

**UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA -**

**FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA  
TERRE ET DE L'UNIVERS**

***Département des Sciences agronomiques***



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE**

*En Vue De L'obtention Du Diplôme D'ingénieur d'Etat en sciences agronomiques*

*Spécialité : Agronomie saharienne*

*Option : mise en valeur des terres sahariennes*

**THEME**

**Contribution à l'étude des sols alluviaux de  
quelques paysages de bassin versant d'oued  
N'Sa**

*Présenté et soutenu publiquement par :*

**M<sup>lle</sup>, BENALI Amel.**

*Le 05/10/2010*

**Devant le jury :**

<b>Président :</b>	<b><i>M HAMDI-AISSA Belhadj</i></b>	<i>M.C.A. Université KASDI MERBAH</i>
<b>Promoteur :</b>	<b><i>M DJILI Brahim</i></b>	<i>M.A.A. Université KASDI MERBAH</i>
<b>Examineur :</b>	<b><i>Mme YOUCEF Fouzia</i></b>	<i>M.A.A. Université KASDI MERBAH</i>
<b>Examineur :</b>	<b><i>M IDDER Abdelhak</i></b>	<i>M.A.A. Université KASDI MERBAH</i>

**Année Universitaire : 2009/2010**

## Résumé

Dans ce travail nous avons étudié les sols alluviaux de quelques *paysages* du bassin versant d'oued N'sa dans le cadre de la connaissance des sols sahariens et pour cela nous avons réalisé sept toposéquences de l'amont vers l'aval.

Les travaux sur terrain et les analyses des sols du bassin versant montre que ces sol sont peu évoluée, formé sous l'influence de deux types d'apport alluvionnaire et éolien apparaissent sous forme des horizons alternés entre texture sableuse et sablo-limoneux à limoneuse et par fois sablo-graveleux à caillouteux.

Ce sont des sols non salins, le taux de calcaire est faible à moyen, légèrement à moyennement alcalin, les concentrations des sels sont faibles de faciès sulfaté magnésique, la teneur en matière organique est faible, la capacité d'échange cationique est faible à moyenne.

Les sols alluviaux d'oued N'Sa distribuée à des unités pédologiques rattachées à trois types de taxons de système WRB-FAO : Fluvisol arenique aridique (calcairique), Fluvisol yermique aridique, Fluvisol Takyrique.

**Mots clefs** : sol alluvial, bassin versant, oued N'sa, couverture pédologique, Fluvisol.

WRB-FAO: Fluvisol arenique aridique (calcairique), Fluvisol yermique aridique, Fluvisol Takyrique.

## Summary

In this work, we studied the alluvial soil of the few landscapes of river basin versant N'Sa contribution to the knowledge of Saharan soil and for that we will made seven toposequence from upstream to downstream.

The fieldwork and analysis of soil versaut Basin shows that the soil is very young, trained in the sedimentation of two types of contribution made by alluvial and eolian horizons alternating between sandy and sandy-textured silty loam and both sandy-gravelly to stony.

These soils are not saline, the rate of limestone is low to moderate slightly to moderately alkaline, low concentrations of salts are magnesium sulphate in nature, the organic matter content is low, the cation exchange capacity is low to medium.

Alluvial soils of Wadi N'Sa distributed to soil units attached to three types of taxa System WRB-FAO Fluvisol arenique aridique (calcairique), Fluvisol yermique aridique, Fluvisol Takyrique.

**Keywords** : alluvial soil, versant Basin, Wadi N'Sa, soil cover, Fluvisols.

# *Dédicace*

*Je dédie ce mémoire à ceux qui m'ont particulièrement encouragé et motivé au cours de ces longues années d'études :*

*A ma très chère Maman, pour son soutien, ses sacrifices, et ses encouragements,*

*A mon père pour tous ses soutiens,*

*A mes chers frères et sœurs,*

*A tous mes chères oncles,*

*A toutes mes chères tantes,*

*A toutes ma famille BENALI,*

*Et à tous mes chères amis.*

*Amel BENALI*

## **Avant propos**

*Je remercie tous d'abord Allah de m'avoir donné la force et le courage pour réaliser ce travail.*

*Mes profonds remerciements à mon promoteur Monsieur **Brahim DJILI** d'avoir proposé ce thème et accepté de diriger ce travail dans toutes ses étapes, malgré ses préoccupations quotidiennes.*

*Je remercie à Monsieur **Belhadj HAMDI-AISSA** pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant la présidence de mon Jury et je remercie messieurs **M. Abdelhak IDDER** et madame **Fouzia YUCEF** qui a bien voulu examiner ce travail.*

*Mes sincères remerciements vont également à tous ceux qui nous ont aidé sur terrain, **Mr. Brahim DJILI, Mr. BOUALLALA**, mon père, mon frère, Mr L*

*Je remercié aussi l'ensemble des membres de laboratoire biogéochimique des milieux désertiques (hydraulique), de laboratoire pédagogique (ITAS) et de laboratoire des travaux publics pour leurs aides.*

*Mes remerciements vont à toutes les équipes de bibliothèque et des deux départements des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers.*

*En fin, un grand merci à tous ceux qui m'ont aidés de près ou de loin à élaborer ce modeste travail (Enseignants et Etudiants), Sans oublier mes collègues «compagnons de route» et amis.*

## Liste des figures

*Page*

Figure 1	Carte de localisation du bassin versant de N'Sa (ENCARTA, 2009, modifiée)	08
Figure 2	Carte géologique de la zone d'étude Bassin versant de N'Sa (S.C.G, 1952)	09
Figure 3	Diagramme Ombrothermique de Gaussen de la région de Ghardaïa (2000-2009)	14
Figure 4	Diagramme Ombrothermique de Gaussen de la région de Ouargla (1998-2009)	14
Figure 5	Etage bioclimatique de Ouargla (1998-2009) et Ghardaïa (2000-2009) selon le Climagramme d'Emberger)	15
Figure 6	Localisation des sites d'étude de la végétation dans bassin versant de N'Sa	18
Figure 7	<b>Profils calcaires, salins et de pH du solum AM</b>	25
Figure 8	<b>Profil topographique (séquence N° 01)</b>	25
Figure 9	<b>Profils calcaires, salins et de pH du solum BRN-1</b>	28
Figure 10	<b>Profils calcaires, salins et de pH du solum BRN-2</b>	29
Figure 11	<b>Profils calcaires, salins et de pH du solum BRN-3</b>	31
Figure 12	<b>Profil topographique (séquence N° 02)</b>	32
Figure 13	<b>Profils calcaires, salins et de pH du solum ZLF-1</b>	34
Figure 14	<b>Profil topographique (séquence N° 03)</b>	34
Figure 15	<b>Profils calcaires, salins et de pH du solum ZLF-2</b>	37
Figure 16	<b>Profil topographique (séquence N° 04)</b>	37
Figure 17	<b>Profils calcaires, salins et de pH du solum ZLF-3</b>	39
Figure 18	<b>Profil topographique (séquence N° 05)</b>	40
Figure 19	<b>Profils calcaires, salins et de pH du solum ZRR-1</b>	42
Figure 20	<b>Profils calcaires, salins et de pH du solum ZRR-2</b>	44
Figure 21	<b>Profil topographique (séquence N° 06)</b>	44
Figure 22	<b>Profils calcaires, salins et de pH du solum AV-1</b>	46
Figure 23	<b>Profils calcaires, salins et de pH du solum AV-2</b>	48
Figure 24	<b>Profils calcaires, salins et de pH du solum AV-3</b>	50
Figure 25	<b>Profils calcaires, salins et de pH du solum AV-4</b>	53

