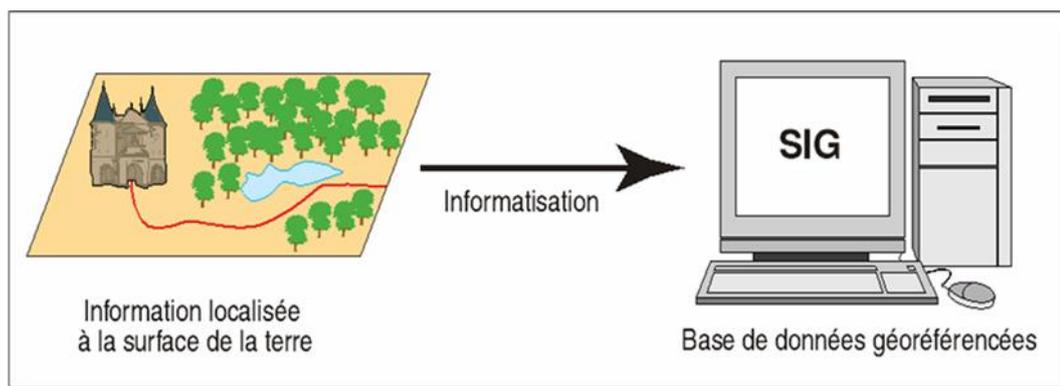


Figure14 : Le principe d'un SIG

2.2. Fonctionnalités d'un SIG :

Les SIG consistent à aider les usagers à mieux comprendre les données, c'est-à-dire à les comprendre plus facilement et plus rapidement.

Grâce aux SIG, il est, par exemple, possible d'effectuer diverses analyses de localisation afin d'identifier les meilleurs sites d'élevage, ou encore d'identifier le chemin optimal pour se rendre dans un lieu spécifique.

Pour se faire, Les SIG doivent remplir les fonctionnalités ci-dessous, plus connues sous l'acronyme 5 A (Figure 15).

2.2.1. Abstraction :

Elle consiste en deux étapes principales :

- **Modélisation** : Cette étape est nécessaire avant toute numérisation, elle sert de point de départ de la constitution des bases de données géographiques, et de support de dialogue entre les différents intervenants (décideurs, utilisateurs, prestataires,). Le but de modéliser est de se faire comprendre par le plus grand nombre.
- **Intellectualisation** : La deuxième étape consiste à trouver le logiciel qui soit capable de transcrire et de « stocker, le schéma conceptuel de données.

2.2.2. Acquisition :

Elle consiste à se poser la question de savoir où trouver l'information. On distingue à cet effet trois sources d'acquisition de l'information :

- Les organismes nationaux ou internationaux producteurs ou revendeurs
- Les Producteurs locaux, cabinet de géomètres, sociétés de services, service de l'Etat, collectivités territoriales, concessionnaires de réseaux, SIR
- Les prestataires : numérisation du cadastre, localisation du patrimoine communal.

2.2.3. Archivage :

Il permet de stocker les données acquises et de les retrouver facilement.

2.2.4. Analyse :

On distingue deux types d'analyse :

- L'analyse spatiale à partir de la sémantique : C'est la description qualitative et/ou quantitative d'un espace à partir de données alphanumériques stockées dans l'objet géométrique ou dans une base de données externe via un lien. Cette analyse peut se faire par requête, par calcul. La cartographie en est souvent le support.

- Analyse spatiale géométrique : Cette analyse se base sur la position de l'objet, sa forme, et les relations qui existent éventuellement. La distance entre objets est une des fonctionnalités simples de l'analyse spatiale.
 - On peut travailler sur les relations entre les objets, par exemple en sélectionnant suivant une distance, une intersection, un positionnement, sans modifier les objets.
 - On peut travailler sur la topologie quand elle existe.
 - On peut manipuler de la donnée en la découpant, la joignant, l'excluant.

2.2.5. Affichage :

Son but est de permettre à l'utilisateur d'appréhender des phénomènes spatiaux dans la mesure où la représentation graphique respecte les règles de la cartographie. L'affichage sert à communiquer :

- Sur un ordinateur lors de l'élaboration d'une étude ;
- Sur Internet en respectant des contraintes de poids, de couleur, de format ;
- Sur papier pour des documents de travail, des rapports, des documents de promotion ;
- Et actuellement même sur des assistant numériques personnel et téléphones mobiles.

Si l'affichage n'est pas le cœur du système, il reste un élément très important grâce au pouvoir de communication de la carte.

Le S.I.G. se décompose en un canevas affichant les cartes et une interface graphique pour gérer les différentes fonctions du S.I.G. Les fonctions intégrées dans le S.I.G. sont :

- une fonction de lecture des données
- des fonctions de zoom
- une fonction d'identification d'un objet
- une fonction d'impression
- une fonction de requête
- des fonctions permettant de tracer des courbes, des lignes, des polygones

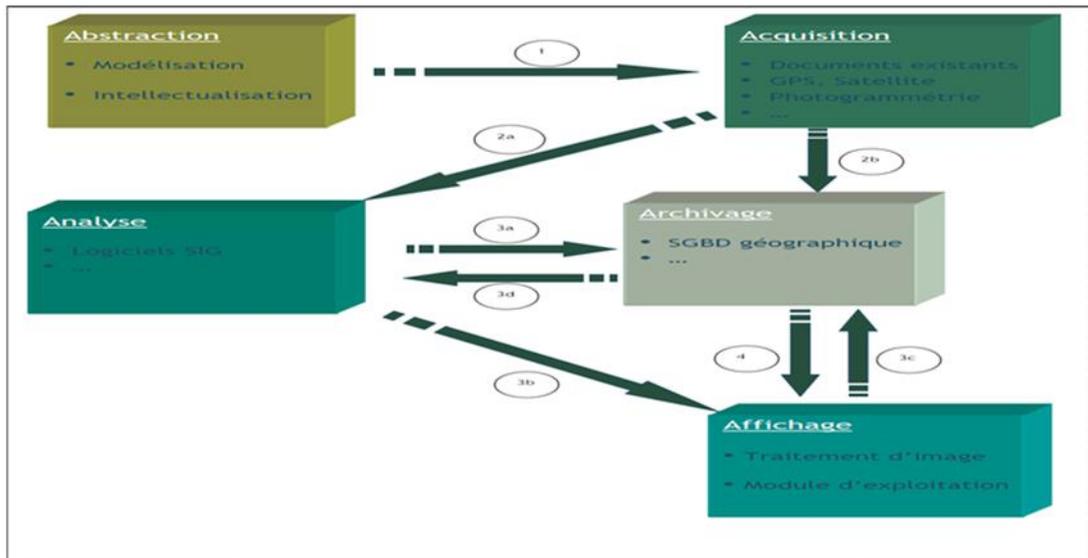


Figure15 : Les fonctionnalités d'un SIG

2.3. Formats de données manipulés par un SIG

Les SIG utilisent des informations à références spatiales stockées sous formats numériques. Ces dernières existent en diverses variétés. On présente les formats de données les plus répandus dans le monde de l'information géographique.

a. Format vecteur SHAPE :

Le *shapefile*, ou "fichier de formes" est un format de fichier issu du monde des Systèmes d'Informations Géographiques (ou SIG).

Initialement développé par ESRI pour ses logiciels commerciaux, ce format est désormais devenu un standard *de facto*, et largement utilisé par un grand nombre de logiciels libres (Grass, Udig, QGIS, GvSIG ...) comme propriétaires (VectorWorks, Autodesk Map 3D ...).

Il contient toute l'information liée à la géométrie des objets décrits, qui peuvent être :

- des points
- des lignes
- des polygones

Son extension est classiquement SHP, et il est toujours accompagné de deux autres fichiers de même nom, et d'extensions :

- un fichier DBF, qui contient les données attributaires relatives aux objets contenus dans le shapefile
- un fichier SHX, qui stocke l'index de la géométrie

b. Format vecteur KML :

KML (*Keyhole Markup Language*) que l'on peut traduire par « langage à base de balises géolocales », est un langage basé sur le formalisme XML et destiné à la gestion de l'affichage de données géospatiales dans les logiciels Google Earth, Google Maps, Google Mobile et World Wind.

KML est aussi un standard international : Consortium Géospatial Ouvert.

Les fichiers KML peuvent également se présenter avec l'extension .kmz qui est la version zippée du fichier KML.

Exemple :

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2">
  <Document>
    <Placemark>
      <name>New York City</name>
      <description>New York City</description>
      <Point>
        <coordinates>-74.006393,40.714172,0</coordinates>
      </Point>
    </Placemark>
  </Document>
</kml>
```

c. Format raster GeoTiff :

Le GeoTIFF est un standard du domaine public permettant d'ajouter des informations de géoréférencement à une image TIFF (projection, système de coordonnées, datation, ...). L'enregistrement des métadonnées de géoréférencement utilise la possibilité offerte par le format TIFF de pouvoir définir de l'information

additionnelle sous forme de tags spécifiques. Le format TIFF définit nativement un certain nombre de tags (voir les Métadonnées TIFF).

L'objectif des spécifications du GeoTIFF consiste à permettre de décrire toute information « cartographique » associée à une image TIFF provenant d'un système d'imagerie satellite, de photographie aérienne scannée, de cartes scannées, de modèle d'élévation digital, ou du résultat d'analyse géographique.

3. Conclusion :

Les Systèmes d'informations géographiques ont devenus ces dernières décennies des outils indispensables pour toute analyse et gestion d'un territoire spatialement référencé, et cela vus les outils et les différentes fonctionnalités offerts pour des traitements très adéquats.

Le développement des « SIG » recouvre une grande variété de réalisations et productions logicielles construites suivant des choix techniques différents, aux fonctionnalités et aux performances très diverses.

Chapitre 02

La salinité

1. La salinisation des sols :

1.1. Définitions :

A actualisé la définition de la salinisation comme étant un phénomène par lequel un sol devient sur salé. La salinisation résulte le plus souvent de l'irrigation de sols mal drainés sous climat aride. La stagnation de l'eau dans les couches superficielles du sol par défaut de drainage se traduit par une accumulation de sels dans les horizons les plus superficiels, car les mouvements ascendants, liés à la forte évaporation due au climat chaud et aride, excèdent de beaucoup l'infiltration et donc le lessivage. (François ; 2008)

1.2. Les caractères des sels :

1.2.1. La solubilité des sels :

La composition de la solution, le pH et la température sont les paramètres influençant la solubilité des sels. Les sels se solubilisent par des formes différentes. En effet, les chlorures sont les plus solubles, les sulfates, les carbonates et les bicarbonates sont moyennement solubles. En revanche, lorsque les sulfates et les carbonates sont associés au calcium, ils deviennent presque insolubles

1.2.2. Le mouvement des sels :

Les sels dans le sol peuvent se déplacer d'un horizon à un autre sous l'action de divers facteurs. Les sels les plus solubles sont généralement les plus mobiles. Le mouvement des sels dépend des états physiques de l'eau du sol, du gradient de température existant dans ce sol, et de la texture des sols etc. (François ; 2008)

1.3. La genèse d'un sol salin et/ou sodique :

La formation d'un sol salin ou sodique résulte généralement de l'accumulation des sels dans les horizons de surface, la salinité se produit si :

$$CE_i \times Q_i > CE_d \times Q_d$$

CE_i : conductivité électrique moyenne de l'eau d'irrigation.

Q_i : quantité d'eau d'irrigation.

CE_d : conductivité électrique moyenne de l'eau de drainage.

Q_d : quantité d'eau de drainage

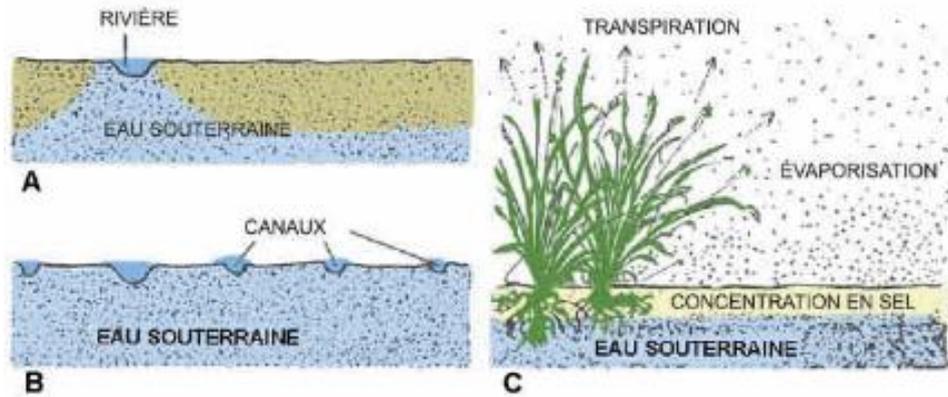


Figure16 : Le mécanisme du phénomène de salinisation des sols

La figure 16 de mettant en évidence le mécanisme du phénomène de salinisation des sols. L'irrigation (A) entraîne une stagnation de l'eau dans les sols (B) due au manque de drainage d'où résulte l'accumulation des sels en surface suite à l'évaporation (C). (François ; 2008)

1.4. Description de l'origine de la salinité :

La salinisation des sols est un processus anthropogénique, alors que la salinité du sol est un élément naturel et un facteur écologique constitué par la teneur en sel (NaCl : représente un facteur limitant de première importance car, au-delà d'environ 5 pour 1 000, il interdit le développement des plantes) des eaux ou des sols. C'est un facteur limitant de nombreux écosystèmes. L'excès de sel dans les sols empêche le développement d'une végétation normale, seules quelques plantes halophiles pouvant y croître. À l'opposé, la carence en sel des sols peut entraver le développement de certaines populations animales. On a ainsi pu mettre en évidence que la déficience en chlorure de sodium édaphique s'accompagnait de très faibles densités de population de campagnols dans les prairies naturelles.

La salinisation est contrôlée par un ensemble de facteurs liés aux conditions environnementales (climat, hydrologie), l'approvisionnement en eau et aux systèmes de contrôle (irrigation, drainage), et aux pratiques culturales (type et la densité du couvert végétal et les caractéristiques d'enracinement). Ces facteurs influent sur l'équilibre en eau du sol et donc le mouvement et l'accumulation de sels dans le sol. . (François ; 2008)

1.5. Les Types de la salinité des sols

1.5.1. La salinité primaire (ou Naturelle) :

La salinité primaire s'explique par l'accumulation de sels dans le sol ou d'eaux souterraines sur une longue période de temps en deux processus naturels :

- L'altération des matériaux de base contenant des sels solubles : Les processus d'altération des roches se décomposent et la libération des sels solubles de divers types, principalement des chlorures de sodium, de calcium et de magnésium, et dans une moindre mesure, les sulfates et les carbonates. Le chlorure de sodium est le sel le plus soluble.
- Le dépôt de sels océaniques effectués dans le vent et la pluie : «les Sels cycliques" sont des sels de l'océan amenés par le vent et déposés par la pluie, et sont principalement le chlorure de sodium. (François ; 2008)

1.5.2. La salinité secondaire (ou d'origine humaine) :

La salinisation secondaire est le résultat des activités humaines qui modifient l'équilibre hydrologique du sol entre l'eau appliquée (irrigation ou de pluie) et de l'eau utilisée par les cultures (transpiration).

Les causes les plus fréquentes sont :

- Le défrichement des terres et le remplacement de la végétation pérenne avec des cultures annuelles,
- L'utilisation des eaux d'irrigation riches en sel,
- Un drainage insuffisant et un système d'irrigation déséquilibré...

Avant l'intervention des activités humaines, dans des climats arides ou semi-arides, l'eau utilisée par la végétation naturelle a été en équilibre avec la pluie. A la compensation de mode d'irrigation, nous avons distingué une modification des interrelations entre le système pédosphérique, le système hydrosphérique et le système atmosphérique qui ont été en équilibre, entre autre les précipitations d'une part, et l'eau d'irrigation sur l'autre et la physico-chimie des sols d'autre part.

L'excès d'eau soulève la nappe souterraine et mobilise des sels précédemment stockés dans le sous-sol et les amène jusqu'à la zone des racines. Les plantes utilisent l'eau et laissent le sel jusqu'à ce que l'eau du sol devienne trop salée pour l'absorption d'eau par les racines des autres.

L'eau s'évapore en laissant des dépôts de sels à la surface et formant ainsi «brûlure du sel » dans des cas. Le sel peut également se mobiliser latéralement vers les cours d'eau pour augmenter leur degré de salinité. (François ; 2008)

2. La différence entre la salinisation et la sodisation des sols :

Défini la sodisation comme étant l'accroissement du taux de sodium échangeable d'un sol dû à diverses modifications physico- chimiques, dont résultent une défloculation des argiles et une obturation des pores qui entravent la circulation de l'eau. Le sol devient de ce fait imperméable et donc infertile. (François , 2008)

En revanche, le sol sodique est le sol dont la structure pédologique est conditionnée par la teneur en sodium. Les principaux types de sols sodiques sont les solonetz, les solontchaks et les soloths. (François , 2008)

Le sodium (Na^+) forme un taux d'accroissement élevé de tous les cations liés à des charges négatives sur les particules d'argile qui composent le complexe du sol. Les particules d'argile chargées négativement sont maintenues ensemble par des cations divalents. Lorsque les cations monovalents tels que Na^+ déplacent les cations divalents sur le complexe du sol, et la concentration de sels solubles libres est faible, le complexe se gonfle et les particules d'argile se séparent.

Dans les milieux semi-arides, les profils de sols sont couramment salins ou sodiques, où le sel s'est accumulé en raison de la faible perméabilité du sous-sol sodique. Les sols salins et les sols sodiques sont très répandus dans les zones arides et semi-arides du monde. Les sels provenant de précipitations ou de réactions d'altération s'accumulent dans les zones saturées dans le sous-sol pour qu'ils permettent l'infiltration d'eau d'une manière très lente. La salinité transitoire indique la variation saisonnière et spatiale de l'accumulation de sel dans la zone racinaire n'est pas influencée par les processus et les eaux souterraines de la nappe phréatique en hausse (rengasamy, 2002).

La salinité transitoire fluctue en profondeur en raison de la configuration des pluies saisonnières. Elle est dominée dans les différents paysages du monde. Probablement, les deux tiers de la superficie agricole de L'Australie à un potentiel de la salinité transitoire sont associés aux eaux souterraines (rengasamy, 2002).

3. La sensibilité des plantes au stress salin :

3.1. Classification des plantes selon leur tolérance à la salinité :

La résistance d'une plante à la salinité s'exprime par sa capacité à survivre et à produire dans des conditions de stress salin. Cependant, les plantes ne sont pas égales face au stress salin. Suivant leur production de biomasse en présence de sel, quatre grandes tendances ont été discernées.

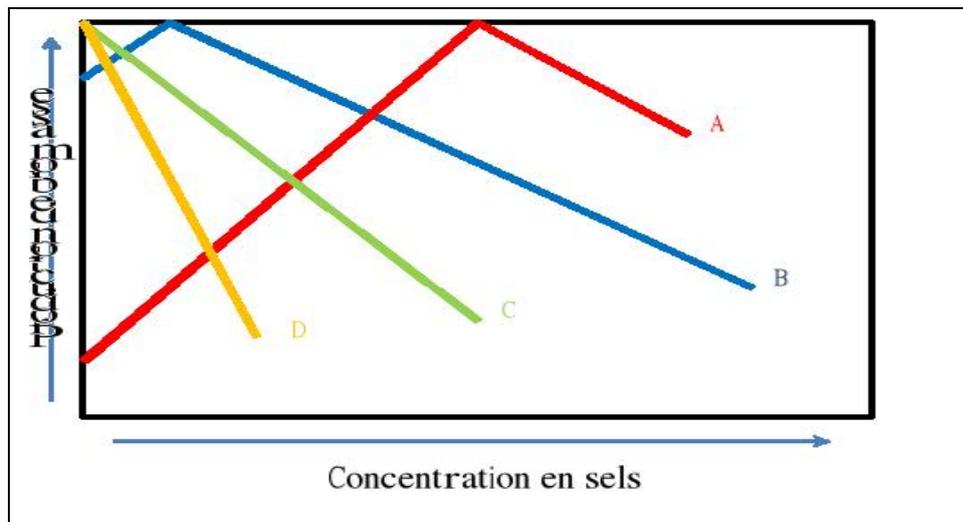


Figure 17 : Production de biomasse de différents groupes de plantes suivant la salinité

- A. Les Halophytes vraies, dont la production de biomasse est stimulée par la présence de sel. Ces plantes présentent des adaptations poussées et sont naturellement favorisées par ces conditions : *Salicornia europaea*, *Suaeda maritima*...
- B. Les Halophytes facultatives, montrant une légère augmentation de la biomasse à des teneurs faibles en sel : *Plantago maritima*, *Aster tripolium*...
- C. Les Non-Halophytes résistantes, supportant de faibles concentrations en sel : *Hordeum* sp. ...
- D. Les Glycophytes ou Halophobes, sensibles à la présence de sel : *Phaseolus vulgaris*, *Glycine max*

3.2. Tolérance des cultures à la salinité du sol :

La sensibilité des cultures au stress salin se traduit par une réduction du rendement. Le seuil de tolérance à la concentration de sel dans la zone racinaire est propre à chaque culture. Le plus souvent le seuil de tolérance des cultures est exprimé par la CE de l'extrait de pâte saturée du sol (CE).