## Liste des tableaux

*Page*

Tableau I	Données climatiques de la région de Ouargla (1998-2009)	12
Tableau II	Données climatiques de la région de Ghardaïa (2000-2009)	12
Tableau III	Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum AM	24
Tableau IV	Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum BRN-1	27
Tableau V	Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum BRN-2	28
Tableau VI	Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum BRN-3	30
Tableau VII	Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum ZLF-1	33
Tableau VIII	Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum ZLF-2	36
Tableau IX	Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum ZLF-3	38
Tableau X	Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum ZRR-1	41
Tableau XI	Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum ZRR-2	43
Tableau XII	Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum AV-1	45
Tableau XIII	Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum AV-2	47
Tableau XIV	Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum AV-3	49
Tableau XV	Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum AV-4	52

## Liste des abréviations

A : Argile

A : Horizon de surface

Calc.T : Calcaire total

CEC : Capacité d'échange cationique

Evap : Evaporation

H : Humidité

Horz : Horizon

Insol : Insolation

Lf : Limon fin

Lg : Limon grossier

Max : Maximum

Min : Minimum

Moy : Moyenne

MO : Matière organique

P : Précipitation

Prof : Profondeur

Sf : Sable fin

Sg : Sable grossier

## **TABLE DE MATIERE**

Introduction Générale	01
-----------------------	----

### **PREMIER PARTIE: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

#### **Chapitre I : généralité sur les sols alluviaux**

1.1 - Genèse et caractères généraux	02
Matériaux parentaux	03
1.2 - Evolution des sols alluviaux	03
1.3 - Engorgements par l'eau	04
1.4 - Utilisation des sols alluviaux	04
1.5- Classification des sols alluviaux	05
1.5.1- La classification française (CPCS, 1967) et référentiel pédologique	05
1.5.2- Le référentiel pédologique (AFES, 2008).	05
1.5.3- La classification américaine (U.S.D.A)	05
1.5.4- La classification de l'FAO	05
1-6- Paysage pédologique	06

#### **Chapitre II : présentation de la région**

2-1 Caractéristiques générales du bassin de N'Sa	09
2-2 Cadre physique de zone d'étude	08
2-3 cadre climatique	11
2-4 végétation	16



## **DEUSIEME PARTIE : CARACTERISATION DES SOLS**

### **Chapitre III : Matériels et méthode d'étude**

3.1- Choix de la zone d'étude	17
3.2- Etude des documents de base	17
3.3- Méthode d'approche terrain	17
3.4- Etude morphologique des solums	19
3.5- Etude analytique des solums	20

### **Chapitre IV : Résultats**

4.1 – Caractérisation morphologique et analytique des solums	23
4.1.1 – Première toposéquence	23
4.1.1.1 – Solum AM	23
4.1.2 - Deuxième toposéquence	26
4.1.2.1 - Solum BRN-1	26
4.1.2.2 - Solum BRN-2	28
4.1.2.3 - Solum BRN-3	29
4.1.3 - Troisième toposéquence	32
4.1.3.1 - Solum ZLF -1	32
4.1.4 – Quatrième toposéquence	35
4.1.3.2 - Solum ZLF -2	35
4.1.5 – Cinquième toposéquence	37
4.1.3.1 - Solum ZLF-3	37
4.1.4 – Sixième toposéquence	40
4.1.4.1 - Solum ZRR-1	40
4.1.4.1 - Solum ZRR-2	42

4.1.5 - Septième toposéquence	44
4.1.5.1 - Solum AV-1	44
4.1.5.2 - Solum AV-2	47
4.1.5.3 - Solum AV-3	48
4.1.5.4 - Solum AV-4	51
4.2 - Variation spatiale morpho-pédologique dans l'oued N'Sa	54

### **Chapitre V : Discussion**

5.1- Etude de variation des caractérisations des sols d'oued N'Sa de l'amont vers l'aval	55
5.1.1- Propriété physique	56
5.1.2- Propriété physico-chimiques	56
5.1.3- Propriété chimiques	57
5.1.4- Propriété biochimiques	57

Conclusion générale	58
---------------------	----



### Introduction générale

Les zones arides occupent environ 26 % de la surface des continents dont 4,2 % sont désertiques, dont le Sahara fait partie (COOKE et *al*, 1993).

En Algérie, nous ne disposons que peu d'informations sur les sols, notamment sur le Sahara. Les sols sahariens sont généralement des substrats géologiques modifiés par l'érosion car, faute d'humidité suffisante, les facteurs de la pédogenèse s'y trouvent très réduits. On distingue communément, parmi les sols désertiques, trois classes les sols minéraux brutes, qui résultent de l'érosion et concerne la plus grande partie du Sahara, les sols peu évolués, où la maturation pédologique est très faible et les sols halophiles (DUTIL, 1971).

Les sols alluviaux, un des sol peu évolués sont assez systématiquement liée aux bassins fermés typiques de l'endoréisme aride (ROUGERIE, 1977). Ces zones arides se caractérisent par une moyenne interannuelle de 1 à 3 écoulements sur ses bassins versants de moyenne importance (certaines à millier de Km<sup>2</sup>), tandis que ces zones recevant moins de 100 mm de pluviosité ne connaissent par d'écoulement annuel en dehors des écoulements allochtones (LE HOUEROU, 1990). Ces conditions ont permis l'installation de la végétation d'une façon très remarquable, très riche et très diversifiée comparant aux autres milieux des paysages désertiques.

C'est dans ce sens d'idées, que notre contribution portant sur une étude les différents sols de l'oued N'Sa morphologiquement et analytiquement, et d'essayer de comprendre la pédogenèse et l'organisation spatial de la couverture pédologique, dans le but de combler le manque des données et des informations sur les sols d'oued N'Sa.

Pour ce faire notre travail comporte deux étapes :

La première étape est réservée à une synthèse bibliographie, permettant dans un premier chapitre (I) de donner des généralités sur les sols alluviaux, et dans un deuxième chapitre (II) de présenter les régions d'étude.

La deuxième étape traitera dans un chapitre (III) du matériel et des méthodes d'étude le chapitre (IV) sera consacré aux résultats obtenus, portant sur l'étude morphologique, analytique et l'organisation spatiale. En fin un dernier chapitre (V) sera destiné à une discussion générale des résultats obtenus.

## Chapitre I : Généralités sur les sols alluviaux

Selon LOZET et MATHIEU (2000) un sol alluvial est un sol azonal constitué de dépôts alluvionnaires relativement récents. Il s'agit d'un sol du type (A) C ou AC formé sur matériaux marins, fluviaux, ou lacustres, généralement humide, à horizon (A) faiblement développé ou même absent. Les matériaux grossiers, s'ils sont présents, sont roulés.