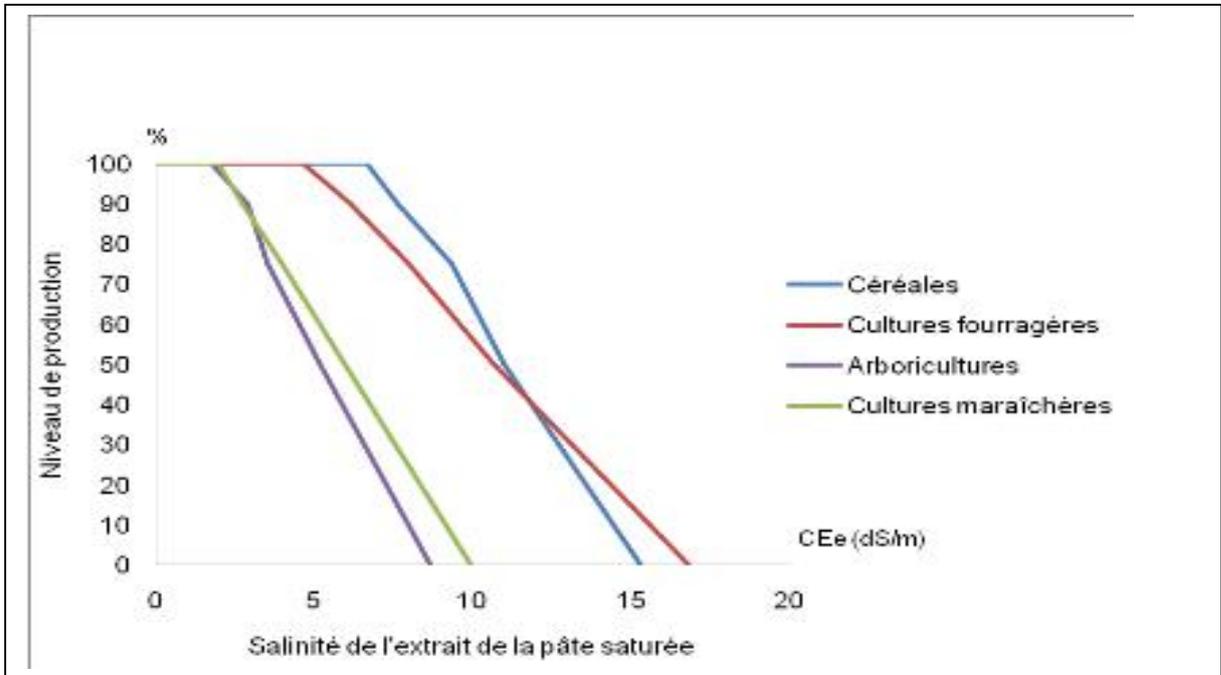


Figure 18: La variabilité de niveau de production des cultures à l'augmentation de la salinité des sols

Figure 18: présente la variabilité de niveau de production des différentes cultures à l'augmentation de la conductivité électrique de la pâte saturée. Nous remarquons que les cultures maraîchères et arboricoles sont généralement les plus sensibles à la concentration de sel dans la zone racinaire, tandis que les céréales et la culture fourragères supportent une concentration plus élevée sans perte significative de rendement. (Hagemyer ; 1996)

Tableau 1 : Tolérance des cultures à la salinité du sol CE (FAO)

Niveau de production %		100	90	75	50	0
Cultures		Salinité de l'extrait de la pâte saturée CE (dS/m)				
Céréales	Blé	6	7	10	13	20
	Sorgho	7	8	9	10	13
	Maïs	7	8	9	10	13
Cultures industrielles	Betterave sucrière	7	9	11	15	24
Cultures fourragères	Bersim	2	3	6	10	19
	Luzerne	2	4	6	9	16
	Vesce avoine	4	6	8	12	20
	Orge	6	8	10	13	20
	Sorgho	7	8	9	10	13
	Maïs	7	8	9	10	13
Cultures maraîchères	Haricot	1	1,5	2,3	3,6	6,3
	Carotte	1	1,7	2,8	4,6	8,1
	Petit pois	1	1,5	2,3	3,6	6,3
	Oignon vert	1,2	1,8	2,8	4,3	7,4
	Ail	1,2	1,8	2,8	4,3	7,4
	Salade	1,3	2,1	3,2	5,1	9
	Piment	1,5	2,2	3,3	5,1	8,6
	Pomme de terre	1,5	2,2	3,3	5,1	8,6
	Fève	1,5	2,2	3,3	5,1	8,6
	Chou	1,8	2,8	4,4	7	12
	Tomate	2,5	3,5	5	7,6	13
Artichaut	2,8	3,9	5,5	8,2	14	

	Pastèque /courge	4,7	5,8	7,4	10	15
	Melon	4,7	5,8	7,4	10	15
Arboricultures	Vigne de table	1,5	2,5	4,1	6,7	12
	Agrumes	1,8	5,4	3,4	4,9	8
	Pommier	1,8	2,4	3,4	4,9	8
	Poirier	1,8	2,4	3,4	4,9	8
	Prunier	1,8	2,4	3,4	4,9	8
	Olivier	1,8	2,4	3,4	4,9	8
	Palmier dattier	4	6,8	11	18	32

4. La salinité et la texture des sols :

4.1. Définition de la texture du sol

La texture indique l'abondance relative, dans le sol, de particules de dimensions variées: sable, limon ou argile. De la texture dépend la facilité avec laquelle le sol pourra être travaillé, la quantité d'eau et d'air qu'il retient, et la vitesse à laquelle l'eau peut entrer et circuler dans le sol. (FAO, 2006)

4.2. L'eau et la structure en agrégats :

La capacité de rétention de l'eau dans les sols dépend de leur porosité. Encore dénommée humidité (hygrométrie), elle se mesure en pourcentage de la quantité d'eau contenue dans un sol par rapport à son volume total. La capacité de rétention de l'eau par les lacunes des sols dépend de la teneur en limons et en argiles, car c'est un phénomène capillaire: l'adsorption est d'autant plus grande que la taille des particules est plus faible. (François, 2008)

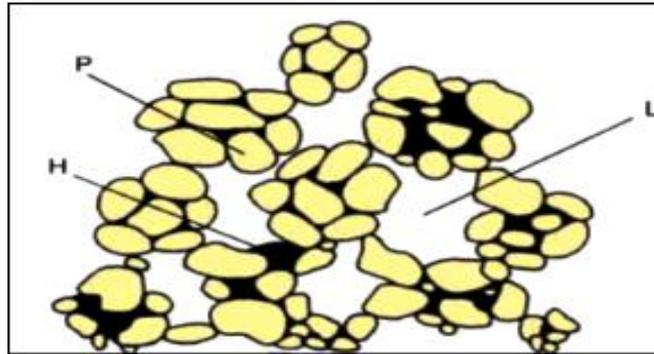


Figure 19 : Structure en agrégats

La figure 2 mettant en évidence la porosité d'un sol due à la structure lacunaire qui délimite des pores permettant une circulation de l'eau et des gaz.

- **L** = espaces lacunaires correspondant aux pores du sol,
- **P** = particules minérales,
- **H** = ciment constitué par les colloïdes floculés du complexe argilo-humique.

4.3. Infiltration de l'eau en fonction de la nature du sol :

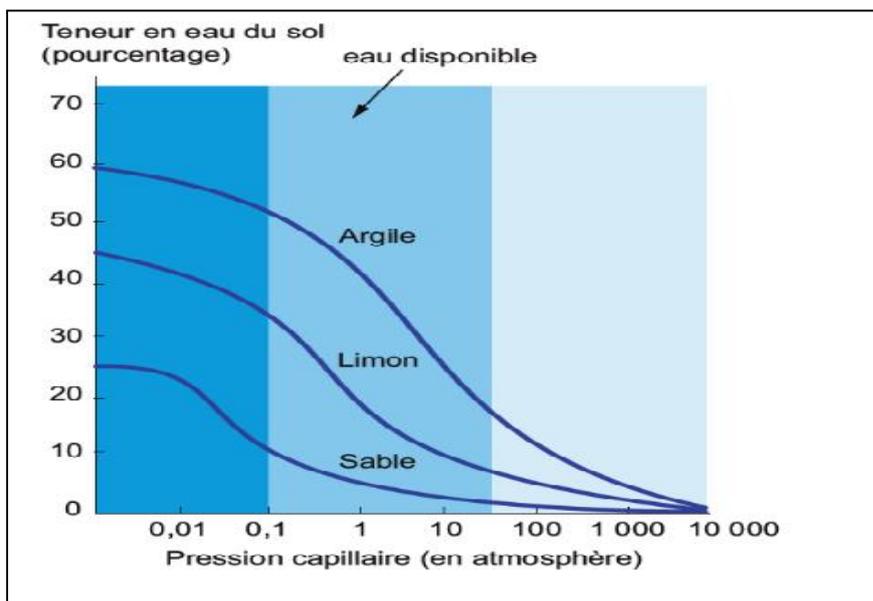


Figure 20 : Variabilité de la disponibilité de l'eau en fonction de la nature du sol

Après une pluie, le sol saturé d'eau présente sa capacité maximale de rétention. Une partie va s'en écouler spontanément vers le bas par drainage : c'est l'eau dite de gravitation qui alimente les nappes phréatiques. (François, 2008)

L'eau dont la pression capillaire excède au moins de 1/10 d'atmosphère représente la capacité de rétention du sol dite « au champ », dont une fraction importante constitue l'eau disponible, que les végétaux peuvent extraire par aspiration jusqu'à une quinzaine d'atmosphères. (François, 2008)

4.4. La texture des sols et la mobilité des sels :

La texture et la structure du sol agissent bien évidemment sur le processus de la salinisation selon son pouvoir drainant. Ainsi, un sol à texture grossière, perméable et bien drainant est très peu affecté par la salinisation, on y rencontre les phénomènes de lixiviation et de migration des sels en profondeur. En revanche, les sols lourds, peu perméables et de texture fine présentent des problèmes d'hydromorphie et de salinisation. Itifi (2009)

5. L'eau d'irrigation :

Irriguer c'est apporter de l'eau au sol de manière à créer un milieu favorable à la croissance et au développement des végétaux.

La qualité de l'eau d'irrigation est un facteur important et déterminant pour la production agricole.

L'utilité d'une eau pour l'irrigation dépend de sa qualité propre ainsi que de certains autres facteurs ; une eau de même qualité peut convenir à un certain type de sol ou de culture et non à d'autres.

5.1. Facteurs déterminant la qualité des eaux pour l'irrigation :

La qualité d'une eau est déterminée par les composantes solubles

- La concentration totale en sels dissous
- Le rapport du sodium aux autres cations.
- Présence d'oligo-éléments comme le bore et autres éléments toxiques.
- Parfois la qualité de carbonate par rapport à celle de la somme calcium plus magnésium.

6.1. Effet de la salinité :

6.1.1. Effet de la salinité sur le sol :

Les sels sont apportés dans le sol à chaque irrigation. Ils réduiront les rendements agricoles s'ils s'accumulent dans la profondeur racinaire au point de créer des concentrations nuisibles.

La culture prélève dans le sol une forte proportion de l'eau appliquée pour ses besoins d'évapotranspiration mais laisse sur le sol la plus grande partie du sel, qui se concentre dans un volume réduit d'eau du sol.

Les constituants cationiques sont absorbés, et libérés par les surfaces des particules des sols alors que les anions ne subissent pas d'absorption notable.

Seul le bore qui apparaît la plupart du temps sous forme d'acide borique peu dissocié et absorbé de façon appréciable. la stabilité structurale décroît lorsque le taux de Na^+ et K^+ échangeable atteint 12 à 15% et la structure est plus stable lorsqu'il est saturé en Ca^+ et Mg^{++}

6.1.2. Effet sur la rétention de l'eau :

La présence des sels hygroscopiques dans les sols salés provoque une élévation du potentiel osmotique de la solution du sol. (François, 2008)

Chapitre 03
Présentation de la zone
d'études

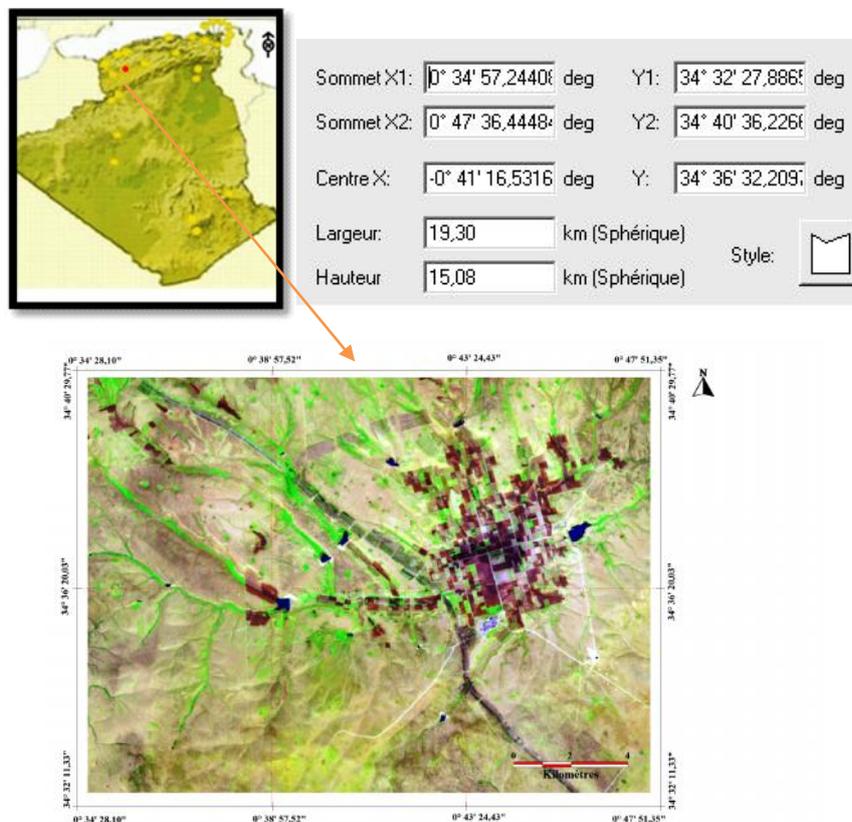
1. Généralité sur Le périmètre de Dayet- Zeraguet :

1.1. Localisation de la zone d'étude :

1.1.1. Situation géographique :

Le périmètre de Dayet- Zeraguet est situé à 1050m d'altitude dans la commune de Ain Skhouna, daïra d'El Hassasna, au Sud-est de la wilaya de Saïda sur le bord 68,74km Nord –Ouest d'Alger. Administrativement, il est localisé dans la wilaya de Saïda, Daïra de Hassasna. De commune Ain Skhouna, Celle s'étend sur une superficie de 2850 Km²

(O.P.I 2014)



Carte01 : carte de localisation de la zone d'étude (source image steller landsat 8 Oli .23 MARS 2016) .

1.1.2. Consistance et composition territoriale :

Le territoire communal d'Ain Skhouna regroupe les localités suivantes :

- **Agglomération chef lieu** : Ain Skhouna.

- **Agglomération secondaire** : Dayet Zraguet.

Le périmètre de Dayet- Zeraguet s'inscrit entre les coordonnées suivantes :

X1 : E.0°40 9,61806

Y1 :N34''35'4189

X2 :E.0°46 42, 2476

Y2 :N34''39'30 ,5139

(O.P.I)

1.1.3. Historique du périmètre :

Après l'indépendance et à partir de ces données concrètes fut conçu le projet d'irrigation de périmètres situés près du chott.

-le périmètre de la dayet Zeraguet (17km d'Ain Skhouna) dans la wilaya de Saida avec 2.850ha

En 1972 /1973, Seul l'aménagement du périmètre de la dayet Zeraguet pour la Wilaya de saida fut retenu dans le cadre du programme spécial de cette dernière.

Des études sur ce périmètre furent lancées par les services de l'hydraulique par l'intermédiaire d'un projet autonome rattaché directement à l'administration centrale du secrétariat d'état à l'hydraulique.

En 1974. les travaux de réalisations confiés à un groupement d'entreprises françaises sont entamés.

En 1982. Et avant l'achèvement total des travaux d'assainissement et d'essais de conduites, il fut créé un office d'aménagement et de mise en valeur des terres du périmètre de dayet Zeraguet opération qui devait s'entendre sur cinq années.

En 1985 il y a eut l'avènement de l'APFA (l'accession à la propriété foncière Agricole) et en passa directement à l'exploitation du périmètre par les attributaires installés

(O.P.I)

1.2. Caractéristiques physiques de la zone d'étude :

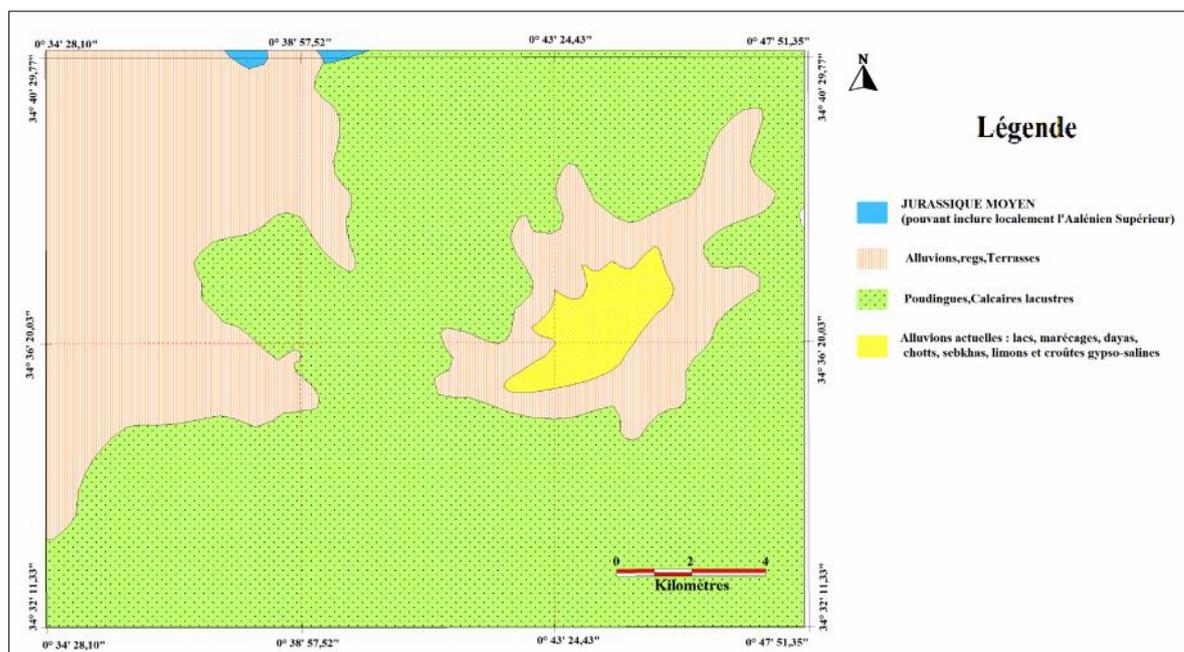
1.2.1. Caractères géologiques :

Trois formations géologiques sont représentées au niveau du chott chergui.

a. Le tertiaire continental : Constitue par des dépôts d'argiles rouges fréquemment gypseux et présentant souvent des niveaux détritiques grossiers et des bancs de calcaires, cette formation a une épaisseur variant de 5-10 m à plus 100 m.

b. Le crétacé supérieur et sénonien : Il se trouve dans la région recouverte par le tertiaire continental. Ce sont des calcaires très fissures avec au sommet des dépôts détritiques calcaires.

c. Le bajo-bathonien : Qui constitue le substratum marin de la région, constituée principalement par des calcaires, calcaires dolomitiques et dolomies avec des intercalations marneuses.

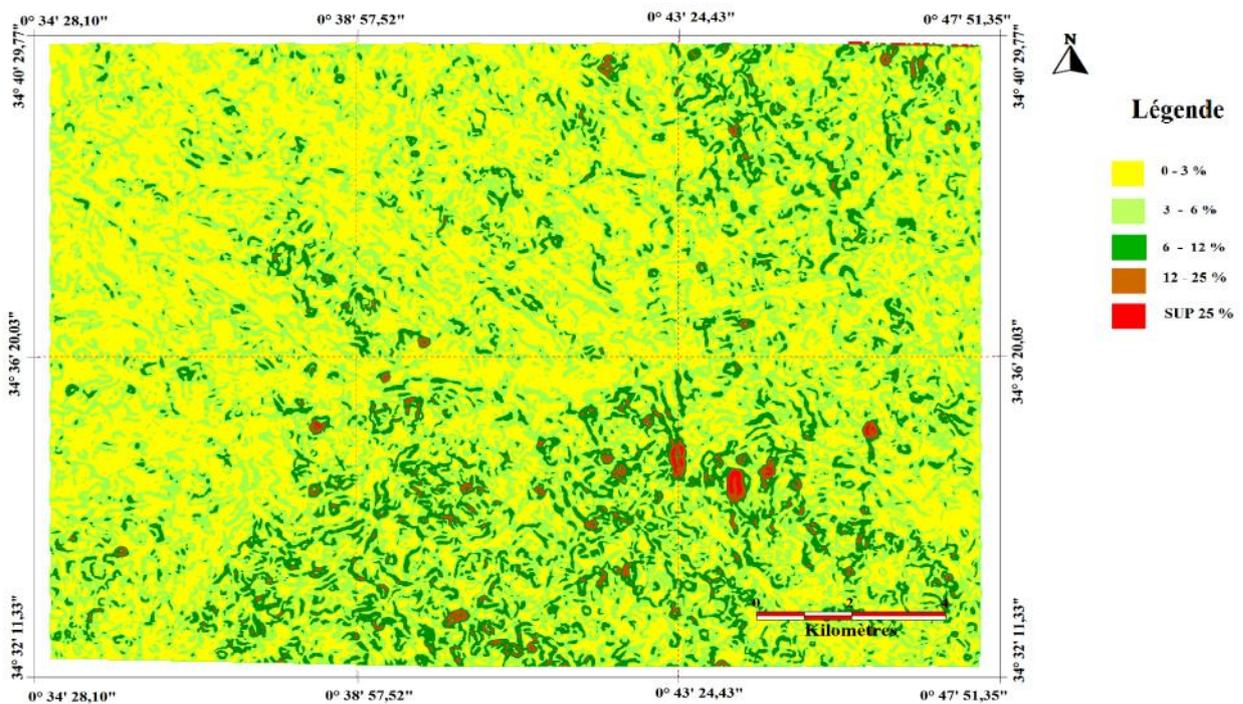


Carte02 : représentée les Trois formations géologiques au niveau de la zone d'étude5 (Source carte géologique 1/500000 Alger centre .projectionWGS 84 ZONE 31 N).

1.2.2. Caractères topographique :

1.2.2.1. Pente :

Le périmètre de Dayet- Zeraguet est représenté par différentes classes des pentes illustrant la topographie générale, il y a en tout deux classes de pentes identifié et classé dans la figure 17



Carte03 : Carte des pentes de la zone d'étude(source MNT SRTM 30 m).

1.2.2.2. Exposition :

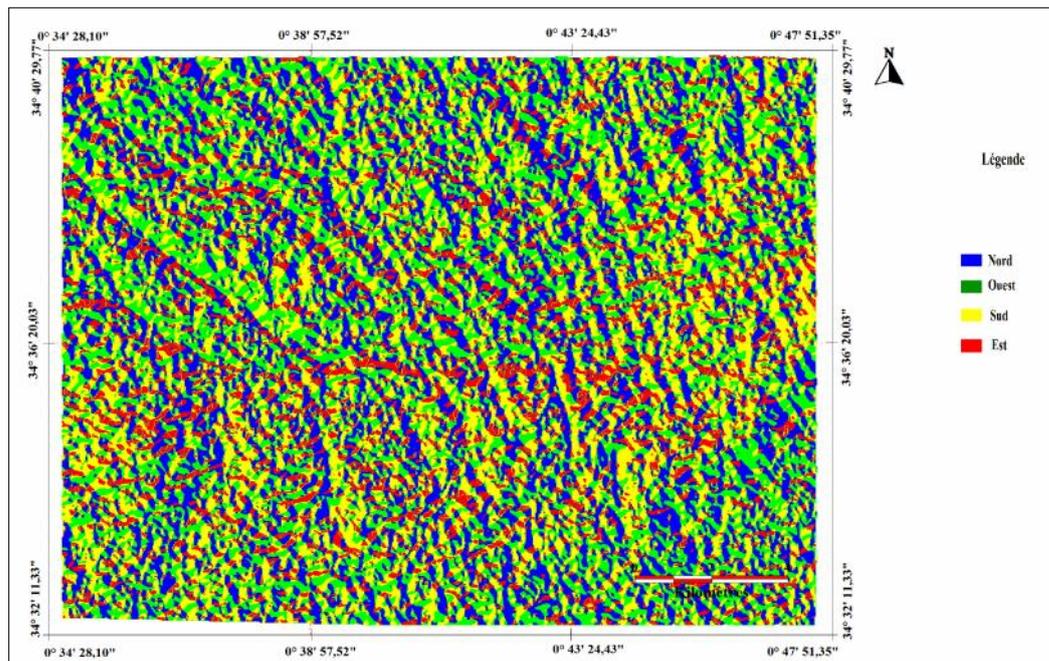
L'exposition d'un sol en pente modifie fortement le microclimat, et par suite l'humidité et le risque de gel, ainsi que l'ensoleillement, ainsi secondairement que la flore et les rendements agricoles ou sylvicoles. C'est un facteur qui intéresse également à l'écologie du paysage.

Dans le cas de Le périmètre de Dayet- Zeraguet les quatre expositions (Nord, Sud, Est, Ouest) sont réparties sur tout le territoire

Un versant exposé au Nord bénéficie de conditions climatiques et édaphiques plus agréables en raison des masses d'air venant de la mer accompagnée d'humidité qui servent à favoriser la faible évaporation, en revanche le versant exposé au Sud ou au Sud-est peut favoriser une productivité accrue, mais peut aussi être plus vulnérable aux

sécheresses grâce à la quantité importante d'ensoleillement avec un sol relativement dégradé ou dominant les dolomies des calcaires.

Les facteurs (ensoleillement, humidité) sont des paramètres responsables et déterminants concernant le type de végétation de la zone d'étude



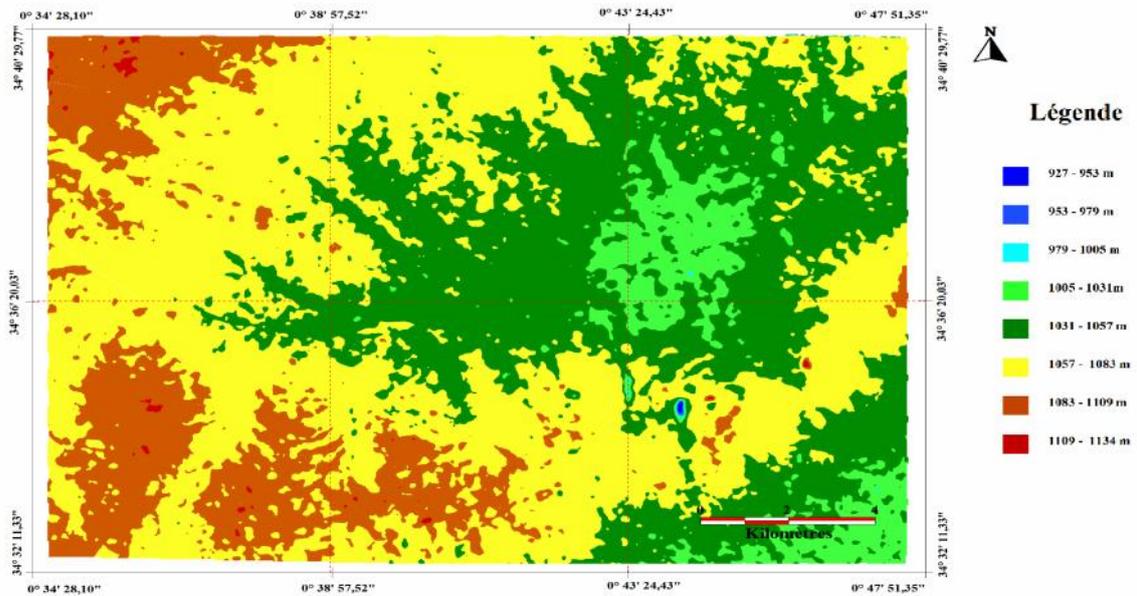
Carte04: Carte d'exposition de la zone d'étude (source MNT .SRTM. 30m).

1.2.2.3. L'altitude :

Avec l'altitude on peut caractériser une station car elle fait la synthèse de plusieurs phénomènes tels que la température, la pluviométrie ou l'ensoleillement.