Les sols alluviaux, si hétérogènes qu'ils soient, ont en commun certaines propriétés, liées surtout à leur régime hydrique (DUCHAUFOR, 1977).

Au niveau du paysage, il s'agit de caractériser sommairement une grande étendue de terrain mesurable en kilomètres et uniforme ou constituée d'un ensemble de formes identiques ou de formes variées associées (BAIZE. JABIOL., 1995).

Il y a une grande ressemblance entre les sols alluviaux et les sols colluviaux, qui sont des sols en situation de piémont, bénéficiant d'apports de matériaux, solubles ou insolubles, transportés le long des pentes, ils peuvent être constitués de matériaux grossiers (voire pierreux), au pied des pentes, ou de matériaux fins à une certaine distance des pentes (DUCHAUFOR, 1997).

### 1.1 - Genèse et caractères généraux

Les sols alluviaux se distinguant d'une part par leur position géomorphologique et leur origine d'autre part par leur régime hydrique, ils ont en commun des caractères particuliers : absence de structure, texture hétérogène, variable d'un point à un autre, grande porosité et bonne aération superficielle, absence de différenciation du profil (DUCHAUFOR, 1977).

Les sols alluviaux sont très répandus dans le monde. Ce sont les dépôts récents des vallées, très souvent inondées par les crues. Ils ont en commun 3 caractéristiques :

- *La présence d'une nappe phréatique permanente mais à forte oscillation*, donc ne provoquant généralement pas de phénomènes de réduction des oxydes de fer, sauf si la circulation, de l'eau est ralentie, ce qui amène la formation de sols alluviaux hydromorphes;
- *L'hétérogénéité fréquente de la texture*, tantôt graveleuse, tantôt sableuse, tantôt limoneuse, variant brutalement à l'intérieur d'un même profil;
- *Une humification généralement active*, donnant un humus du type mull actif, sauf en milieu hydromorphe où se forment des humus tourbeux (anmoor) (SOLTNER, 2007).

### **1.2- Matériaux parentaux :**

Le matériau parental a été transporté sur de longues distances et longitudinalement par rapport à l'axe des vallées (ce qui oppose les fluvisols aux COLLUVIOSOLS). Sa granulométrie peut être homogène ou, au contraire, très hétérogène sur l'ensemble du solum (solum bilithique ou polyolithique). Une stratification peut exister, mais n'est pas générale. Des apports solides sont possibles à la surface, lors de grandes crues.

La présence des horizons pédologiques enfouis, organo-minéraux ou plus ou moins humifères, n'est pas rare (cf. qualificatif réalluvionné) (BAIZE, 2008).

### **1.3 - Evolution des sols alluviaux**

Faut de temps, les altérations des minéraux primaires sont nulles ou faibles, une certaine évolution peut se traduire par de faibles redistributions de fer, de  $\text{CaCO}_3$ , de sel, etc. Des traits d'illuviation d'argile peuvent parfois être observés, mais n'occasionnant aucune différenciation texturale (BAIZE, 2008).

Beaucoup des sols alluviaux montrent un début d'évolution vers une autre classe : brunification, hydromorphie (avec ou sans évolution tourbeuse), voire incorporation profonde d'humus très actif (BAIZE, 2008).

- Les sols alluviaux brunifiés (cambisols fluviques), sont plus riches en argile et en fer que le type, ces caractères étant souvent « hérités », lorsque le matériau transporté et déposé, a subi lui-même une pédogénèse antérieure « brunifiante ». Les caractères d'hydromorphie (taches rouille) à la base du profil, sont souvent plus accusés que dans le type.
- Sol alluviaux hydromorphes (fluvisols gleyiques), les caractères hydromorphes s'accroissent, lorsque la nappe, circulant moins rapidement et subissant des oscillations plus faibles, devient

plus réductrice. Le profil prend une teinte olive, et il est parsemé de nombreuses taches rouille ; un anmoor, voire un horizon tourbeux, se développe souvent en surface (fluvisols histique) (BAIZE, 2008).

- Sols alluviaux humifères (fluvisols molliques), les sols sont caractérisés par une incorporation profonde de matière organique, très humifère et de couleur foncée, liée à la présence d'une végétation hygrophile très développée ; les alternances d'humectation et de dessiccation accentuées du profil accélèrent l'humification, et souvent la maturation de l'humus, qui prend une couleur noire. On distingue les types rendziniques (humus carbonaté), chernozémiques (humus saturé non calcaire) et même vertiques (tchernitza, fluvisols vertiques), lorsque la teneur en argiles gonflantes est exceptionnellement élevée (BAIZE, 2008).

Sur les berges des rivières, il se forme souvent un bourrelet, qui retient l'eau, de moins en moins renouvelée, dans les dépressions latérales ainsi isolées ; on observe alors la succession dans l'espace : sol gris, sol brun, sol hydromorphe tourbeux (DUCHAUFOR, 2001).

#### 1.4 - Engorgements par l'eau

On note toujours la présence d'une nappe souterraine plus ou moins profonde selon les cas et selon les saisons, mais cette nappe peut circuler en profondeur, par exemple dans une couche D, et ne pas affecter la partie supérieure du solum. C'est pourquoi de nombreux fluvisols, mais pas tous, connaissent des engorgements à des degrés divers. Les effets sur les plantes de ces engorgements, temporaires ou plus permanents, sont atténués du fait que cette nappe est circulante et oxygénée.

Dans le cas de certains matériaux très pauvres en fer (p. ex. sables quartzeux ou matériaux très calcaires) ou de granulométrie grossière, les engorgements temporaires ou quasi permanents ne pas ou très peu les signes d'hydromorphie classiques (redoxiques ou reductiques). Il y a engorgement plus ou moins prolongé sans hydromorphie (BAIZE, 2008).

#### 1.5 - Utilisation des sols alluviaux

La fertilité des sols alluviaux dépend étroitement des caractères du matériau, de sa granulométrie, ainsi que de la profondeur de la nappe, notamment de son niveau estival, car elle est susceptible de fournir aux plantes, un appoint substantiel d'eau utile, grâce au phénomène d'ascension capillaire. L'optimum est représenté par les dépôts limoneux, profonds sans lits de cailloux à moins de 1m, la nappe ne descendant pas en été, en dessous de 1,5 à 2m environ.

La culture maraîchère, la populi culture, la constitution de prairies très productives, parce que vertes en toute saison, sont alors possibles. Il n'en est pas de même des sols alluviaux très sableux, ou à couches caillouteuses trop superficielles, qui manquent de réserves d'eau, et dans lesquels l'ascension capillaire est inopérante (DUCHAUFOR, 2001).

### **1.6- Classification des sols alluviaux**

Les sols alluviaux occupent des places différentes dans les classifications pédologiques.

Parmi les classifications les plus utilisées nous pouvons citer :

- La classification française (CPCS, 1967).
- Référentiel pédologique (AFES, 2008).
- La classification américaine (USDA, 1998).
- La classification de l'FAO (WRB-FAO, 2006).

#### **1.6.1- La classification française (CPCS, 1967)**

Les sols alluviaux dans l'ancienne classification française (CPCS, 1967) sont rattachés aux deux classes : sol minéraux brut et sols peu évolués. Ils sont placés dans le groupe des sols d'apport alluvial non climatique de ces deux classes.