Quand on parle des effets de l'altitude, il faut prendre aussi en considération les effets de versant et certaines situations de confinement qui ont un effet vis-à-vis du vent, du brouillard, mais peuvent aussi se comporter comme des « trous à gelées ».

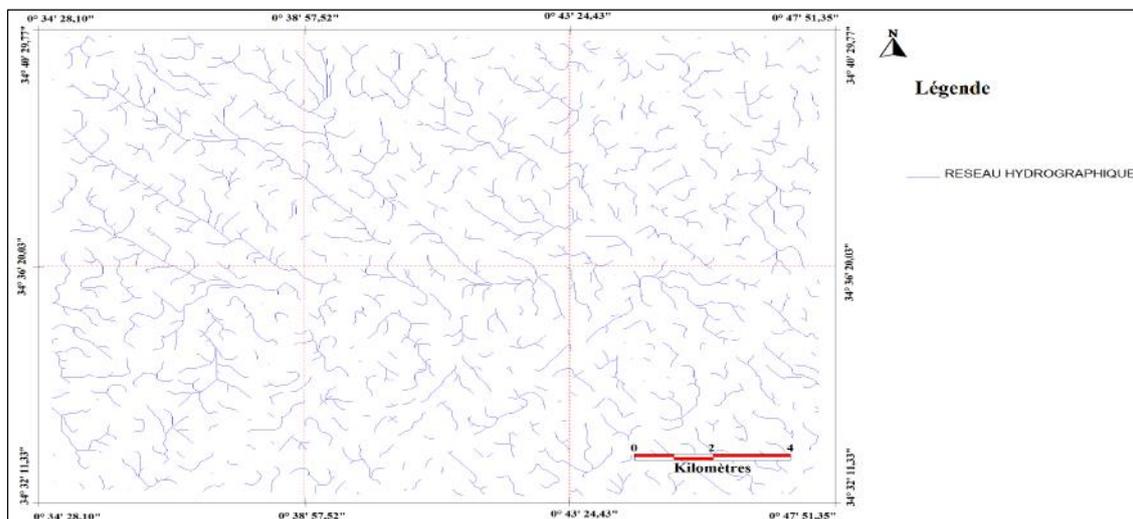
Quand l'altitude augmente, les précipitations deviennent plus importantes mais les températures diminuent (d'environ 0,6°C/100 m) .C'est pourquoi elle constitue un facteur limitant pour le développement d'une essence.



Carte05 : La carte hypsométrique de périmètre de Dayet- Zeraguet (source MNT .SRTM 30m).

1.2.3. Le réseau hydroïque :

L'indécision de réseau hydrographique de la zone humide est vraiment remarquable, de nombreux travaux ont été entrepris pour endiguer ces folles depuis le début de la colonisation.



carte06 : Carte de réseau hydrographique de la zone d'étude (source MNT .SRTM. 30m).

a. Le chott chergui :

joue un rôle dans la recharge des nappes aquifères et il fait partie du système hydrologique souterrain et du système de sources qui alimentent de grandes zones humides de surfaces, en plus de ces rôles hydrologique et vu l'emplacement du chott dans l'étage bioclimatique semi-aride il renferme des zones humides unique dans la région méditerranéenne à caractères écologiques et biologiques spécifique.

Le chott chergui renferme trois nappes importance:

b. LA nappe du tertiaire continental :

On la trouve soit dans les niveaux d'étrique grossiers soit dans les calcaires lacustre et constituent des nappes libres dont le niveau statique varie entre 40 à 70m. Dans la zone d'Ain Skhouna les nappes de tertiaire et de sénonien sont confondues.

c. La nappe sénonien :

Elle est confondue avec celle du tertiaire et ayant un niveau piézométrique de 7m c'est cette nappe qui alimente le périmètre de Dayet Zreguet. Cette nappe est captée par six forages d'un débit de 450l/s chacun.

d. La nappe de bajobathonien :

Constitue la nappe la plus importante de la région et elle est captée par une trentaine de fourrages d'un débit de 692l/s. Cette nappe est drainée par une faille d'orientation est-ouest, marquée dans la région par la source d'Ain Skhouna d'un débit de 500 à 900 l/s.

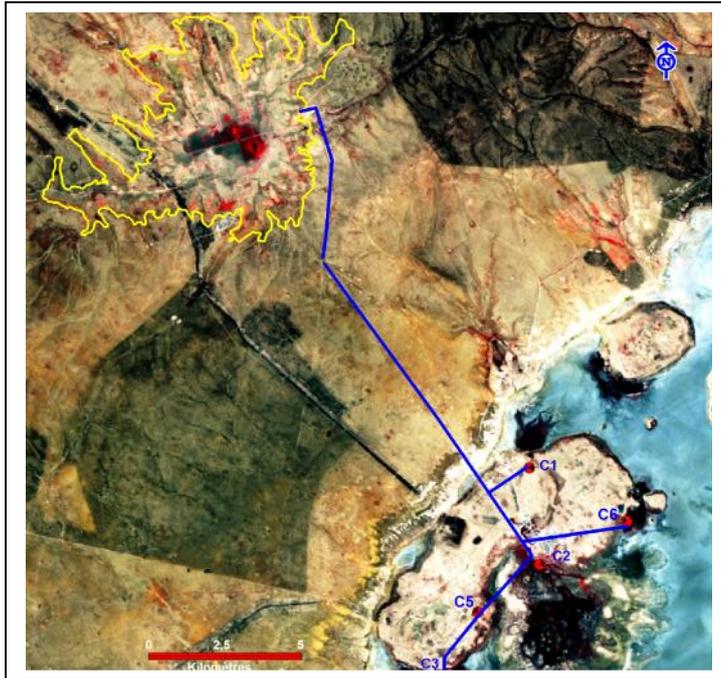
e. Oued kH rouf : Selon (Gaucher, 1939) oued kH rouf possède à son origine des eaux de bonne qualité, une étude détaillée de cette rivière la salure progressive des eaux causées par les terrains argileux.

f. Les forages : Il existe plusieurs forages à Ain skhouna qui de par leur destination sont répartie comme suit :

j. Forage réserves LAEP C1 C2 C5 : Les forages C1 C2 C5 ont été exécuté en 1949 au carottage mécanique d'un diamètre supérieur à 1m, sur une profondeur respectivement de 134 et 120m. leur débit atteignent 250l/s chacun.

h. Forage piézométriques : Ce son des forages réalisés dans le cadre de la recherche scientifique et qui déversent actuellement dans le chott.

i. Forage pour l'irrigation : C6 ET C1, respectivement pour l'irrigation des périmètres de Dayet Zraguet et Faidh Armel. (DGF, 2001)



Carte07 : carte de distribution des fourrages dans la zone d'Ain Skhouna

1.2.4. Caractéristique morpho pédologique

Les sols de cette région appartiennent aux sols semi-désertiques et steppiques à texture légère recouverte des végétations dégradées d'alfa et armoise.

Ce sont des sols hors de l'influence de la nappe phréatique salins et formé de dépôt d'allusion calcaire (limoneux-argilo, limono) et sableux, ceci est illustré dans la carte ci-dessous (Figure 21). Ils dépassent rarement les 50cm de profondeur.

la zone d'étude est caractérisée par:

- 1- Sol très-peu-profond jusqu'à 15cm.
- 2- Sol peu-profond de 15 à 30cm.
- 3- Sol moyennement-profond de 30 à 50cm.
- 4- Sol profond à partir de 50cm.

D'une façon générale le passage de la couche arable friable à la croute sous jacente est brusque.

La texture varie de sable-limoneux au limon-argileux, les sables fins sont dominants en générale (60-70%)

- La teneur en humus de sol profond est de l'ordre de 1,0 à 1,3%.
- La teneur en phosphore assimilable est faible celle ou Potassium échangeable se moyenne à bonne.

La salinité de sol devient un problème lorsqu'on se rapproche ou chott dans l'ensemble des terrains étudiées il n'ya pas d'accumulation de sol.

- La capacité d'échange varie de 10 à 16Meqs/100g de terre.
- Le complexe absorbant est saturé en calcium (90%).

Du point hydrodynamique la capacité de rétention au champ varie ou 14,2 à 3,6% et ou point de flétrissement de 7 à 10 %. Les capacités de rétention les plus élevés 22 à 36% caractérisent notamment les sols profonds du fait de leur texture fine qui diminue leur perméabilité par rapport aux autres type de sol.

1.3. Caractéristique climatique

1.3.1. Les précipitations :

L'intensité des pluies et leur fréquence jouent un rôle déterminant sur la migration des déférents ions et par conséquent sur la nutrition minérale des végétaux.

La connaissance des régimes pluviaux présente un intérêt biologique certain, car la végétation se trouve directement influencée par la répartition des pluies durant l'année. En effet un maximum pluviométrique en période de végétation n'a pas la même signification biologique qu'un maximum en période d'arrêt de végétation (hors végétation).

Tableau2 : Caractéristiques de la station météorologique utilisée.

Station	Code	Coordonnées		Période	
		X	Y	Précipitations	Températures
Ain Skhouna	81901	329.0	136.0	1960-1998	1960-1998

3.1.1. Précipitation moyenne mensuelle :

On appelle précipitation mensuelle la somme des pluies tombées à une station en l'espace d'un mois, la station d'Ain Skhouna est caractérisée par une précipitation totale de 293,7mm.

Pour la période (1960-1998), le mois le plus humides est octobre avec 24.29mm et le mois le plus sec est juillet 4.03mm.

Tableau 3 : présentation des précipitations moyennes mensuelles de station d'Ain Skhouna (1960-1998).

SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	TOTAL
17.14	24.29	17.12	14.32	18.40	12.81	21.88	18.84	19.23	9.87	4.03	6.61	293.7

Source : station météo logique d'Ain Skhouna 1999

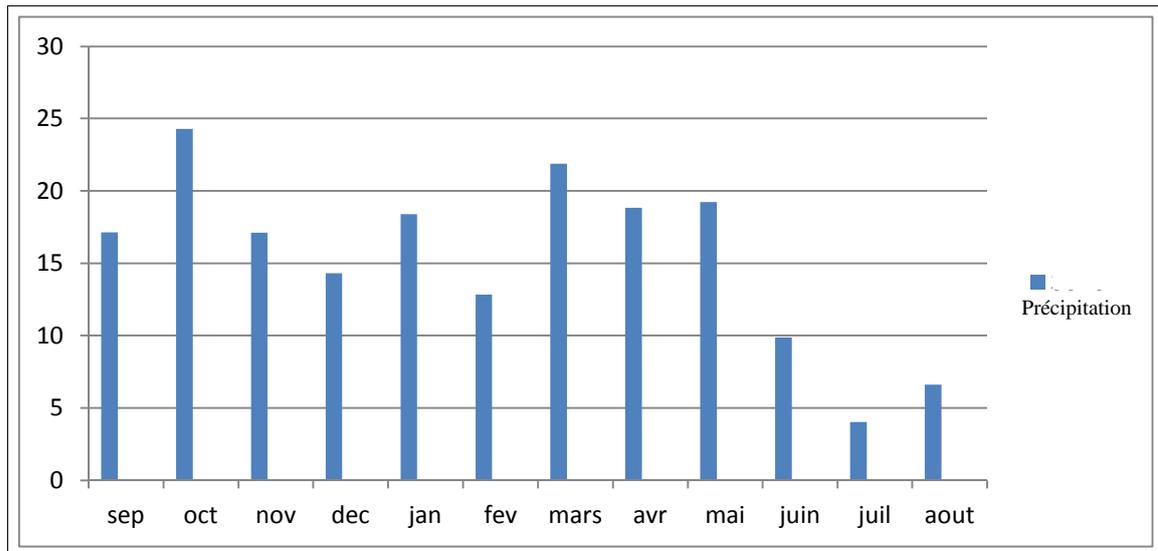


Figure 29 : Précipitations moyennes mensuelles durant la période (1960-1998) station Ain Skhouna.

1.3.1.2. Précipitation moyenne saisonnière :

Pour une meilleure connaissance de la répartition au cours de l'année, on a essayé d'assembler les données par saison pour y arriver à faire une comparaison de la saison de l'année, et du savoir le régime saisonnier

Tableau 4: présentation de précipitation saisonnière en mm.

station	Précipitation saisonnière en (mm)			
	Automne(S.O.N)	Hiver(D.J.F)	Printemps(M.A.M)	Eté(J.J.O)
Ain skhouna	60,92	45,81	62,91	21,36
	31.89%	23.98%	32.93%	11.18%

Source : station météo logique d'Ain skhouna 1999

A travers ce tableau, on peut constater donc, que relativement et au niveau de la station Ain Skhouna, que le printemps est la saison pluvieuse par contre l'été est la saison la plus sèche alors le régime saisonnier est d'ordre PAHE. (figure30)

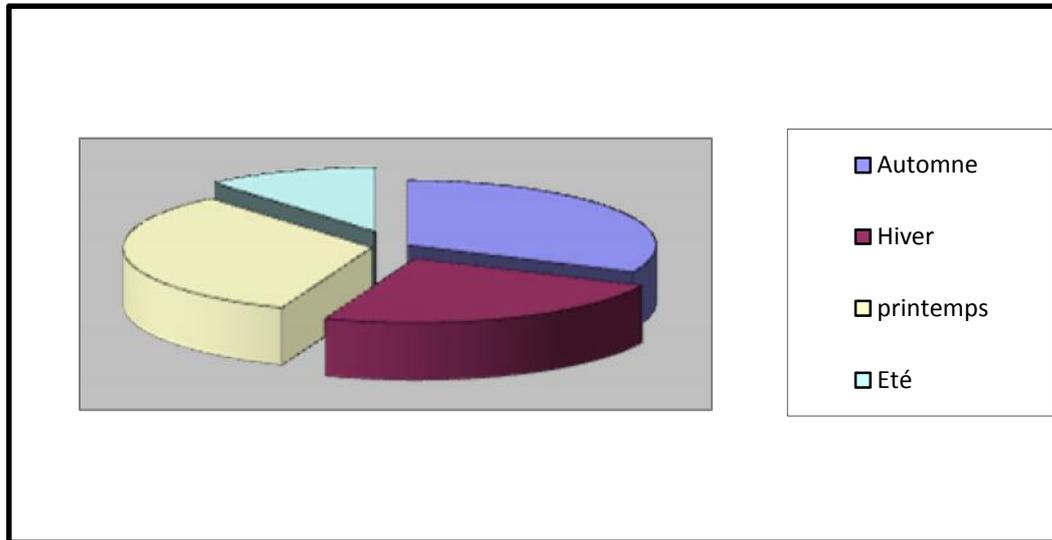


Figure30 : Régime saisonnier d'Ain Skhouna

1.3.2. Le vent :

D'après les résultats de dépouillement des relevés enregistrés au niveau de la station de météo logique d'Ain skhouna, le régime des vents dans le bassin du Chott chergui est caractérisé par deux principales directions : Nord-ouest et Sud-est les vents soufflent particulièrement du mois d'avril au mois d'août.

Durant la période d'été c'est le sirocco qui se manifeste, essentiellement, entre juillet et août avec une fréquence moyenne de 11 jours/ mois. Le parcours moyen de vent est de 9700Km/mois avec des écarts mensuels qui ne dépassent pas les 20Km. Ce parcours important correspond à une vitesse moyenne continue de plus de 3.5m/s.

1.3.3. Le sirocco :

D'après le (tableau 5) le sirocco s'observe depuis le mois de mars jusqu'à octobre avec une moyenne de 12 jours sur 10 ans.

En 1994, il a été recensé 18 jours de sirocco.

En 1997, il a été recensé 17 jours de sirocco

En 1999, il a été recensé 28 jours de sirocco.

Tableau 5 : nombre moyenne de jours de sirocco sur une période de 10

ans à la station d'Ain Skhouna.

mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	total
Nb jours	01	01	00	00	00	00	01	02	01	02	02	02	12

Source : station d'Ain skhouna (10 ans)

1.3.4. L'évapotranspiration:

Le tableau suivant (tableau 6), résume l'importance de ce phénomène et son étroite relation avec la température, car l'évaporation est plus importante en été et l'air beaucoup moins au printemps, automne et atteint son minimum en hiver

Tableau 6 : évapotranspiration moyennes mensuelles ETP en (mm) durant la période 1960 à 1998

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moyenne annuelle
ETP (mm)	107.9	41	32.51	02.56	2045	2.8	9.37	23.83	82.36	122.02	184.42	176.64	787.87

Source : station Ain Skhouna 1960-1998

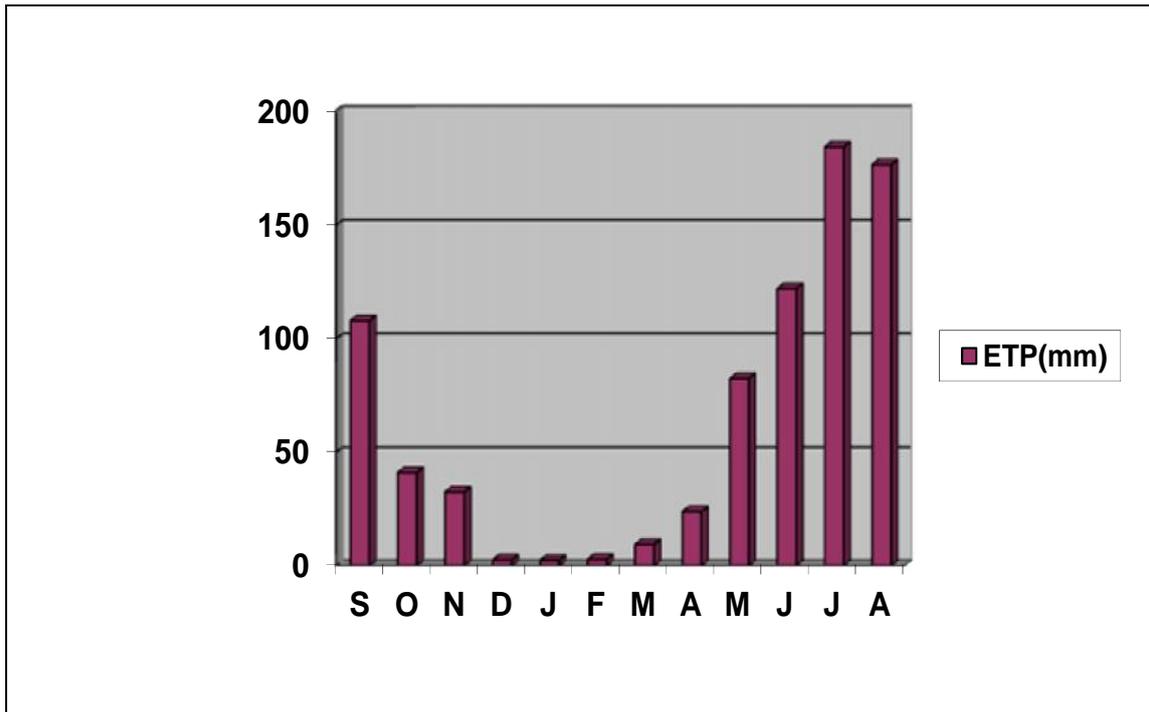


figure 31: Histogramme de l'évapotranspiration moyenne mensuelle.

1.3.5. Température :

La température joue un rôle important dans la vie des végétaux et des animaux, il s'agit surtout des températures extrêmes (minima et maxima). Le régime thermique des zones arides est de types continentaux ; l'amplitude thermique annuelle est généralement supérieure à 20°C (le Houerou, 1969).

En hiver, il gèle fréquemment et les écarts thermique important sont néfastes pour les sols.

Les couches superficielles peuvent s'échauffer a la transparence de l'atmosphère a cause de la nébulosité et du décret hygrométrique qui sont toujours faible. (Ozenda, 1983).

Tableau7 : Température moyennes, minimales et maximales en °c au niveau de la station de Ain Skhouna (1960-1998)

Station Ain Skhouna												
Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Tmin	12.5	7.5	3.2	0.5	0.1	1.0	2.3	4.8	9.1	11.9	16.5	16.3

Tmax	30.7	22.8	15.4	11.0	11.2	10.9	17.0	21.9	30.6	32.8	34.0	33.7
Tmoy	21.7	16.0	14.8	5.8	5.7	6.0	5.5	13.3	20.0	24.5	25.1	25.5

Source : station d'Ain skhouna 1999

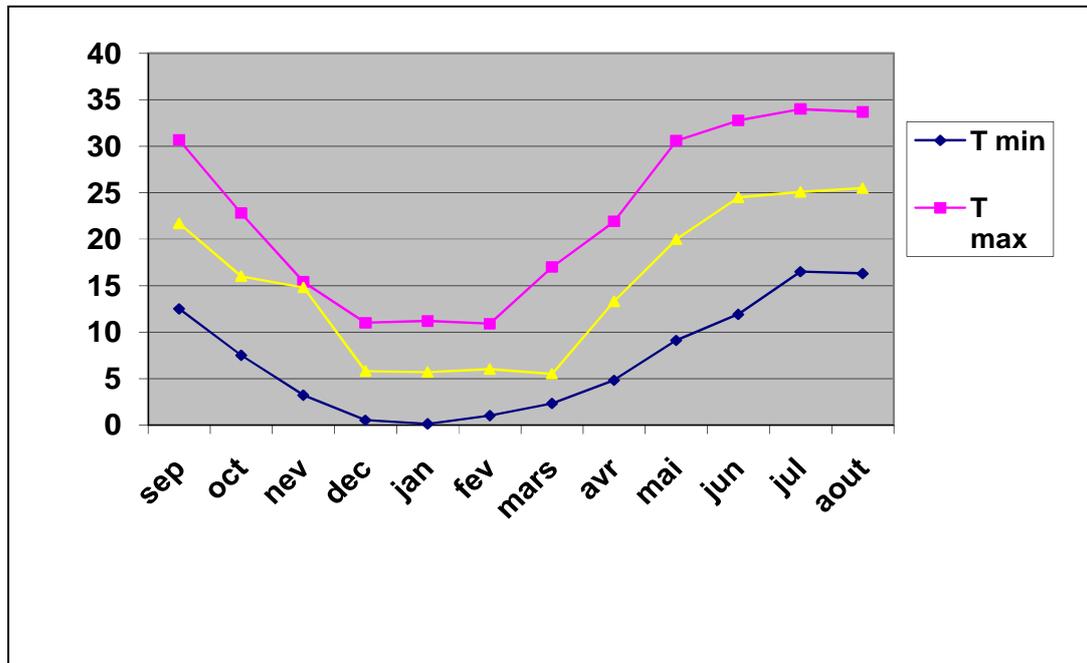


Figure 32: Températures moyennes, minimales et maximales au niveau de station Ain Skhouna (1960 à 1998)

1.4. Synthèse climatique :

1.4.1. Etude du Diagramme ombro-thermique :

Bagnouls et Gausson, ont proposés de déterminer la durée de la saison sèche à l'aide d'une représentation graphique. Celle-ci consiste à tracer sur un diagramme deux courbes dont l'une représente la moyenne des températures mensuelles. L'autre représente la pluviométrie moyenne mensuelle. D'après ces auteurs, un mois est considéré comme sec lorsque la moyenne des pluies est inférieure ou égale au double de la température ($p < 2T$).

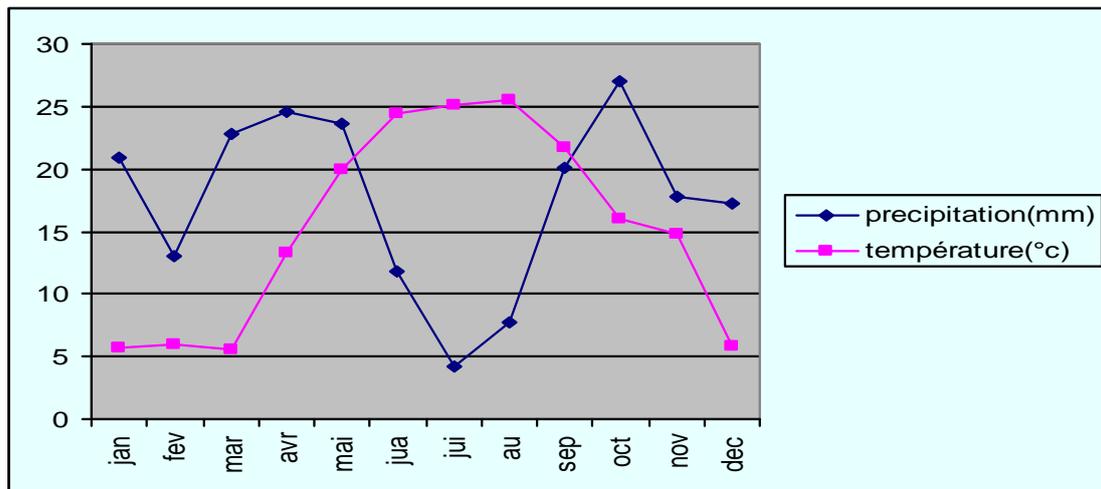


Figure33: Le diagramme ombro-thermique de Ain Skhouna

D'après le diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gausson (Figure 33). On remarque que la saison sèche s'étale entre le mi d'avril jusqu'à mi septembre, en comptabilisant 6 mois secs sur tous les 12 mois de l'année concerné.

1.4.2. Indice de classification climatique :

Après avoir définis tous les facteurs climatique caractérisant la région du Ain Skhouna principalement la pluviométrie et la température, on doit déterminer le type de climat régnant. Dans ce contexte, plusieurs méthodes peuvent être employées.

1.4.2.1.Méthode d'EMBERGER :

Le botaniste Emberger (1930) a proposé un quotient pluviothermique Q_2 qui permet de situer la station dans l'étage bioclimatique convenable, ou il fait intervenir le total des précipitations annuelles (p), la moyenne de maxima du mois les plus chaud (M) et la moyenne de minima (m) du mois les plus froid (fig 33).

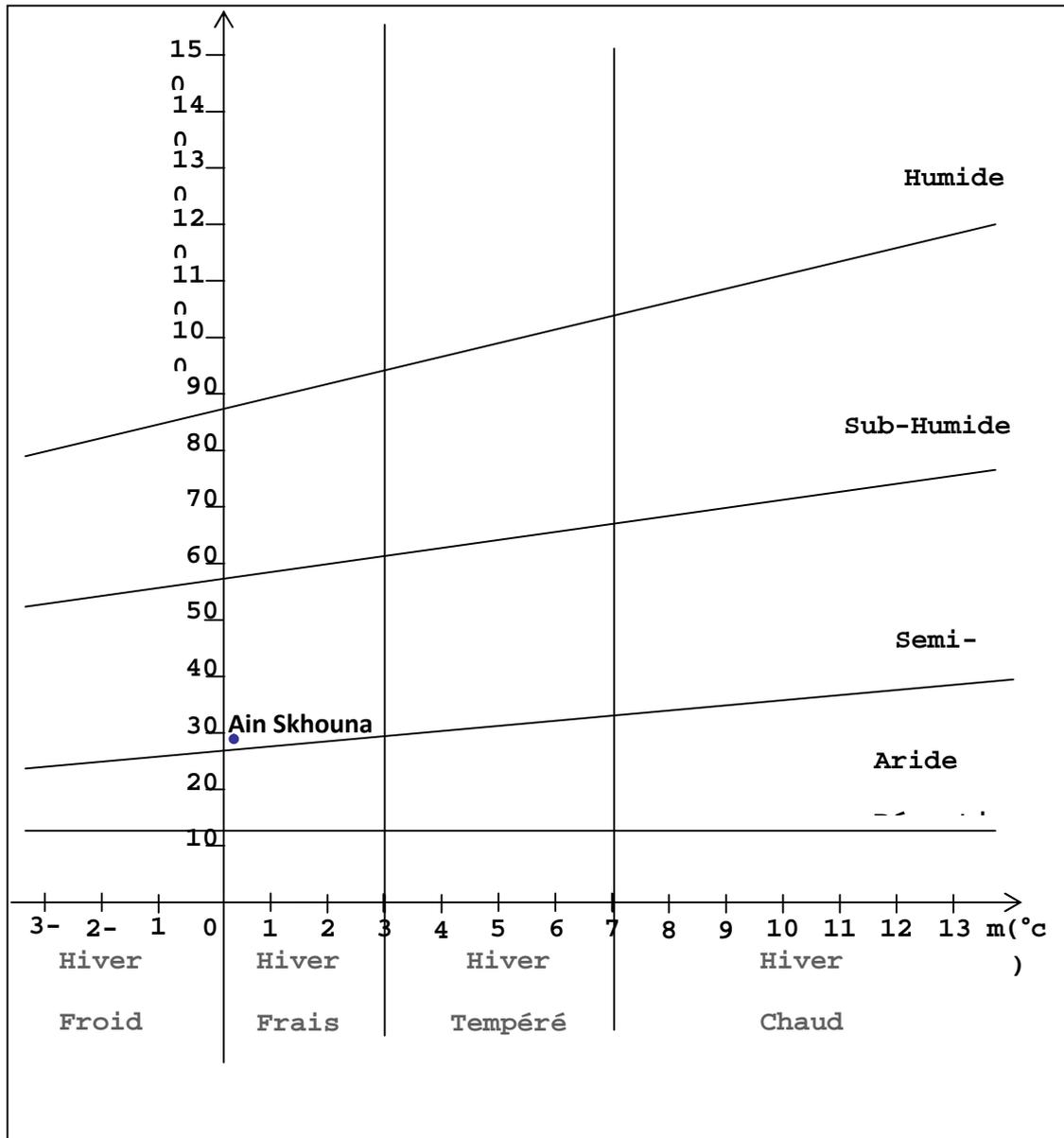


Figure 34: Détermination du type de climat d'après le climagramme d'EMBERGER.

1.4.2.2. Méthode de Lang :

Pour définir les grands types de climat, Langue utilisé le rapport $I = P/T$ P : précipitation annuelle en mm T : température moyenne annuelle en degré Celsius.

Le climat peut être :

- c) aride si I est comprise entre 10 et 40.
- d) Humide si I est comprise entre 40 et 160.
- e) Très humide si I est supérieur à 160.

f) L'indice de Ain Skhouna est égale a 17.33 et par conséquent le climat est de type aride.

1.4.2.3. Méthode De Martonne : En 1923, De Martonne a repris la formule de Lang, et a proposé d'ajouter 10 au dénominateur pour éviter d'avoir des nombres négatifs (fig34).

$I = P / (T + 10)$ I : entre 10a20 : climat semi aride

I : plus de 25 climats sub humide

$$I = 293.7 / 15.4 + 10 = 11.56$$

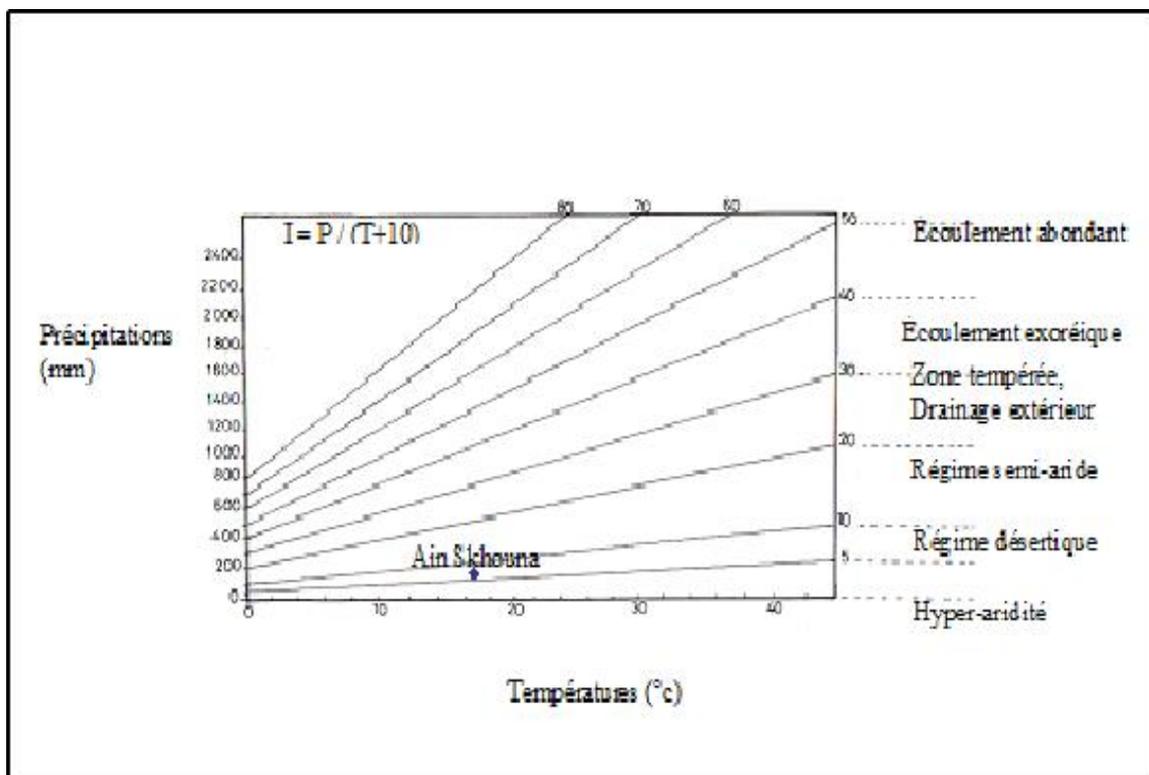


Figure35: Position de AinSkhouna sur le diagramme de De Martonné

1.5. Données socio-économique :

Le village Dayet Zraguet a une population de 7.000 habitants dont les principales ressources sont l'élevage ovin et les terres du périmètre de Dayet Zraguet

1.5. 1. La population :

La population d'Ain Skhouna est passée de 4500 habitants en 1977 à 7272 en 2009, la répartition du commun est présent dans le tableau suivant :

Tableau8 : Répartition de la population d'Ain Skhouna.

Commune	Chef-lieu	Zeraguet	Les nomades	Zones éparse	Total
Number habitats	4278	1707	503	784	7272

Source : (A .P.C Ain-Skhouna)

1.5.2. Activité et population :

La région renferme deux localités, la commune d'AinSkhouna et le village de Dayet Zraguet. On y trouve quelques activités comme le pastoralisme, l'agriculture et le tourisme, l'activité dominante étant marquée par l'élevage. Le thermalisme, quant à lui, est encore trop peu mis en valeur à l'heure actuelle.

La population est l'une des facteurs les plus intéressants et qui s'intervienne à des changements interspécifiques ou intra spécifiques. Le recensement de la population suite a leurs activité présenter par le tableau

Tableau9 : le recensement de la population

Commune	Surface	Pop active	Chômeurs	agriculteurs	Eleveurs
Ain Skhouna	404,40km ²	1372	1728	600	100

Source :(APC Ain-Skhouna,)

1.5.2.1. L'agriculture

Cette région est caractérisée par la présence du périmètre de DayetZraguet qui couvre une superficie de 2850 ha et distant de Ain Skhouna de 17km ce périmètre fait profiter les gens de cette zone en productions agricoles. En plus de quelques terrains utiles à l'agriculture répartie çà et là dans la région est qui servent comme sources d'alimentation pour les riverains. Source :(APC Ain-Skhouna,)

1.5.2.2. L'élevage :

L'activité principale des gens de la région est l'élevage des ovins cela est dû à l'adaptation du mouton au terrain de pâturage qui sont très maigre et qui renferment une multitude de plantes appréciables par le cheptel. Les régions avoisinantes aux zones humides sont utilisées pour l'alimentation du cheptel alors que les zones humides sont des sources d'eau indispensable pour le bétail. Parmi les animaux nous citons les ovins, les bovins et les camelines. Source :(APC Ain-Skhouna,)

Chapitre 4
Matériel et Méthode

1. Protocole expérimental :

1. 2.Eléments justificatifs du choix du site :

1.2.1. Matériels utilisés :

a. Appareillages: tamis mécaniques, pH-mètre, Becher, éprouvettes, conductimètre, balance de précision, les capsules, pelle, pioche, Sacs plastiques, GPS.

b. Matériel : sols prélevés dans les différentes stations. Eau prélevés dans les déférentes fourrages suivants C5 C3 C6 .

c. Produits chimiques: HCL, eau distillée.

1.2.2. Type d'échantillonnage du prélèvement du sol :

Les échantillons des sols ont été prélevés le 11/02/2016. Les prélèvements ont été effectués à 20 cm de profondeur sur 17 échantillons. Les sols ont été tamisés à 2mm. Selon la méthode de Guénon (2010).

1.2.2.1. Géolocalisation des stations:

Tableau10 : localisation les cordonnés géographiques des stations.

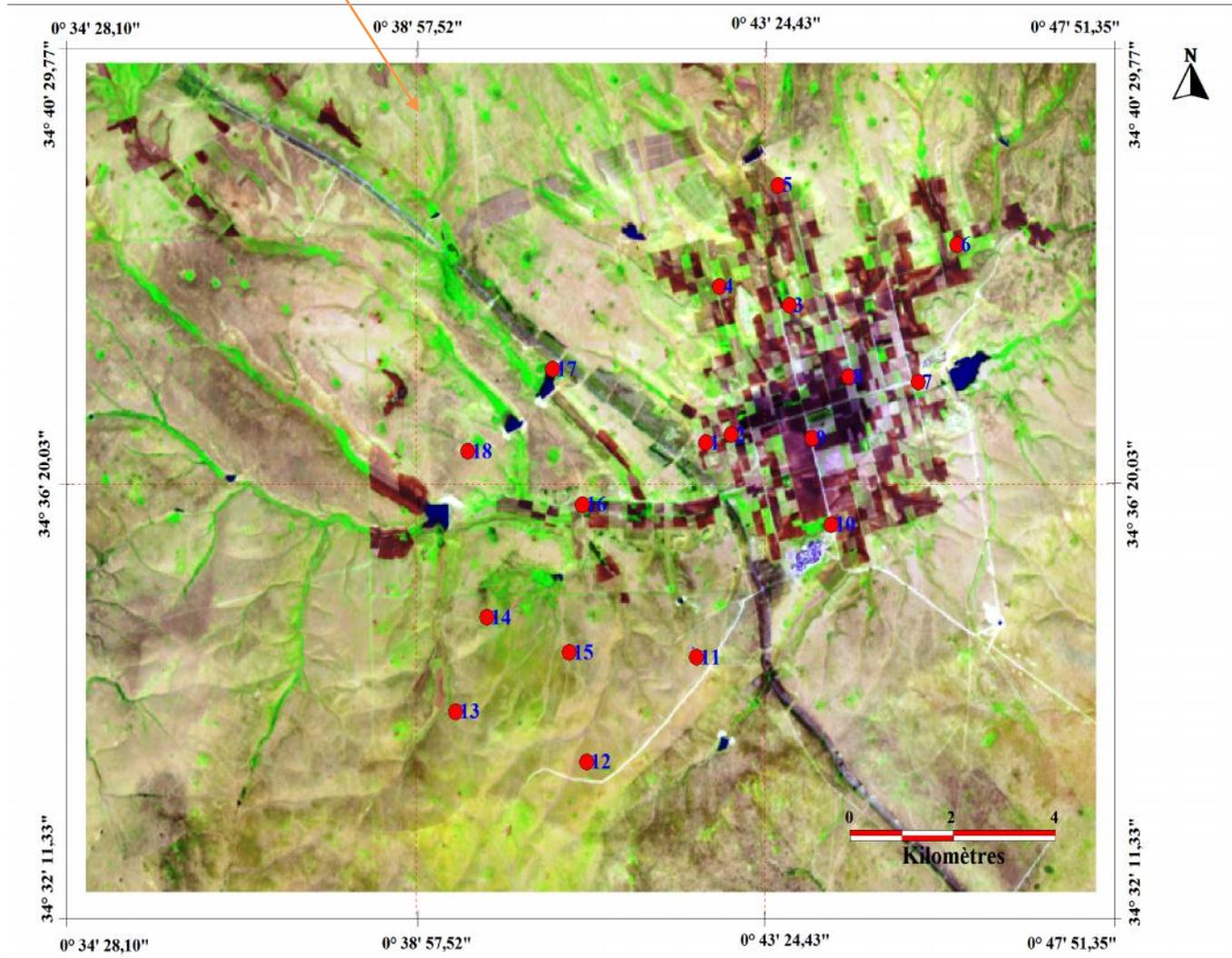
Les échantillons	X	Y	Z
P1	0°3436' 34"	0° 4244' 4"	1040
P2	0°43' 4.2"	34° 36' 58.6"	1044
P3	0°43' 46.1"	34° 38' 12.2"	1051
P4	0°43' 46.1"	34° 38' 12.2"	1051
P5	0°43' 35.7"	34° 39' 21.1"	1055
P6	0°43' 35.7"	34° 39' 21.1"	1055
P7	0°45' 25.7"	34° 37 '31.5"	1046
P8	0°45'25.7"	34° 37' 31.5"	1046
P9	0°44' 5.2"	34° 36' 57.2"	1042
P10	0°44' 21.8"	34° 36' 07.9"	1047
P11	0°42' 35.7"	34° 34 '30.4"	1098
P12	0°42' 35.7"	34° 34 '30.4"	1098
P13	0°41' 02.7"	34° 33' 40.3"	1092
P14	0°41' 02.7"	34° 33' 40.3"	1092
P15	0°41' 02.3"	34° 34' 51.3"	1070
P16	0°41' 11.4"	34° 36' 16.7"	1046
P17	0°40'44.3"	34° 37' 32.1"	1062

[P1 –P10] Sol irrigué et [P11 –P17] sol non irrigué

Source : localisées des stations sur le terrain par un GPS, le 11/02/ 2016.



Carte 08: carte de localisation le périmètre de dayet Zeraguet.



Carte09: carte Composition coloré localisation des échantillonnages dans le périmètre irrigué et non irrigué dayet Zeraguet

2. Analyses physico-chimiques du sol et méthodologie :

Toutes les analyses suivantes ont été effectuées au laboratoire de pédologie de la faculté de l'université de Mascara.

Les analyses faites sont les suivantes :

Granulométrie, (texture)

pH

Conductivité électrique,

L'humidité

Sédimentométrie

Calcaire

La matière organique

Perméabilité.

a-Méthodologie au laboratoire

Des échantillons de sols ont été effectués en parallèle de l'échantillonnage des eaux, nous avons effectué des prélèvements du sol des parcelles irriguées et non irriguée par ces eaux, nous avons procédé à un prélèvement à l'aide d'une tarière agricole dans les horizons 20 cm, soit en total 17 échantillons du sol on été prélevés.

b- Préparation des échantillons

Nous avons commencé par faire sécher les échantillons à l'air libre . La matière organique non décomposée a été enlevée.

Après séchage, on a procédé au tamisage à sec (tamis à maille de 2 mm) afin de séparer les éléments grossiers de la terre fine qui sera utilisée pour les dosages physico-chimiques.

2.1-Analyses physiques

Détermination du pourcentage des éléments grossiers :

Les éléments grossiers retenus par le tamis sont levés et séchés. On les sépare en gravier (particules entre 2 et 20 mm) et cailloux (particules entre 20 et 200 mm), le pourcentage de chaque groupe est alors calculé.

2.1.1. Granulométrie :



Figure28:Tamis mécanique.

Son but est de déterminer la proportion des particules des différents diamètres constituant le sol (Gras, 1988).La texture du sol se rapporte au pourcentage relatif du sable, du limon et de l'argile. La taille des grains de sable modifie ensuite le nom de la texture (Donahue, 1958).

Méthode :

- Peser 500 g de chacun des échantillons qui ont été séchés au préalable à l'air libre,
- Lancer le tamisage,

-Après une demi-heure de vibration, peser le contenu de chacun des tamis de la colonne, correspondant à leurs diamètres respectifs. (Les résultats sont montrés dans les tableaux 12, 13).

-Enfin, déterminer le type de sol selon le triangle de texture

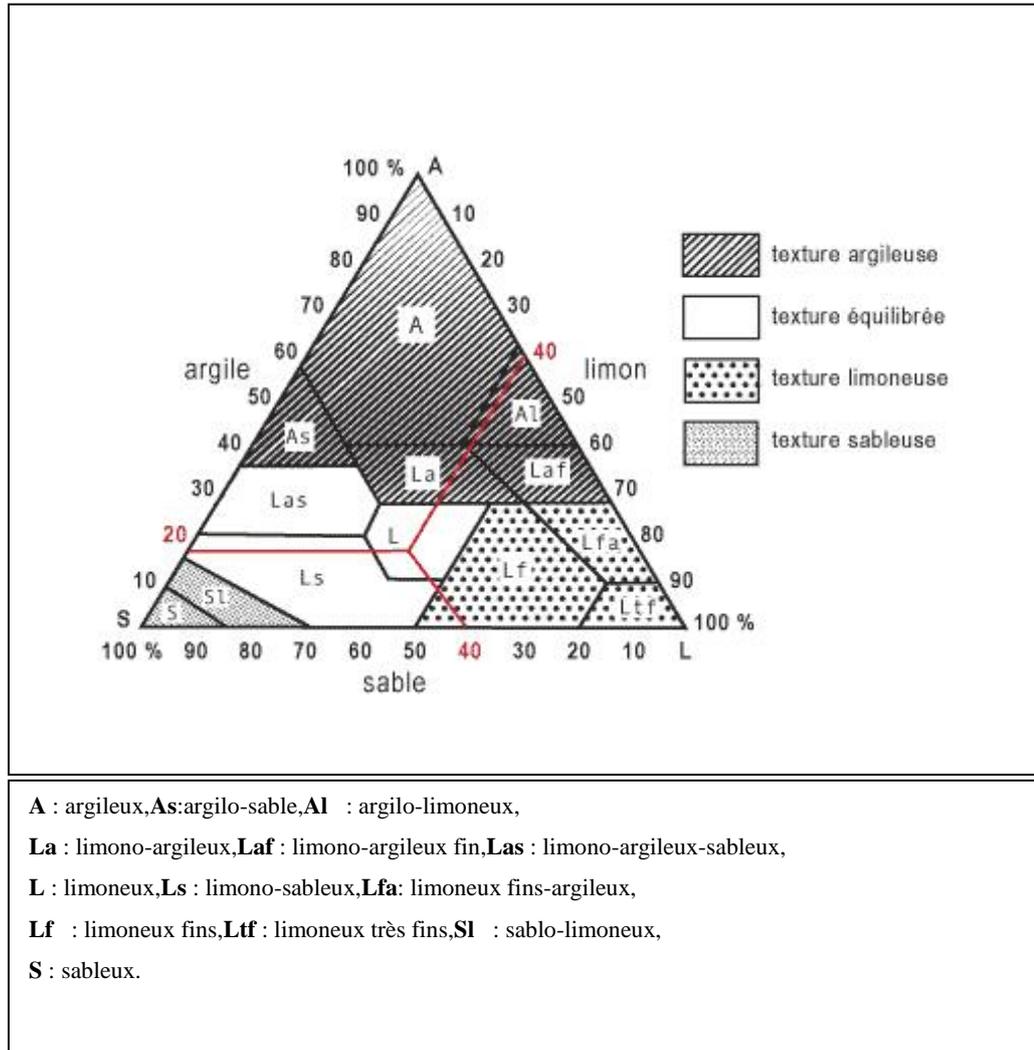


Figure 29: triangle de texture selon (DUCHAUFOR, 1988).

2.1.2-La sédimentométrie



Figure 30: mesure de la sédimentométrie

Pour avoir la valeur d'argile il faut appliquer la méthode de prélèvement, cette méthode consiste à mesurer 20g de sol puis la mettre dans un bécher de 1 L. Pour ajuster avec de l'eau distillée jusqu'à 1L et agiter avec l'agitateur électrique et se mettre dans une éprouvette de 1000ml. Le 1^{er} prélèvement après 1 min, le 2^e prélèvement après 5min, le 3^e prélèvement après 6 h.

B. Matériel utilisé

- Deux tamis (2 mm et 0.2 mm)
- l'agitateur électrique
- Capsule (en porcelaine ou en verre) , Bécher
- Des éprouvettes de sédimentation graduées de 100 à 1000 ml
- L'examéta phosphate de sodium et L'eau distillée

En utilisant les formules suivantes pour les calculs

$A+L+S =$ le 1^{er} prélèvement après 1 minute

A+L= le 2eme prélèvement après 5 minute

A= le dernies prélèvement après 6heur

2.2 Analyses chimiques

2.2.1 Acidité du sol pH

Le pH des sols est une autre propriété chimique essentielle qui détermine le comportement des éléments chimiques, également celui des êtres vivants (Robert, 2007).

La mesure du pH d'une suspension de sol dans l'eau rend compte de la concentration en ions H_3O^+ à l'état dissocié dans le liquide surnageant (Bachir)

Méthode :

- Peser dans un bécher, 10 g de terre fine séchée à l'air libre ;
 - Ajouter 50 ml d'eau distillée ;
 - Bien mélanger la terre et l'eau à l'aide d'une spatule quelques minutes ;
 - Mesurer le pH.
- La température ambiante au laboratoire est de 22 °C. (Les résultats sont montrés dans les tableaux 14 , 15) .



Figure 31 : Mesure du pH

2.2.2-Conductivité électrique

La conductivité électrique dépend de la teneur en électrolytes (Cl^- , CO_3^{2-} , Ca^{2+} et Mg^{2+}) à un autre trait caractéristique des sels, permet de les qualifier, et s'exprime Ms/cm . Sa mesure permet d'obtenir rapidement, à l'aide d'un conductimètre, une estimation de la teneur globale en sels dissous de l'extrait aqueux d'une solution dont le rapport sol eau est de 1/5. L'interprétation a été faite à l'aide de l'échelle de salure des sols

Méthode :

- Extrait 1/5 :
- Peser 10g de sol tamisé
- Ajouter 50 ml d'eau distillé
- Agiter quelques minutes avec l'agitateur
- Laisser reposer plus de l'heure
- Filtrer et passer au lecteur au conductimètre.

(Les résultats sont montres dans le tableau 14 , 15)



Figure 32 : Mesure de la Conductivité électrique

2.2.3. Calcaire (CaCO₃)

Nous avons utilisé la méthode volumétrique de Bernard. La décomposition des carbonates a été effectuée par HCL à 10% en prenant comme témoin le CaCO₃ pur. Les valeurs du CaCO₃ sont mesurées grâce au Calcimètre de Bernard.

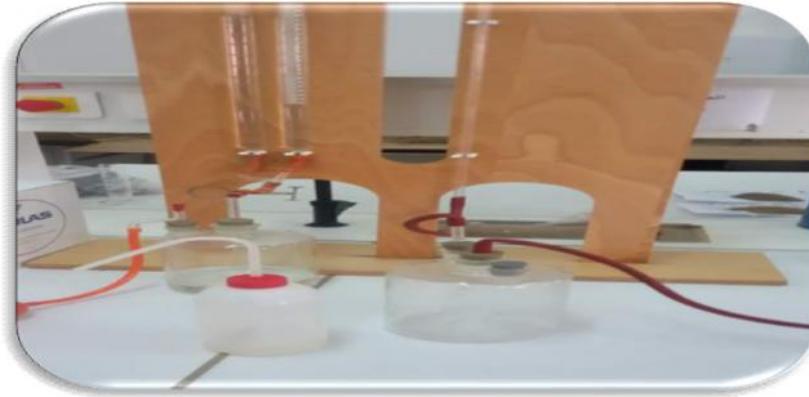


Figure 33: détermination du calcaire total

Méthode :

Principe:

On attaque un poids connu de terre par l'acide chlorhydrique :



Réaction qui permet d'utiliser une méthode gazéométrique, puis que l'attaque d'une mole de CaCO₃ permet le dégagement du gaz carbonique.

Réactifs :

-HCl dilué ½

-Eau distillée saturé en NaCl (300g/l) colorée.

Appareillage : Le calcimètre de Bernard : une burette graduée en ml reliée par le bas à l'aide d'un tube en caoutchouc à une ampoule et par le haut à un erlenmeyer muni à l'intérieur d'un petit tube à essai.

Mode opératoire :

-Remplir l'ampoule d'eau salée de manière à ce que le niveau soit légèrement au-dessous de zéro de la burette (pour cela on décroche l'ampoule et l'on fait correspondre les niveaux d'eau dans l'ampoule et la burette).