#### **1.6.2- Le référentiel pédologique (AFES, 2008)**

A été élaboré depuis 1986 pour remplacer le système français de classification des sols qui avait été élaboré en 1967. Il est basé sur les propriétés morpho-analytiques qui peuvent être mises en relation avec un processus de pédogenèse déterminé (AFES, 2008).

Les sols alluviaux dans le référentiel pédologique sont rattachés à la grande référence des Fluviosols, qui n'ont pas d'horizons de référence spécifiques. Il regroupe trois références : fluviosols bruts, fluviosols typiques et fluviosols brunifiés.

Suivant leur degré d'évolution des sols développés à partir de matériaux alluviaux fluviaux peuvent être rattachés à d'autres catégories de références à savoir : Arénosols, Vertisols, Pélosols, Brunisols, Plansols, ...etc.

#### **1.6.3- La classification américaine (U.S.D.A)**

Dans cette classification, qui utilise les horizons de diagnostic pour définir les unités, rattache les sols alluviaux dans le sous ordre de Fluents.



#### **1.6.4- La classification de l'FAO**

C'est une classification génétique proche de la classification américaine dans la mesure où elle utilise la même notion d'horizon diagnostique fondamental. De ce fait, et suivant les caractéristiques des sols alluviaux, nous pouvons trouver certains d'entre eux qui sont rattachés à l'unité des Fluviosols, d'autre rattachés à l'unité des Vertisols (FAO, 2006).

Cette classification a été récemment remaniée et complétée par une commission internationale, sous la dénomination de World Reference Base for soil Resources (FAO-WRB) (FAO, 2006).

#### **1.7- Paysage pédologique**

Petites unités naturelles paraissant homogènes à un certain niveau de généralisation, découpées par le pédologue sur des critères comme la lithologie des roches sous jacentes, les formes de modelé et d'autres éléments du paysage tels que l'hydrologie, l'occupation du sol, la végétation.

Ces unités de paysage ne résultent pas de l'agrégation raisonnée de plusieurs unités pédologiques, elles sont délimitées directement en tant qu'unités cartographiques est fourni lecteur. On décrit donc toujours les sols présents mais les «clés» principales du découpage des unités cartographiques ne sont pas forcément des clés pédologiques (BAIZE, 2004).

## **Chapitre II : Présentation de la zone d'étude**

L'étude du sol a été réalisée dans le bassin versant d'oued N'Sa. En fait, nous avons travaillé seulement sur le collecteur principal du réseau hydrographique du bassin.

Du point de vue géographique et administratif, le bassin de N'Sa occupe une surface non négligeable, dans le Sahara septentrional, qui s'étale sur trois régions : Ghardaïa, Ouargla et Laghouat (Tilrhemt). La description du cadre d'étude de point de vue physique, climatique et écologique va s'intéresser que de la région de Ghardaïa et celle de Ouargla, du fait que, plus de 90 % de la surface totale de ce bassin s'étale dans ces deux wilayas.

### **2.1 – Caractéristiques générales du bassin de N'Sa**

Le bassin du N'Sa est l'un des bassins versant oriental de la dorsale mozabite qui constituent avec d'autres bassins le grand bassin de Melrhir dans le Sahara septentrional (OULD BABA SY, 2005).

D'après l'étude réalisée par DUBIEF (1953) dans la région, il a pu distinguer les caractéristiques suivantes :

- ❖ Le bassin est limité par deux oueds, au Nord par oued Zegrir et au Sud par oued M'Zab. Il présente une superficie d'environ 7800 km<sup>2</sup> ; les limites orientales sont peu précises par suite de la nature géologique de la région. L'artère maîtresse, longue de 320 Kms, part de la région de Tilrhemt, vers 750 m d'altitude, pour aboutir à la Sabkhet Safioune à la cote 107 m (figure 01).
- ❖ On peut distinguer dans le réseau hydrographique : un cours supérieur. De direction W-E d'une quarantaine de Kms, qui longe la limite méridionale de plateau des Dayas ; un cours moyen, de direction NNW-SSE, de 100 Kms ; enfin, un cours inférieur entièrement situé dans le pliocène continental, de 160 Kms environ, dans lequel l'oued se dirige à nouveau vers l'E. Dans sa partie terminale l'artère fait un coude assez brusque vers le S pour se jeter, une vingtaine de Kms plus loin, dans la Sabkhet Safioune, au N d' Ouargla.
- ❖ Durant son trajet le N'Sa reçoit divers affluents dont les plus importants, le Ballouh et le Soudan qui arrosent l'oasis de Berriane. Le premier a son origine vers 770 m d'altitude; il atteint Berriane à la cote 520 m après un parcours d'une soixantaine de Kms de direction générale W-E. Le second, moins important, n'a qu'une vingtaine de Kms de longueur pour une dénivelée de 160 m. Deux affluents secondaires, le Zergui sur la rive gauche, le

Madagh sur la droite, confluent aussi à Berriane. Leur artère commune l'oued Bir se jette dans le N'sa, 20 kms en aval de Berriane.



**Figure 01 : Carte de localisation du bassin versant de N'Sa  
(ENCARTA, 2009, modifiée)**

## 2.2 – Cadre physique de la zone d'étude

### 2.2.1 – Géologie

La lecture de la carte géologique d'Alger Sud (figure 02) au 1/500 000 (SCG, 1952), permet de distinguer les formations géologiques suivantes :

- ❖ *Le Crétacé supérieur* : Cette formation, qui caractérise une grande partie de la région de la Chebka de Mzab, est constituée d'une double dalle claire, dure, de calcaires plus ou moins dolomitiques parfois pétris de coquilles marines (FABRE, 1976).
- ❖ *Le Mio-Pliocène* : La partie amont du cours supérieur et tout le cours inférieur sont creusés dans un dépôt de continental terminal daté de Pontien (mp) localement équivalent au Miocène continental antépontien. Le dépôt est connu au nom du Mio-Pliocène. Ce sont des formations détritiques récentes qui occupent les dépressions de l'Atlas saharien, et qui s'étendent largement au Sud, sont rattachées au Miocène supérieur et au Pliocène, sans que l'on puisse établir une discrimination exacte. Ce sont, en majeure partie, des produits d'altérations superficielles, rubéfiés (argile et terre argilo-sableuses plus ou moins mêlées de fragments anguleux) que l'on ne saurait assimiler à des galets fluviaux (S.C.G, 1939).



- ❖ *Le pliocène continental* : il constitue tout le reste des terrains tertiaire. Ce sont des dépôts lacustres à forts étendus, formés de calcaire blanchâtre qui correspond à une carapace hamadienne plus moins continus, plus ou moins épaisse. D'une manière générale, cette formation calcaire, avec phénomènes superficiels de corrosion et de décalcification, s'étend principalement dans la région des Dayas (S.C.G, 1939).
- ❖ *Le Quaternaire continental* : Ces formations sédimentaires, spécifiquement sahariennes, sont des alluvions quaternaires fluviatiles qui ne se trouvent pas exclusivement dans les vallées de ruissellement. Mais elles remplissent aussi de grandes aires déprimées dans les chaînes plissées de l'Atlas saharien (S.C.G, 1939).

### 2.2.2 – Géomorphologie

*Pour la région de Ghardaïa*, on peut distinguer trois types de formations géomorphologiques (D.P.A.T, 2005).

- La Chabka du M'Zab occupe une superficie d'environ 8000 km<sup>2</sup>, représentant 21% de la région du M'Zab (COYNE, 1989) ;
- La région des daïa occupe une petite partie de la région de Ghardaïa, présente dans la commune de Guerrara. Elle s'étend du Sud de l'Atlas saharien d'une part et jusqu'au méridien de Laghouat d'autre part. (COYNE, 1989) ;
- La région des Ergs située à l'Est de la région de Ghardaïa, et de substratum géologique pliocène, cette région est caractérisée par l'abondance des Regs qui sont des sols solides et caillouteux. Cette région est occupée par les communes de Zelfana, Bounoura et El Ateuf (COYNE, 1989).

*Pour la région de Ouargla*, d'ouest en est, on distingue quatre ensembles géomorphologiques dans la cuvette (HAMDI AISSA, 2001) :

- Le plateau : A l'Ouest de la vallée est limitée par le plateau de la Hamada pliocène de 200 à 250 m d'altitude. Il s'abaisse légèrement d'Ouest en Est, À l'Est il est fortement érodé, laissant dans le paysage une série de buttes témoins ou ghours.
- Les glacis : Le versant Ouest de la cuvette, présent quatre niveaux étagés de glacis caractéristiques, le plus ancien recoupe le sommet de la bordure du plateau en buttes, son altitude s'abaisse de 225 m à l'Ouest à 200 m environ à l'Est. Les glacis de 180 m et 160 m plus visibles se caractérisent par l'affleurement du substrat gréseux de Mio-Pliocène, le glacis de 160 m a été fortement démantelé lors de la formation du dernier glacis de 140 m d'altitude environ.
- Le chott et la Sebkhha : Constituent le niveau le plus bas du paysage (131 m à 103 m). le chott qui correspond aux bordures de la Sebkhha est constitué de sable siliceux et/ou

gypseux et de sols gypseux à croûte gypseuse de surface et de sub surface. En aval de Ouargla, en direction SSE-NNO diverses Sebkhass alternant avec les massifs dunaires jusqu'à Sebkhass Safioune.

- Les dunes de sables : Formations éoliennes récentes en petit cordons, d'environ 150 m d'altitude, occupent l'est et le Nord-est de Ouargla et bordent les Sebkhass le long de la vallée de l'oued Mya.

### 2.2.3 – Hydrogéologie

Trois nappes peuvent être distinguées : l'A.N.R.H. (2009)

**Nappe du continental intercalaire :** Selon, cette nappe couvre une surface de 600.000 m<sup>2</sup>. Elle occupe la totalité du Sahara septentrional algérien, et se prolonge dans le Sud de la Tunisie et le Nord de la Libye.

**Complexe terminal :** Cette nappe n'a pas l'importance du continental intercalaire car elle est moins présente. La région de Ghardaïa ne bénéficie pas des eaux de cette nappe à cause de son altitude (DUBOST, 1991). Pour la région de Ouargla cette nappe est constituée de nappe des calcaires (Sénonien) et de nappe des sables (Mio-Pliocène).

**Nappe phréatique :** La nappe phréatique est un aquifère superficiel dont les eaux sont généralement exploitées par des puits. Elle est alimentée par les pluies (DUBOST, 1991).

## 2.3 – Cadre climatique

Les caractères du climat saharien sont dus tout d'abord à la situation en latitude, au niveau du tropique, ce qui entraîne de fortes températures, et au régime des vents qui se traduit par des courants chauds et secs (OZENDA, 1991).

Le caractère fondamental du climat saharien est la sécheresse. DUBIEF (1959) indique que le climat de Ghardaïa est un climat désertique avec hiver froid et été chaud.

Ouargla est caractérisée par un climat saharien avec de faibles précipitations, une luminosité intense, des températures très élevés, pouvant dépasser 50°C. Et une forte évaporation.

### 2.3.1 - Données brutes

L'étude climatique des régions d'études est basée sur les données climatiques enregistrées entre 1998 et 2009 pour la région de Ouargla et entre 2000 et 2009 pour la région de Ghardaïa.

Les tableaux ci-dessous résument les données des paramètres climatiques des régions d'étude.

**Tableau N°I : Données climatiques de la région de Ouargla (1998-2009).**

**(O.N.M.Ouargla, 2010)**

Paramètres Mois	Température (°C)			P (mm)	Vents (m/s)	Evap (mm)	H (%)	Insol (h)
	Min	Max	Moy					
Janvier	4,9	18,5	11,7	7,9	2,8	102,0	60,1	246,3
Février	6,6	20,9	13,7	1,0	3,2	128,2	52,4	240,3
Mars	10,1	25,5	17,8	4,0	3,8	218,2	41,9	248,1
Avril	14,9	29,9	22,4	1,6	4,4	289,7	35,3	281,4
Mai	20,0	34,8	27,4	1,2	4,8	343,2	32,2	275,2
Juin	25,0	39,4	32,2	0,3	4,6	431,9	26,2	299,2
Juillet	25,9	43,7	34,8	0,5	4,2	484,1	24,6	337,3
Aout	27,3	42,9	35,1	1,4	4,0	451,8	25,4	320,3
Septembre	23,7	37,6	30,6	3,6	4,1	315,9	38,0	254,4
Octobre	17,8	31,8	24,8	8,3	3,5	239,6	46,4	259,9
Novembre	10,1	23,9	17,0	7,0	2,8	137,3	56,5	246,6
Décembre	5,9	20,5	13,2	1,9	2,7	95,2	60,5	201,3
Moyenne	16,0	30,8	23,4	38,7 *	3,7	3237,2 *	41,6	267,5

\* cumule

**Tableau N°II : Données climatiques de la région de Ghardaïa (2000-2009).**

**(O.N.M. Ghardaïa, 2010)**

Paramètre Mois	Température (°C)			P (mm)	Vents (m/s)	Evap (mm)	H (%)	Insol (h)
	Min	Max	Moy					
Janvier	5,5	16,7	12	12,7	3,43	91,5	57,17	248,6
Février	7,9	18,4	13,1	1,9	3,55	115,1	46,08	248,9
Mars	11,4	24,1	17,8	7,4	4,08	181,2	38,50	277,9
Avril	14,6	27,6	21,2	8,4	4,59	238,1	32,83	297,5
Mai	20,7	31,3	26,2	1,5	4,28	288,8	29,08	311,2
Juin	25,4	36,6	31,2	1,2	3,77	341,4	24,83	336,2
Juillet	27,9	41,7	35,1	2,2	3,41	398,4	21,08	337,3
Aout	27,1	40,4	33,8	9,7	3,18	351,2	24,92	323,9
Septembre	23,1	34,7	28,6	23,1	3,43	245,5	36,25	270,3
Octobre	17,9	29,5	23,7	11,1	2,99	169,9	41,58	254,5
Novembre	11,9	20,6	16,3	5,1	3,10	112,4	50,42	250,4
Décembre	7,2	17,5	12,3	8	3,35	97,4	56,17	234,5
Moyenne	16,72	28,26	22,61	92,30*	3,60	2630,9*	38,24	282,60