-Peser 0,3g de CaCO_3 pur et sec et le déposer dans l'erenmeyer. Il va servir à étalonner l'appareil.

-Remplir un petit tube à essai au $\frac{3}{4}$ de HCL $\frac{1}{2}$ dilué que l'on place délicatement au moyen d'une pince de Mohr dans l'erenmeyer en ayant soin qu'aucune goutte ne tombe sur le CaCO_3

-Boucher soigneusement l'erenmeyer en le mettant ainsi en relation avec la burette

-Décrocher l'ampoule et faire correspondre les niveaux, puis faire la lecture du niveau de la burette : soit V_0 le niveau lu

-Renverser l'acide sur le CaCO_3 en ayant soin de ne pas échauffer le mélange avec la main.

-Attendre la stabilisation du niveau de l'eau dans la burette, marquant la fin du dégagement gazeux.

-Décrocher l'ampoule, mettre en correspondance les niveaux et une seconde lecture soit V_1 le niveau lu après la réaction $V = V_1 - V_0$.

-Renouveler l'opération en partant du 2 en remplaçant le CaCO_3 par le sol placé au tamis de 0,2 mm Peser 1g de sol et faire un essai : volume déplacé trop important diminuer la prise d'essai, volume très faible accroître. Soit V' le volume dégagé par l'échantillon du sol. (Les résultats sont montrés dans les tableaux 14 , 15).

2.2.4 -L'humidité



Figure 34 : Mesure de l'humidité

Méthode

- Peser la capsule vide
- Prendre 10 g de sol humide (mh)
- Faire un séchage à 105°C pendant 24 heures dans l'étuve
- Peser une deuxième fois le sol séché (ms)

Calcul :

$$\text{Humidité (H)} = \frac{\text{poids d'eau}}{\text{poids de terre sèche}} * 100\%$$

(Les résultats sont montrés dans le tableau 18)

2.2.5 La matière organique

Figure 35 : Mesure de la matière organique

Méthode par calcination :

- Prendre 5 g de sol
- Sécher à 105°C pendant 24 heures dans l'étuve
- Peser l'échantillon du sol après séchage (m1)
- Faire passer l'échantillon du sol dans un four à 700°C pendant 1 heure 30 minutes
- Peser l'échantillon du sol après calcination (m2)

Calcul :

MO% = $(m1-m2) \times 100 / 20$ (Les résultats sont montrés dans le tableau 18)

2.2.6. Perméabilité :



Figure 36 : Mesure de perméabilité

C'est de mesurer le taux de perméabilité dans ce sol

Mode opératoire :

Pour réaliser la perméabilité du sol, il faut prendre un entonnoir, puis placer un papier film dans sa partie inférieure, puis verser le sol à une certaine hauteur et arroser avec de l'eau distillée jusqu'à la surface de l'entonnoir. En fin, on mesure le volume de l'échantillon précipité avec une éprouvette. (Les résultats sont montrés dans les tableaux 12, 13)

La formule pour calculer :

$$k = \frac{e \cdot v}{S \cdot H}$$

la perméabilité :

K : perméabilité

e : la hauteur du sol S : la surface

V : volume de la précipitation de chaque échantillon

H : la hauteur du sol + l'eau

3 –Caractérisation principaux points d'eau analysés :

Dans le but d'une caractérisation des eaux d'irrigation et du sol dans la zone d'étude, nous avons réalisé une campagne d'échantillonnage durant le mois Avril,.

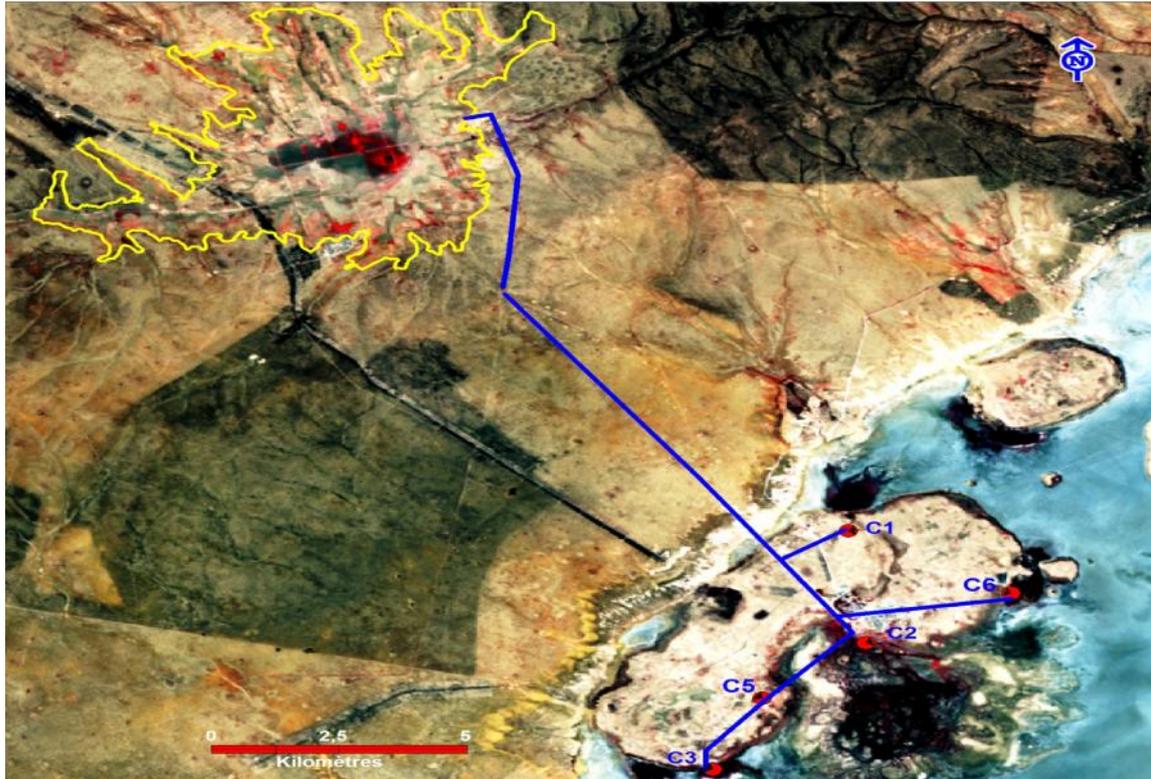
Au total, 3 échantillons des eaux souterraines ont été prélevés, en parallèle de l'échantillonnage des eaux, nous avons effectué des prélèvements du sol des parcelles irriguées par ces eaux

3.1. Localisation les points d'eau analysés

Tableau 11:localisation les coordonnées géographiques des stations

Dénomination du point d'eau	Nature	Coordonnées
C3	Forage	X=327,0 Y=131,1 Z=985,0m
C5	Forage	X=328,3 Y=137,0 Z=989,0m
C6	Forage	X=322,0 Y =137,0

Source Aimer.H.2005



Carte10: Carte situation du forage et le périmètre irrigué

3.2. Analyses physico-chimique des eaux méthodologie:

Toutes les analyses physico-chimiques de l'eau d'irrigation ont été effectuées au laboratoire de l'Algérienne des Eaux

Les paramètres mesurés sont porté sur la conductivité, le pH et sur les éléments majeurs à savoir : Cl^- , Ca^{2+} , K^+ , Na^+ , et Mg^{2+} ,

a. Le pH :

Le pH est un élément important définie pour le caractère agressif ou incrustant d'une eau

Mode opération :

Cette méthode consiste à mesure direct du pH en plongeant l'électrode dans l'eau à analyses après l'étalonnage avec une solution tampon, e lie la valeur indique directement sur le pH mètre de type NF T 90-008 FEVRIER2001

b. La conductivité électrique :

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm de surface et séparées

Mode opération :

La mesure de la conductivité se fait directement à l'aide d'un conductimètre

c. Les chlorures :

Les ions Cl^- sont dosés en milieu neutre par précipitation avec une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium comme indicateur, la fin de dosage est indiquée par l'apparition d'une teinte rouge due à formation d'un précipité d'un chlorure d'argent

Mode opération :

Dans un bûcher de 250ml ont introduit :

- 100ml de l'eau à analyser
- 2à3gouttes d'acide nitrique
- 0.2gde carbonat de calcium
- 3gouttes de solution de chromte de potassium.

d. Sodium, Potassium, et calcium : le dosage par la méthode de spectrophotométrie à flamme.

Principe : préparer des solutions étalons à partir de la solution mère de Na Cl , k Cl , Ca Cl^2

Mode opération :

- Mettre l'appareil en marche
- Mettre le blanc pour régler le zéro
- Etalonnage de l'appareil par les solutions étalons

Mettre l'échantillon correspondant en effectuant les lectures affichées

Utiliser de l'eau distillée entre chaque échantillon et l'arrêt de l'appareil

e. Magnésium (Mg^{++})

Le magnésium se prête facilement aux techniques habituelles de l'analyse hydrologique la méthode colorimétrique, plus sensible, est cependant susceptible de certaines interférences

Mode opération :

Dans un bécher on introduit :

- 100ml de l'eau à analyse;
- 50 mg de magnésium ;
- Goutte de noir dériochrome T (NET);
- 1 ml dammoniaque ($NH_4 OH$)
- Ensuite on titre avec la solution I EDTA (0.1) jusqu' au du virage rouge au vert

Chapitre 05
Résultats et discussion

1. Résultats d'analyse physicochimique du sol :

Tableau 12 : Résultats d'analyses physique du sol irrigué

N°	altitude (m)	Pente (%)	Argiles%	Limons %	Sables%	K Cm/h
1	1040	0 - 3%	9	15	76	0.5
2	1038	3 - 6%	8	16.5	75.5	0.40
3	1033	3 - 6%	11	15	74	0.7
4	1035	0 - 30%	13	23	64	0.26
5	1026	6 – 12 %	14	24	62	0.23
6	1036	6 – 12 %	14	22	64	0.32
7	1035	0 - 3%	15	22.5	62.5	0.16
8	1021	3 - 6%	17	25.5	57.5	0.45
9	1024	3 – 6%	17	23	60	0.35
10	1044	0 – 3 %	15	25.5	59.5	0.23

Tableau 13 : Résultats d'analyses physique du sol non irrigué

N°	Altitude(m)	Pente%	Argile%	Limons%	Sables%	K Cm/h
11	1073		8	16.5	75.5	0.21
12	1082		11	16.5	72.5	0.19
13	1071		10	15.5	74.5	0.14
14	1058		10	15	75	0.12
15	1054		10	12	78	0.17
16	1039		9	13.5	77.5	0.19
17	1047		15	23	62	0.20

Le sol étudié a une texture sableux-limoneuse. Les résultats d'analyses du sol irrigué et non irrigué sont présentés dans les tableaux

Selon Boiffin (1984), la formation des croûtes de battance est la conséquence de la dégradation de la surface du sol par les gouttes de pluie.

Tableau 14: Résultats d'analyses chimique du sol irrigué

Les analyses	pH	Conductivité électrique mmols /cm à 25°C	Calcaire Total CaCO ₃ (%)
1	8.11	2.14	72
2	8.01	2.01	62
3	7.96	1.52	92
4	7.90	2.30	59
5	7.85	1.42	82
6	7.61	1.28	66
7	7.76	1.33	86
8	7.53	2.33	87
9	7.49	2.52	97
10	7.04	2.15	61

Tableau 15: Résultats d'analyses chimique du sol Non irrigué

Les analyses	pH	Conductivité électrique DS /m	Calcaire Total CaCO ₃ (%)
11	7.24	0.44	86
12	7.51	0.38	77
13	7.40	0.36	85
14	7.32	0.35	81
15	7.50	0.34	86
16	7.50	0.33	66
17	7.30	0.29	63

Les résultats d'analyses nous ont permis de constater que le sol d'étude présente une forte effervescence à l'HCl se traduisant par la présence de calcaire. Naturellement, la réaction d'effervescence est grossièrement proportionnelle à la teneur en calcaire de l'échantillon testé (Delaunois, 2006).

1.1. pH du sol :

Les résultats de l'analyse du pH sont représentés dans, Tableau, et la figure, montrant que la majorité des sols étudiés de Dayet Zraguet ont des pH moyennement basique à tendance alcalines. Ils varient de à 8.20 avec une moyenne de 6,40. Les valeurs de pH semblent être en accord avec le niveau d'alcalinité rencontré dans les sols étudiés qui est généralement faible.

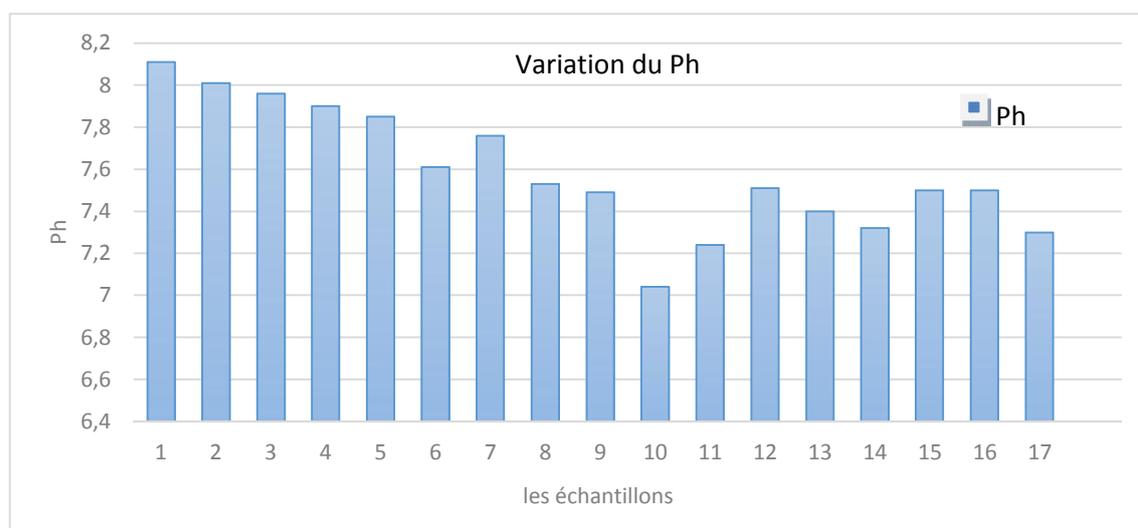


Figure37 : Variation du Ph des échantillons du sol

Tableau 16 : Répartition des classes des pH des sols étudiés du périmètre de Dayet Zraguet selon les normes **DIAEA /DRHA /SEEN (2008)**

Classe du sol	pH	des sites
Acide	<6	
Faiblement acide	6-6,5	
Neutre	6,5-7,3	
Faiblement basique	7,3-7,8	
Moyennement basique	7,8-8,5	Moyennement basique
Tendance alcaline	8,5-9	Tendance alcaline
Très alcaline	>9	

Le pH des sols est un facteur qui peut contrôler l'activité nitrifiante (Krave *et al.*, 2002).

Les sols salés ont un pH qui ne s'élève pas au dessus de 8.2 pour les sols salins.

- L'accumulation des sels solubles, réduit le pH des sols salés (Gupta et Abrol, 1990).
- Une valeur élevée de pH est causée par la présence de carbonate et bicarbonate de Sodium, ceci entraîne la précipitation des carbonates de Ca et Mg pendant l'évaporation et conduit à une augmentation de S.A.R de la solution du sol (Gupta et Abrol, 1990).

Le pH est un paramètre important de la dynamique du sol, c'est un clé en agronomie car leur degré d'acidité ou de basicité joue un rôle très important sur l'assimilation des éléments nutritifs par la plante, il a une influence sur trois composantes importantes de la fertilité d'un sol : la biodisponibilité des nutriments, l'activité biologique et la stabilité structurale, La variation de pH dépend à les variations saisonniers et le pouvoir tampon de sol (le nombre d'ions en réserve sur le complexe argilo-humique) ,l'état hydrique du sol, sa température et la présence ou non d'une culture en période de croissance active (Dinon E., Gerstmans, 2008).

1.2. Conductivité électrique :

La salinité d'un sol est déterminée par la conductivité électrique 1/5 c'est-à-dire la dissolution d'une fraction du sol en 5 fractions d'eau et après on passe à la conductivité électrique sur l'extrait de la pâte saturée. Dans notre étude nous avons mesuré la conductivité de la pâte saturée en raison qu'elle est proche à l'état réel du sol. Les résultats sont représentés dans, Tableau n°14 et 15

On remarque que les valeurs de la conductivité électrique du sol varient de 0.35 dS/m à 2.52 dS/m avec une moyenne de l'ordre de 1.42 dS/m. Ces valeurs de conductivité électrique nous permettent de classer ces sols dans la classe des sols salins en fonction de la classification de l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)

Tableau17: Classification des sols selon le (FAO)

Classe	Conductivité de l'extrait de sol saturé (dS/m)	Effet sur la croissance des plantes
Non salins	0-2	Effets de la salinité négligeables
Légèrement Salins	2-4	La production de certaines plantes sensibles peut être affectée (ex : tomate, haricot...)
Modérément Salins	4-8	La production de la plupart des plantes est restreinte
Fortement salins	8-16	Seules les plantes tolérantes au sel produisent de façon satisfaisante (ex : asperge)