\* cumul

### 2.3.1.1 – Température

La température moyenne annuelle d'Ouargla est 23,4°C, pour Ghardaïa elle est de 22,61 °C. Les températures minimales du mois le plus froid sont observées durant le mois de janvier avec 4,9 °C pour Ouargla et 5,5 °C pour Ghardaïa. Tandis que les températures

maximales du mois le plus chaud sont observées durant le mois de juillet avec 43,7 °C pour Ouargla et 41,7 °C pour Ghardaïa,

### **2.3.1.2 – Pluviosité**

D'après les tableaux 1 et 2, le cumul annuel est de 92,3 mm pour Ghardaïa et de 38,7 mm pour Ouargla. Le mois le plus pluvieux est Octobre pour la région de Ouargla (8,3 mm) et septembre pour la région de Ghardaïa (23,1 mm). Notant que 2008 a été l'année la plus humide de la décennie.

### **2.3.1.3 – Vents :**

Selon le tableau 1, nous remarquons que les vents sont fréquents durant toute l'année. Les vitesses les plus élevées sont enregistrées durant la période allant d'avril jusqu'en septembre, avec un maximum de 4,8 m/s durant le mois de mai pour la région de Ouargla. Pour la région de Ghardaïa la période de grande vitesse du vent commence de mars jusqu'à mai, avec un maximum de 4,59 m/s durant le mois d'Avril.

Notant que les vents dominants sont de Nord-Est et du Sud pour la région Ouargla, et de Nord-Ouest pour la région de Ghardaïa (SELTZER, 1946).

### **2.3.1.4 – Evaporation.**

L'évaporation est très importante, le cumul annuel est de 3237,2 mm pour Ouargla et de 2630,9 mm pour Ghardaïa. Le maximum est atteint en période de juillet avec une moyenne de 484,1 mm pour Ouargla et de 398,4 mm pour Ghardaïa. Les minimas sont enregistrés durant le mois de décembre (95,2 mm) pour Ouargla, et durant le mois de janvier (91,5 mm) pour Ghardaïa.

L'intensité de l'évaporation au Sahara est fortement renforcée par les vents et notamment ceux qui sont chauds (TOUTAIN, 1979).

### **2.3.1.5 – Humidité :**

D'après les tableaux 1 et 2 les maximas sont enregistrées durant le mois de décembre (60,5 %) pour Ouargla, et durant le mois de janvier (57,17 %) pour Ghardaïa. Les minimas sont enregistrées durant le mois de juillet 24,6 % pour Ouargla et 21,08 % pour Ghardaïa.

### **2.3.1.6 – Insolation :**

La durée d'insolation la plus faible est enregistrée au mois de décembre avec 201,3 heures pour Ouargla, et de 234,5 heures pour Ghardaïa. La durée la plus importante est enregistrée durant le mois de juillet avec 337,3 heures pour les deux régions.

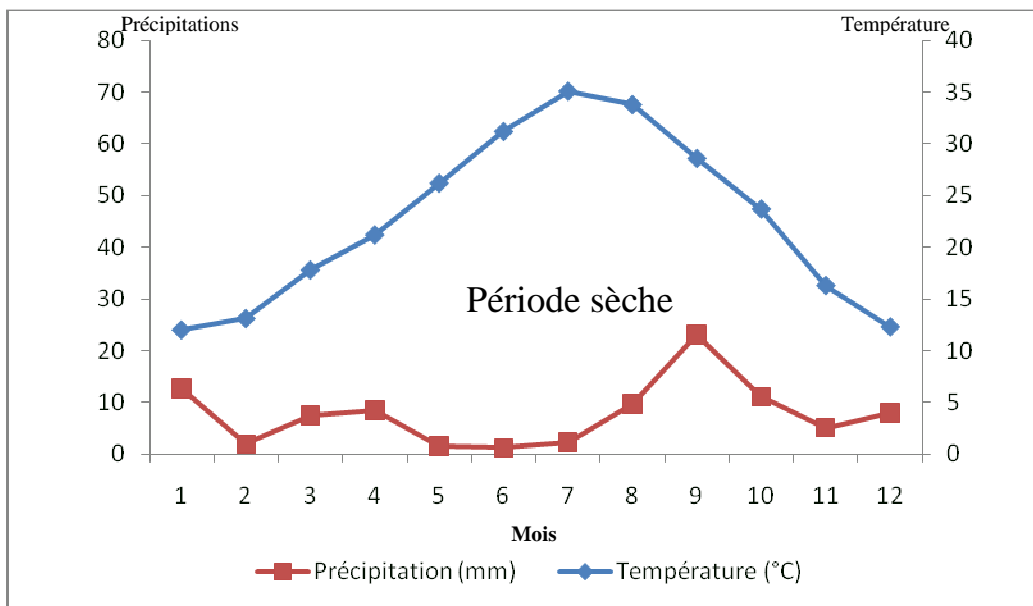


### 2.3.2 – Synthèse climatique

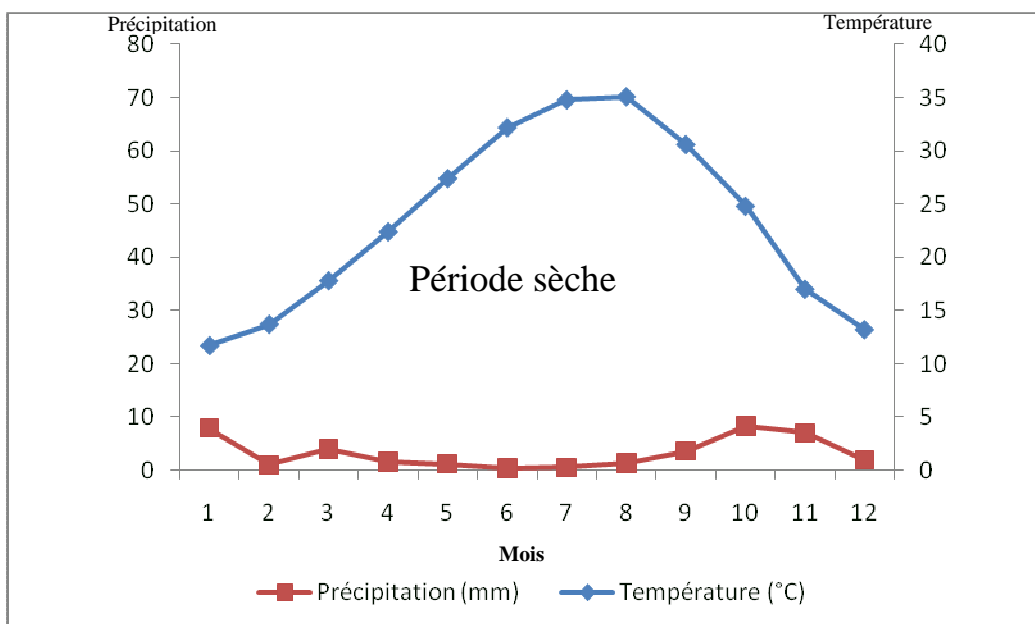
Pour caractériser le climat d'une région, il faut procéder à une synthèse des principaux facteurs climatiques (température et précipitation).

#### 2.3.2.1 – Diagramme Ombrothermique

Le diagramme Ombrothermique (figure 03 et 04 montre que la période sèche s'étale sur toute l'année (Notant que  $P=2t$  avec P : précipitation en mm, t : température en °C).



**Figure 03 : Diagramme Ombrothermique de Gausson de la région de Ghardaïa (2000-2009)**



**Figure 04 : Diagramme Ombrothermique de Gausson de la région de Ouargla (1998-2009)**

### 2.3.2.2 – Climagramme d'Emberger :

Pour classer le bioclimat, nous avons utilisé le quotient pluviométrique d'EMBERGER (1955) ( $Q_2$ ) spécifique au climat méditerranéen. Dont la formule est :

$$Q_2 = 2000 P / M^2 - m^2$$

Et de fait que M et m, les températures maxima et minima exprimées en degrés absolus (°K), STEWART (1969) a montré que pour l'Algérie et le Maroc la dernière formule pouvait être simplifiée pour s'écrire (LE HOUEROU, 1995) :

$$Q_3 = 3,43. P / M - m$$

avec

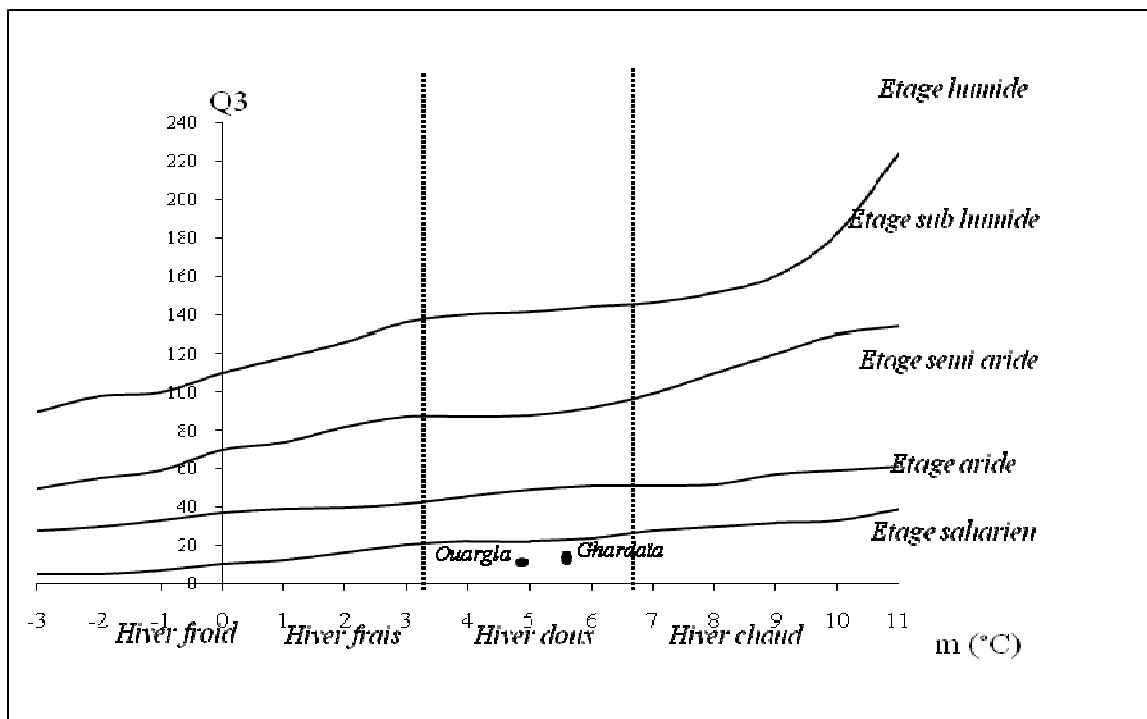
$P$  : pluviosité moyenne annuelle en mm (Ouargla 38,7 et Ghardaïa 92,3)

$M$  : Moyenne des températures maximales quotidiennes du mois le plus chaud en °C (Ouargla 43,7 et Ghardaïa 41,7).

$m$  : Moyenne des températures minimales quotidiennes du mois le plus froid en °C (Ouargla 4,9 et Ghardaïa 5,5).

$Q_3 = 3,42$  Pour la région d'Ouargla donc un climat saharien à hiver doux.

$Q_3 = 8,7$  Pour la région de Ghardaïa donc un climat saharien à hiver doux.



Figure, 05 : Etage bioclimatique de Ouargla (1998-2009) et Ghardaïa (2000-2009) selon le Climagramme d'Emberger

## 2.4 – Végétation

D'après OZENDA (2004), des différences sensibles dans la physionomie du peuplement végétal opposent les diverses parties du domaine saharien, dans le Sahara septentrional, où il pleut quelque peu tous les ans, ces maigres précipitations suffisent, grâce à leur irrégularité, à entretenir une vie végétale sur presque tous les terrains : il se forme ainsi une végétation continue, de densité très inégale certes suivant les milieux, plus dense dans les dépressions telles que les lits d'oueds, plus lâche mais toujours présente sur les plateaux ou dans les dunes,

La végétation des lits des grands oueds fossiles, lares de quelques kilomètres dans les cas extrêmes, ne se distingue pas de celle des plateaux voisins, Elle y est à peine plus dense, c'est seulement le long des petits oueds, actifs périodiquement, qu'il y a une végétation.

BARRY et FOREL (1973) in TEOFILW (1985), constatent que les apports limoneux favorisent le développement de plusieurs espèces de la flore avoisinante et que cet accroissement de la densité de la végétation augmente l'ensablement, ils notent d'abord l'infiltration des espèces de la steppe : *Arthrophytum Scoparium*, *A. Schmittianum* et *Artemisia herba –alba* ou des dépressions humides : *Zizyphus lotus*, *pituranthos scoparius*, *Colocynthis vulgaris*, et plus tard- des espèces des dunes : *Ephedra alata*, *Calligonum comosum*, *Retama retam* et *Aristida pungens*, quelques « betoums » pistachier de l'Atlas, *Pistacia atlantica*, et *tamarix /Tamrix aphyllaa/* sont les seules espèces arborescentes de la région cartographiée, ils se sont maintenus dans les lits des oueds : En N'Sa et M'Zab,

## 2.5-Caractéristiques de l'Oued N'Sa et historique des crues

Nom de L'Oued	Superficie (Km2)	Longueur ( Km )	Alt. l'amont ( m )	Alt. Aval (m)	Débit d'écoulement (m3/s)	Date de Crues
Oued N'sa	7800	238	790	185	78 35 27, 13 Faible H=0,40 / 0,22 m Faible H=0,30 m Importante H=1,10m Faible H=0,74m Faible 0,46m	30 septembre1994 1/2/3octobre1994 9/10 Octobre1994 16 et 30Août 2004 13 Novembre 2004 14 Juin 2005 29 Septembre 2005 20/21 Janvier 2006- 30 Janvier 2006



## Chapitre III : Matériels et méthodes d'étude

### 3.1 – Présentation de la zone d'étude

Il s'agit du bassin versant du N'Sa. Son artère maîtresse, longue de 320 Kms, part de la région de Tilrhemt, pour aboutir à la Sabkhet Safioune. Dans sa partie terminale l'artère fait un coude assez brusque vers le Sud pour se jeter, une vingtaine de Kms plus loin, dans la Sabkhet Safioune, au N d' Ouargla. Durant son trajet le N'Sa reçoit divers affluents, Ballouh et le Soudan qui arrosent l'oasis de Berrian. Deux affluents secondaires, le Zergui sur la rive gauche, le Madagh sur la droite, confluent aussi à Berrian. Leur artère commune L'Oued Bir se jette dans le N'sa, en aval de Berriane.