Très fortement Salins	>16	Seul un très petit nombre de plantes tolérantes au sel produisent de façon satisfaisante

Source : FAO soil bulletin 39,1988.

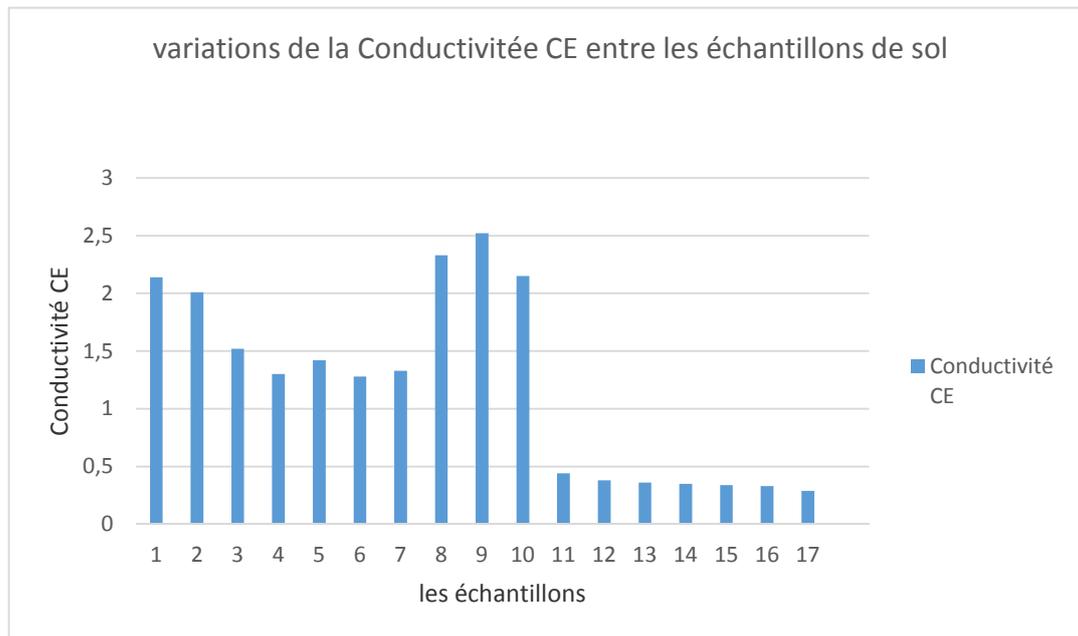


Figure38 : Variation de la conductivité électrique de la pâte saturée du sol du périmètre dayet Zraguet

La courbe de L'évolution de la conductivité électrique des sols du périmètre Dayet Zraguet ce sont des sols salins, donc on à un effet de salinité sur la croissance des plantes cultivés.

La carte de la répartition spatiale de conductivité électrique montre une zone de sols salins tout au long du périmètre, et une zone de conductivité Fortement de ce périmètre

N des echan	L'humidité H (%)	MO (%)
1	15	2.1
2	22	2.5
3	18	2.65
4	24	2.35
5	22	2.2
6	18	2
7	20	2.4
8	23	2.65
9	20	2.5
10	17	2.35
11	10	1.3
12	08	1.5
13	11	1.35
14	10	1.25
15	09	1.35
16	11	1.2
17	12	1.15

P1-p10 sol irrigué / p11-17 sol non irrigué

Tableau18 : Résultats des analyses de l'humidité et la matière organique du sol

1.3. L'humidité

Les sols analysés présentent des taux d'humidité moyens qui varient entre 10 à 30 dans la couche superficielle de 0-30 cm ce qui s'explique par la présence de la dalle calcaire qui contribue à une certaine accumulation de cette humidité dans les couches superficielles (voir figure n°39)

D'autre part les sols irrigués présentent une humidité supérieure par rapport au sol non irrigué, a cause de l'apport des eaux d'irrigation.

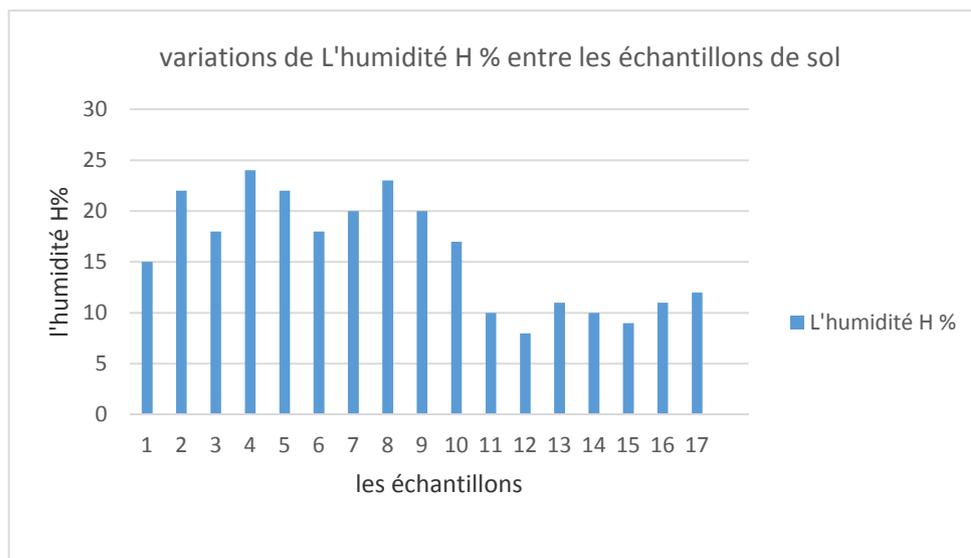


Figure39 : Variation de l’humidité H% entre les échantillons de sol

1.4. LA Matière organique

Le taux de matière organique varie entre 1 à 1.5%.dans le sol non irrigué, et de 2 à 3.5% dans le sol irrigué.

D’une façon générale le taux de matière organique est plus élevé dans le sol irrigué par rapport au sol non irrigué à cause la présence de l’eau qui va simuler l’activité microbologique au niveau du sol.(voir fig n°40)

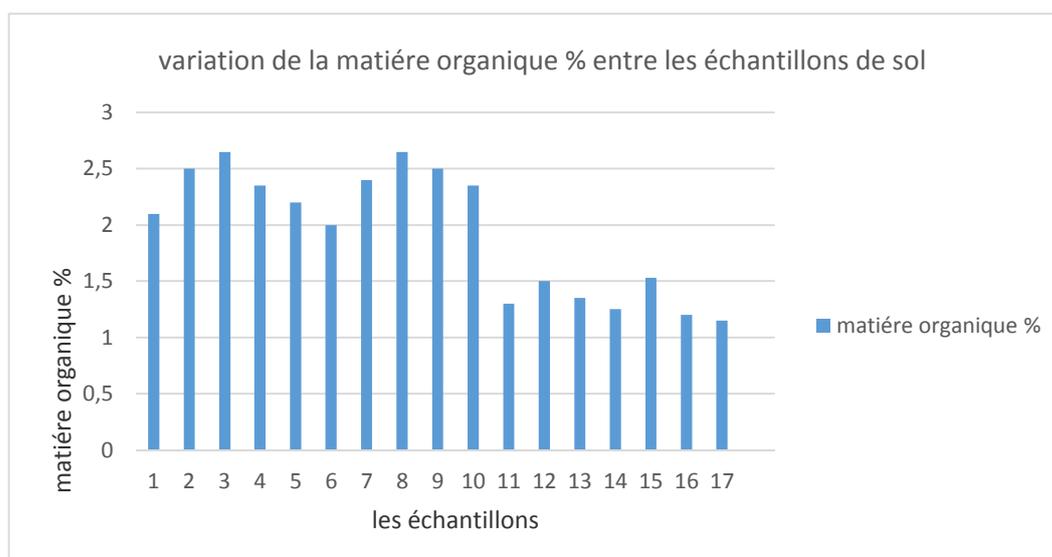


Figure40 : Variation de la matière organique entre les échantillons de sol

1.5. Calcaire total

Les valeurs du calcaire total varient entre 63 et 86 dans le sol non irrigué et de 61 à 92 dans le sol irrigué.

D'une façon général, ce taux de calcaire peut influencer l'absorption des sels minéraux par les racines ce qui va inhiber la circulation libres des éléments d'azote, du phosphore et du potassium sur le complexe argilo-humique.

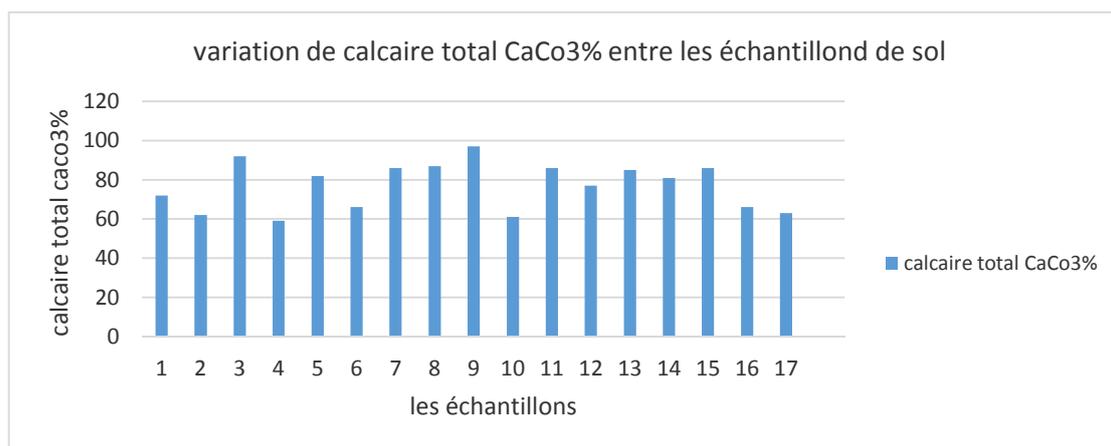


Figure41 : Variation de calcaire totale CaCO₃ % entre les échantillons de sol

1.6. Perméabilité

Le coefficient de perméabilité dans le sol irrigué varie entre 0.5 et 0.45 par contre il est dans le sol non irrigué (entre 0.12 à 0.21)

Dans un sol irrigué au a subit des travaux agricoles, présente une structure bien dispersée ce qui favorise une infiltration plus ou moins importante par rapport au sol non irrigué et non travaillé, qui présente une structure plus compacte ce qui diminuera la perméabilité.

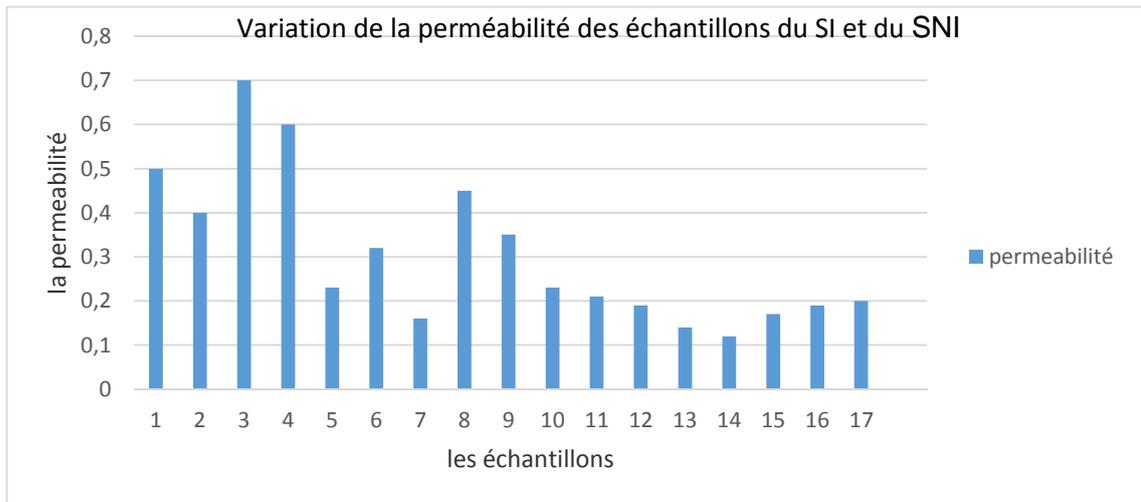


Figure 42: Variation de la perméabilité des échantillons du SI et du SNI

1. Résultats analyse l'eau :

Tableau 19: Résultats d'analyses physicochimique l'eau

Paramètres	Forage C 3	Forage C5	Normes algériennes	Normes O.M.S
Analysés				
PH	7.07	7.06	6.5à 8.5	6.5à 8.5
Conductivité à 20°C (µs/cm)	2000	2060	<2800	1000
Ca⁺⁺ (mg/1)	168.3	160.32	<200	<200
Mg⁺⁺ (mg/1)	65.6	51.03	<150	<150
Na⁺ (mg/1)	242	249	<200	<200
K⁺ (mg/1)	6.00	6.00	<20	<10
Cl⁻ (mg/1)	391	405	<500	<250
SO₄²⁻ (mg/1)	469.5	484	<500	<400
HCO₃⁻ (mg/1)	207.4	231.8	50	>30

2.1. pH :

Le pH des deux échantillons analysés présente une moyenne répanant aux normes O.M.S, qui varie entre 7.06et7.07 ce qui indique que ces eaux ne présente pas d'agressivité chimique.

2.2. Conductivité électrique :

Conductivité électrique augmente lorsque la teneur en sels dissous augmente

2.3. Calcium (Ca^{++}) :

Généralement, le Calcium est l'élément dominant dans une eau potable. Tous les échantillons analysés présente des teneurs en Calcium répondant à la norme recommandée par L'O.M.S (200mg/l). Une eau de bonne qualité renferme de 100 à 140mg/l de Calcium **J.RODIER, 1984**, par conséquent, seuls les forages C3, C5 ont des concentrations supérieures 140mg/l. Les eaux analysées des teneurs en Calcium acceptables.

2.4. Magnésium (Mg^{++}) :

Le magnésium est l'un des éléments les plus répandus dans la nature. D'après les résultats analyses effectuées pour les deux échantillons on constate que les teneurs obtenues sont toutes nettement inférieures aux normes recommandées par l'O.M.S (150mg/l).

2.5. Sodium (Na^+) :

Le sodium est un élément constant dans l'eau, le constituant majeur de l'écorce terrestre et il existe dans la totalité des eaux car la solubilité De ses sels est très élevée. Recommandées par l'O.M.S. Les teneurs obtenues sont largement supérieures très élevé

2.6. Potassium (K^+) :

Les concentrations obtenues de potassium sont acceptable par les normes de l'O.M.S.

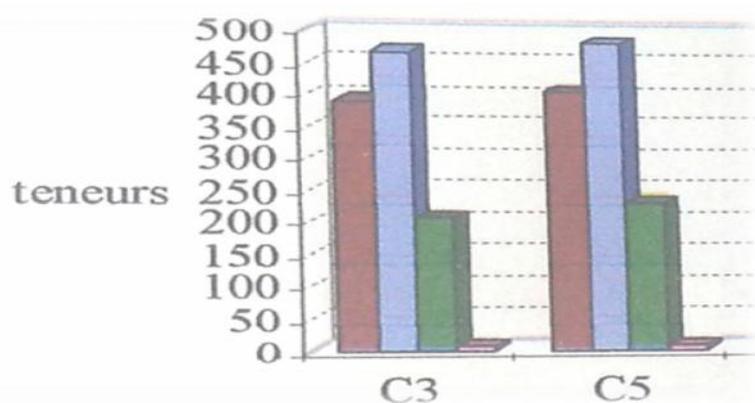


Figure43 : Les teneurs des cations en mg/l des deux forages

On déduit que les concentrations des cations sont variables toute fois on remarque pour les forages une forte concentration Ca^{++} , Mg^{++} et Na^+ et une faible concentration K^+

2.7. Chlorures (Cl^-) :

La teneur en Chlorure des eaux est variée, liée à la teneur des terrains traversés. Un taux élevé de Chlorure provoque une saveur désagréable de eau.

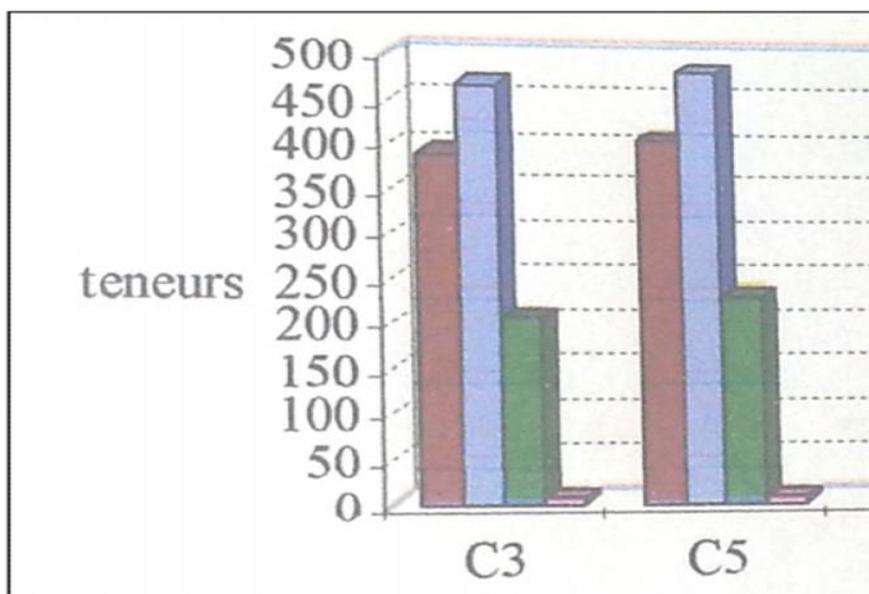
Selon les normes l'O.M.S, la quantité des chlorures ne doit pas dépasser 250mg/l , cette limite est largement dépassée pour les forages d'Ain Skhouna .cependant et en considérant les normes Algériennes comme guide ,ces eaux peuvent être considérées comme étant potable .

2.8. Sulfates (SO_4^{2-}) :

Les résultats obtenus démontrent que la quantité de Sulfates est supérieure aux normes admissibles d'après l'O.S.M et répond aux normes Algérienne pour les points d'eau analysés.

2.9. Bicarbonates (HCO_3^-)

Les analyses ont montré que les valeurs obtenus pour les Bicarbonates sont très élevées et dépassent les exigences de l'O.M.S et les normes nationales.

**Figure44 :** Les teneurs des anions en mg/l des deux forages

Montre que la valeur des anions est assez variable. Toutefois on remarqué une forte concentration de sulfates et une augmentation des bicarbonates et chlorures justifiée par la nature du sol.

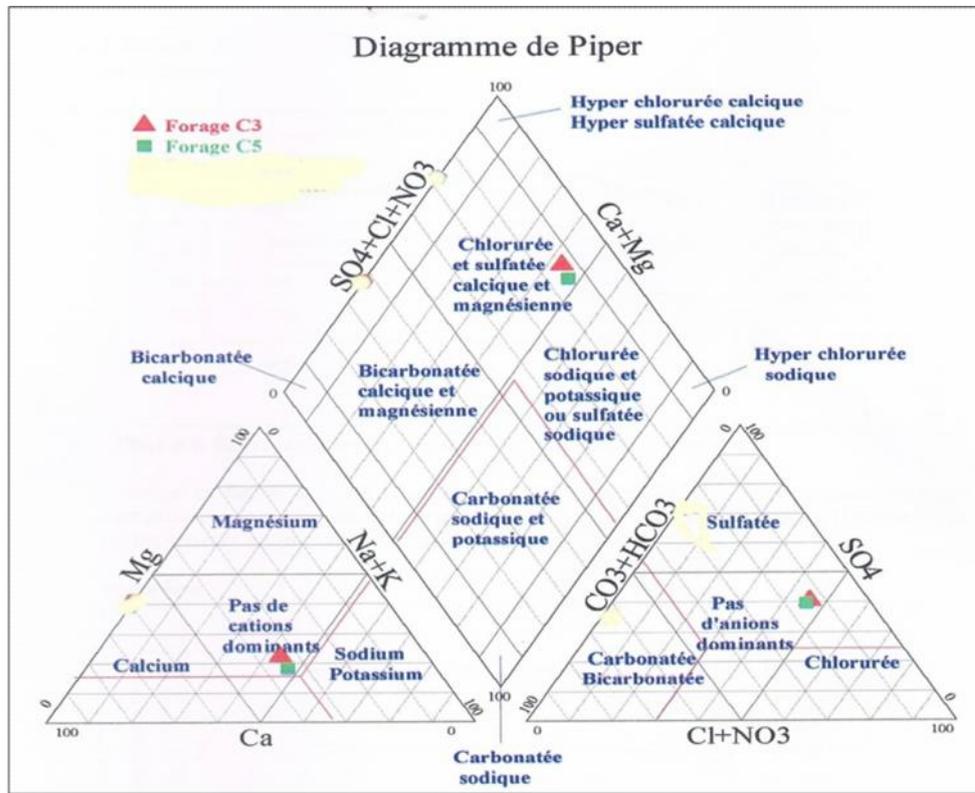


Figure45: Classification des eaux dans le diagramme de Piper

2.10. Diagramme de piper :

Diagramme de piper permet de représenter le faciès chimique d'un ensemble d'échantillons d'eaux. Il est composé de deux triangles permettant de représenter le faciès cationique et faciès anionique et d'un losange synthétisant de faciès global.

Ce type de diagramme est particulièrement adapté étudier l'évolution du faciès des eaux lorsque la minéralité augmente ou bien pour distinguer des groupes d'échantillons.

Pour les eaux de nos deux forages sont classées dans ce diagramme, avec des cations non dominants et avec la caractéristique de chlorurée, sulfatée, calcique et magnésienne.

Conclusions Générale

Conclusion :

La région d'Ain skhouna constitue un périmètre où l'activité agricole se considère l'activité principale de la population. Certes le développement de cette activité est limité par la sévérité du climat, la dégradation de la qualité des eaux d'irrigation et la détérioration des sols cultivés. Notre zone constitue un exemple des zones du Ain skhouna qui souffre des ces phénomènes. Les composantes de ce climat constituent d'une part les facteurs limitant le bon développement des cultures en absence d'une bonne irrigation et d'autres parts favorisent l'accumulation des sels dans le sol.

Les eaux d'irrigation du périmètre étudié se caractérisent par un pH légèrement alcalins à alcalin. Selon la conductivité électrique deux types d'eau ont été distingués :

- Des eaux non salines de conductivité électrique inférieure à $2800\mu\text{s}/\text{cm}$, ce sont des eaux de bonne qualité pour l'irrigation ainsi que la potabilité.
- Des eaux ayant une salinité faible dont la conductivité électrique est $2060\mu\text{s}/\text{cm}$ à utiliser pour l'irrigation.

Le résultat des analyses chimiques des eaux souterraines montre une concentration élevée les sulfates suivis par les bicarbonates et des chlorures qui ont des teneurs assez proches. Concernant les concentrations des cations on constate que le calcium est présent en grande quantité, cet enrichissement en calcium a comme origine l'existence des formations d'encroûtements de calcaires appartenant au Mio-pliocène. Le Magnésium présent par des concentrations moyennes par rapport à la concentration totale des cations, suivi par le sodium et le potassium en faibles teneurs. Ces teneurs en Ca^{2+} et Mg^{2+} , classent les eaux de saida dans la catégorie des eaux douce à dure.

L'utilisation des diagrammes, Piper et Schoëller Berkaloff montre que les eaux de région d'Ain skhouna possèdent une eau dont le est faciès chloruré, sulfaté calcique et magnésien.

Les sols de deyat Zeraguet sont caractérisent par une conductivité électrique .Ceci montre qu'on est dans le cas des sols ou alcalins.

L'étude de l'interaction eau-sol traduit l'impact de qualité des eaux d'irrigation sur la qualité des sols.

Recommandations :

A fin d'éviter la détérioration de la qualité des eaux et des sols on cite les recommandations suivantes :

- La bonne gestion des ressources en eaux
- Une irrigation appropriée avec le mélange des eaux de surface avec les eaux de la nappe pour éviter l'accumulation des sels à long terme.
- Un labour profond pour l'amélioration des sols sodiques
- Surveiller la qualité des eaux et des sols d'une façon périodique
- L'utilisation des produits biologiques dans la fertilisation du sol.
- Trouver d'autres ressources hydriques afin de limiter la baisse du niveau piézométrique de la nappe, tel que l'utilisation des eaux usées traité dans l'irrigation.
- La lutte contre la salinisation secondaire des sols par l'irrigation avec de l'eau de mauvaise qualité chimique
- La réhabilitation des réseaux de drainage;

Propositions d'aménagement:

- Amélioration du système agro-sylvo-pastoral : (agriculture dirigée suivant des normes scientifiques).
- Exploitation rationnelle des parcours : (amélioration du potentiel fourragère).
- Lutte contre la salinité dans les zones agricoles : Pour l'aménagement des sols salés, le drainage permet d'évacuer les sels du sol par le phénomène du lessivage.
- Drainage par fossés ouverts :

C'est un drainage qui consiste à ouvrir sur les parcelles à assainir des fossés drains superficiels se déversant dans des fossés collecteurs qui acheminent l'eau vers un émissaire

C'est un drainage qui consiste à ouvrir sur les parcelles à assainir des fossés drains superficiels se déversant dans des fossés collecteurs qui acheminent l'eau vers un émissaire

- Drainage par canalisations enterrées :

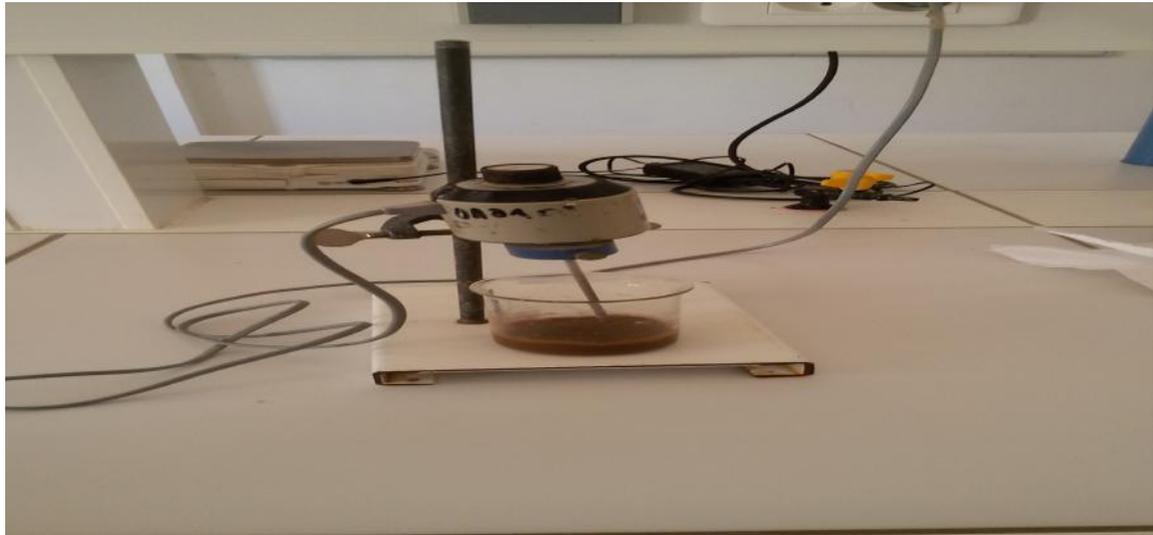
Le drainage par canalisations enterrées consiste essentiellement dans un réseau des tuyaux disposés dans le sol de la façon la plus convenable pour l'assainir, il comprend deux sortes des tuyaux placés les uns à la suite des autres, les uns formés uniquement des tuyaux des plus petit calibre appelés « drains », les autres d'un diamètre plus considérable appelés « collecteurs ».

- utiliser les bonnes techniques d'irrigation :

Le besoin d'économiser les ressources hydriques passe par des systèmes d'irrigation qui assurent une bonne distribution de l'eau et par des canalisations aux joints étanches.

Un système approprié du drainage évite l'accumulation néfaste des sels à la surface et dans la couche supérieure du sol (les sels appauvrissent et abîment les cultures).

ANNEXES



L'agitateur mécanique



L'agitateur électrique



Conductimètre



PH-mètre



Le Four



Four mourphe



Calcimètre de BERNARD



Tamis mécanique

Référence bibliographique

Référence bibliographique

AIMAR.H, (2005) : contribution à l'étude phénoménologique et qualitative de la nappe du chott chergui thèse magistère, Univ, mascara

A.P.C : Assemble populaire communale d Ain Skhouna

ANRH, (2003) : hydrauliques agence nationale des ressources hydrauliques

ANTEUR. DJ, (2014) : cours bases des données géographiques 3ème année

BACHIR. S. et LAKEHAL S. (2007) : contribution à l'étude physico- chimique des sols

des poiriers dans la wilaya de Tlemcen. Mém Ing. Etat en Agronomie, Univ. Tlemcen, 81 p.

BERROUCH. H, (2011) : Etude de la qualité des eaux d'irrigation et du sol dans le périmètre de Saâda (Région du Haouz) Thèse de Doctorat Université cadi ayyad

DELAUNOIS. A, (2006) : Guide simplifié pour la description des sols..

DGF, (2001) : Atlas des zones humides algériennes d'importance internationale. Rapport sur l zone

DIAEA /DRHA /SEEN(2008) - Direction de l'irrigation et de l'aménagement de l'espace Agricole, Service des Expérimentations, des Essais et de la Normalisation -Rabat

DINON E., GERSTMANS. (2008)- L'Influence du pH sur l'assimilation des éléments nutritifs du sol par les plantes et sur la variété des plantes, Université de Liège,

D.JEBAILI S.; 1984 - Steppe algérienne, phytosociologie et écologie. Office des publications universitaires (OPU), Alger

BOIFFIN. J, (1984) : La dégradation structurale des couches superficielles du sol sous l'action des pluies. Thèse de docteur-ingénieur de l'INAPG: 320P.

DONAHUE.R., (1958) : Nature des sols et croissance végétale. Ed.D'organisation. Paris. 312p.

DORAN, J.W. et ZEISS, M.R. (2000) :Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. Applied Soil Ecology 15(1) p.3-11..univ. de montréal
développement d'un indice mesurant la stabilité enzymatique relative des sols pour évaluer l'impact d'une contamination organique complexe sur la qualité de sols dans un contexte de remédiation roxanne demuysère département de génie chimique école polytechnique de montréal mémoire présenté en vue de l'obtention du dip.de maîtriseès sciences appliquées (génie chimique) avril 2011.

DUCHAUFUR P. (1988) - Pédologie : Application forestière et agricole école nationale des eaux et forêts, Nancy, 18 fig.

GUÉNON R. (2010) - Vulnérabilité des sols méditerranéens aux incendies récurrents et restauration de leurs qualités chimiques et microbiologiques par l'apport de composts. Thèse Doct, Univ. Marseille, p41.

GROS. R. (1988) : Relationships between soil physico-chemical properties and microbial activity along a restoration chronosequence of alpine grasslands following ski run construction. Applied Soil Ecology

FRANÇOIS R. (2008) : Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité, Edition DUNOD, Paris, 1152 pages.

HAGEMEYER J. (1996) : Salt. In Plant Ecophysiology. New York: John Wiley & Sons, Inc., p 176-181. Mémoire online

MATHIEU .C. (2003) : analyse chimique des sols .Paris, 387p.,30 fig.,40 tab.

LTIFI.W. (2008) : bilan d'eau et des sels dans les périmètres irriguées KALAAT L'ANDALOUS, laboratoire du centre de gestion du ressource en eau, (CGRE) de L'INAT, mémoire du mastère, 120p.

K. El oumlouki1, (2014) :Étude de la qualité physico-chimique des eaux et des sols de la région Souss Massa, (Cas de périmètre Issen), Maroc Université Ibn Tofail

Krave, A.S., Straalen, N.M., Verseveld, H.W., (2002) : Potential nitrification and factors influencing nitrification in pine forest and agricultural soils in Central Java, Indonesia. Pedobiologia, 46, 573-594.

O.M.S.(2012) :l'organisation mondial de sante

O.P.I : Office des Périmètres Irrigués installé en février 1987

RODIER .J. (1984) : l'analyse de l' eau (Eaux naturelle, résiduaires et de mer), édition DUNOD

ROBER.T. (2007) : Triangle des textures Source : Dr Georges Siegenthaler vigneron-LE SOL DE LA VIGNE.

Résumé :

Les sols ont une vocation principale de production agricole et sylvicole et assurent le développement de la végétation naturelle comme support de la biodiversité. Les sols sont aussi des réacteurs biologiques qui assurent de nombreuses fonctions environnementales ainsi qu'ils maintiennent le développement des êtres vivants. La pénurie d'eau et la concentration des sels dans les sols sont actuellement considérées comme des menaces pour la vie humaine.

Les réserves en eau utilisables par les racines dépendent principalement de la texture, de la structure, de la profondeur et de la salinité du sol d'une part, et du mode d'irrigation et de drainage de l'autre part. C'est finalement le bilan hydrique local qui conditionnera la production végétale. La salinisation apparaît comme la conséquence de divers processus complexes de redistribution des sels liés au fonctionnement hydrologique du milieu sous l'influence de l'irrigation et du drainage.

Notre étude a pour objectif le diagnostic du périmètre irrigué de Dayaet Zraguet Saida. La cartographie de cette salinité à l'échelle de toute la plaine est difficile à établir car il faut prélever et analyser un nombre important d'échantillons afin d'arriver à une bonne estimation spatiale. La télé-détection satellitaire, avec la quantité d'informations qu'elle offre et son champ de vision important, semble finalement être l'outil le plus approprié pour cartographier la salinité avec un nombre d'échantillons réduit. Néanmoins, la condition préalablement requise à son utilisation opérationnelle est une corrélation forte entre les données mesurées directement sur le terrain et celles déterminées par télédétection (Metternicht et Zink., 2003 ; Metternicht et Zink

La carte de la salinité obtenue par télédétection a finalement révélé une bonne corrélation par rapport aux traitements géostatistiques des données recueillies directement sur le terrain. La même répartition spatiale des différents niveaux de salinité a été confirmée ainsi qu'une équivalence très rapprochée des superficies par classe. Néanmoins, l'analyse ponctuelle n'a pas été satisfaisante. La télédétection satellitaire optique ne semble donc pas encore en mesure de percevoir les faibles variations de salinité. Toutefois, ce résultat est très encourageant. Il atteste en effet de la possibilité de faire un suivi régulier des différents niveaux de la dynamique spatiale de la salinité.

Mots clés : Télédétection ; Diagnostique ; Cartographie ; Salinité des Sols ; Périmètre Irrigué ; Dayaet Zraguet ; Saida

Abstract :

Soils have a main purpose of agricultural and forestry production and ensure the development of natural vegetation as support of biodiversity. The floors are also biological reactors that provide numerous environmental functions and they maintain the development of living things. Water scarcity and the concentration of salts in the soil are being considered threats to human life. Water supplies used by the roots mainly depend on the texture, structure, depth and soil salinity on the one hand, and the mode of irrigation and drainage on the other hand. It is ultimately the local water balance that will determine crop production. Salinization occurs

as a consequence of various complex processes of redistribution of salts related hydrological functioning of the medium under the influence of irrigation and drainage.

. Our study aims to diagnosis the irrigated perimeter of dayaet zreget Saida. The mapping of the salinity across the plain is difficult to establish because we must collect and analyze a large number of samples in order to achieve good spatial estimation. The remote sensing satellite, with the amount of information it provides and its large field of view, seems to finally be the most appropriate tool to map the salinity with a reduced number of samples. However, the condition previously required for operational use is a strong correlation between the measured data directly in the field and those determined by Remote Sensing (Metternicht and Zink, 2003. Metternicht and Zink

. The map of the salinity obtained by remote sensing finally found a good correlation to geostatistical treatment of the data collected directly in the field. The same spatial distribution of different salinity levels was confirmed and a very close equivalent of a class areas. Nevertheless, the point analysis was not satisfactory. The optical satellite remote sensing does not seem yet able to perceive small changes in salinity. However, this result is very encouraging. It attests in fact the possibility of regular monitoring of the levels of spatial dynamics of salinity

Keywords: Remote sensing; diagnostic; cartography; Soil salinity; Irrigated perimeter; Dayet Zraguet; Saida

المخلص:

أنواع التربة ذات الغرض الرئيسي من الإنتاج الزراعي والغابات وضمان تنمية الغطاء النباتي الطبيعي ودعم التنوع البيولوجي. الطوابق هي أيضا المفاعلات البيولوجية التي توفر الوظائف البيئية عديدة وأنها تحافظ على تطور الكائنات الحية. يتم النظر في ندرة المياه وتركيز الأملاح في التربة تهديدات لحياة الإنسان. . إمدادات المياه المستخدمة من الجذور يعتمد أساسا على الملمس، وهيكل، وعمق وملوحة التربة من جهة، وطريقة الري والصرف من ناحية أخرى. فإنه في النهاية توازن المياه المحلية التي ستحدد إنتاج المحاصيل. يحدث التملح نتيجة لعمليات معقدة مختلفة من إعادة توزيع أملاح المتعلقة سير الهيدرولوجية للمتوسط تحت تأثير الري والصرف .

وتهدف دراستنا إلى تشخيص محيط المروية من. رسم خرائط ملوحة عبر السهل من الصعب تحديد لأننا يجب ضاية زراقة سعيدة جمع وتحليل عدد كبير من العينات من أجل تحقيق تقدير المكاني جيد. الأقمار الصناعية والاستشعار عن بعد، مع كمية من المعلومات التي يقدمها وحقل كبير للعرض، ويبدو أن أخيرا الأداة الأكثر ملائمة لتعيين الملوحة مع انخفاض عدد العينات. ومع ذلك، فإن الشرط المطلوب سابقا لاستخدام العملي هو وجود علاقة قوية بين البيانات المقاسة وزنك (Metternicht 2003. والزنك،) مباشرة في هذا المجال وتلك التي يحددها الاستشعار عن بعد

خريطة الملوحة التي تم الحصول عليها بواسطة الاستشعار عن بعد وأخيرا وجدت علاقة جيدة للعلاج الجيواحصانية . من البيانات التي تم جمعها مباشرة في هذا المجال. وأكد التوزيع المكاني نفس مستويات الملوحة المختلفة وتعادل قريبة جدا من مناطق الطبقة. ومع ذلك، فإن تحليل نقطة ليس مرضيا. لا يبدو أن الاستشعار عن بعد الفضائية البصرية تتمكن حتى الآن من تصور التغييرات الطفيفة في الملوحة. ومع ذلك، هذه النتيجة مشجعة جدا. وهو يشهد في الواقع إمكانية الرصد المنتظم لمستويات ديناميات المكاني للملوحة

كلمات البحث: الاستشعار عن بعد. التشخيص. رسم الخرائط. ملوحة التربة. محيط المروية . ضاية زراقة سعيدة