Pour notre travail, nous avons travaillé que sur le collecteur principal du bassin versant de N'Sa, de l'amont vers l'aval.

### 3.2 - Etude des documents de base

La zone d'étude connaît un manque en ce qui concerne les études et les travaux scientifiques de base notamment les documents cartographiques à grande échelle : pédologiques topographiques, géomorphologiques, géologiques etc. Pour cela les documents existant que nous avons pu consulter sont :

- Carte géologique d'Alger sud : 1/500 000 (S.C.G., 1952).
- Cartes topographiques de Ghardaïa : 1/500 000 et 1/200 000 (1960) (1942).
- Images satellitaires (Landsat ETM +, 2003) et image Google Earth.

### 3.3 - Méthode d'approche de terrain

L'analyse des documents de bases est suivie par des sorties de prospection sur terrain afin de localiser les points d'échantillonnage et de prélèvement.

Cette prospection, nous a permis d'observer les zones où il y a des sols alluviaux, on se basant sur : la variation de la lithologie dans la région, les états de surface et la variation des formes géomorphologique dans le lit mineur et le lit majeur de l'oued : terrasse récente ou ancienne, plaine alluviale, chenal d'écoulement, les berges ou les îlots situés au niveau des bras principales et secondaire etc.

Après la réalisation d'une multitude de sondage à la tarière, nous avons creusé et étudié plusieurs profils pédologiques répartis au long du collecteur principal de l'oued.



Nous avons choisi sept (07) sites représentatifs de l'amont vers l'aval. Au sein de chaque site nous avons décrit une toposéquence d'une façon transversale au sens d'écoulement des eaux des crues dans le lit majeur de l'oued, allant d'un plateau à l'autre en passant par les différentes formes géomorphologiques (Figure 06).

Dans chaque toposéquence nous avons étudié un ou plusieurs profils pédologiques.

La localisation des différentes toposéquences de l'amont vers l'aval sont comme suit :

- Première toposéquence : Localisée en amont de l'oued N'Sa, près de région de Tilrhemt (sud de Laghouat).
- Deuxième toposéquence : Localisée près de la route Guerrara – Berrian à coté d'un pont (20 Km à l'est de Berrian).
- Troisième toposéquence : Localisée dans le cours moyen de l'oued sur l'ancienne piste Guerrara – Al Ateuf (Ghardaïa).
- Quatrième et cinquième toposéquence : Sont localisées de part et d'autre d'un pont sur la route Zelfana – Guerrara (34 Km Nord de Zelfana).
- Sixième toposéquence : Localisée au sud-est de Guerrara (40 Km au vol d'oiseau) dans une zone appelée localement in Zirara.
- Septième toposéquence : Localisée en aval de l'oued N'sa près de la route N'goussa- Hadjira (20 Km Sud-ouest de Hadjira)

### **3.4- Etude morphologique des solums**

La description des solums a été effectuée en suivant les recommandations de MAIGNIEN (1969) et de BAIZE et JABIOL (1995).

Pour présenter l'environnement de chaque solum nous avons retenu les caractères suivants :

- La localisation (repère ou coordonnées géographiques) ;
- La géomorphologie
- La topographie ;
- Le temps ;
- L'état de surface ;
- La végétation ;

- La date.

Quant à la description morphologique des horizons de chaque solum, nous avons retenu les critères suivants :

- Epaisseur des horizons (cm) ;
- La couleur (Mansell Soil Color Charts) ;
- L'humidité ;
- La texture ;
- La structure ;
- La réaction à l'HCl ;
- Les racines : présence, taille, nature ;
- Les taches : couleur, taille ;
- Troues : taille, origine ;
- Eléments grossiers : dimension, forme, nature ;
- Limite et transition entre les horizons.

### **3.5- Etude analytique des solums**

L'ensemble des analyses physiques et chimiques a été fait aux laboratoires de la Faculté des Sciences de la nature et de la vie et des Sciences de la terre, Université de Ouargla et du laboratoire de Biogéochimie des milieux désertiques.

#### **3.5.1- L'analyse granulométrique**

Effectuée par la méthode internationale, modifiée par l'emploi de la pipette de Robinson et des tamis. Elle consiste à :

- détruire la matière organique, soudant les éléments en agrégats, par l'eau oxygénée ;
- disperser l'argile enrobant les particules et les soudant en agrégats, par l'héxamétaphosphate de sodium (dispersant basique) et par agitation mécanique ;
- faire des prélèvements au cours de la sédimentation, à une profondeur et à des moments précis, pour isoler les éléments non tamisables : argile, limon fins et grossiers ;
- séparer par tamisage les sables grossiers et fins.



### 3.5.2- Le dosage du calcaire total

Détermination volumétrique du dioxyde de carbone dégagé sous l'action d'un acide fort (HCl) à la température ambiante (méthode du Calcimètre Bernard) (BAIZE et GIRARD, 2009)

### 3.5.3- Le dosage de matière organique

Elle est estimée après le dosage de carbone organique existant dans les échantillons par la méthode de Anne. Dont le principe est basé sur l'oxydation sulfochromique et titration par le sel de Mohr (AUBERT, 1978 ; AFNOR, 1999).

Faut de manque des réactifs au laboratoire l'estimation de la matière organique n'a pas été faite pour tous les échantillons étudiés.

### 3.5.4- Capacité d'échange cationique

La CEC est déterminée par la méthode à l'oxalate d'ammonium. Dont l'échange se fait entre les cations retenus par l'échantillon et les ions ammonium d'une solution aqueuse et neutre d'oxalate d'ammonium en présence de carbonate de calcium. Par mesure de la concentration dans le filtrat des ions ammonium libres, qui peut être effectué par dosage de l'azote ammoniacal. Nous déterminant ainsi la CEC (AFNOR, 1999b).

### 3.5.5- pH

Mesuré par pH-mètre sur des extraits de sol du rapport (terre/ eau) 1/5 (AUBERT, 1978).

### 3.5.6- Conductivité électrique

Mesurée par un conductimètre sur des extraits aqueux du sol du rapport (terre/eau) 1/5 (AUBERT, 1978).

### 3.5.7- Bilan ionique

Effectué sur des extraits du rapport (terre/eau) de 1/5. Il consiste à doser les anions ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  et  $\text{CO}_3^{2-}$ , et les cations :  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  (COUTINET, 1965 ; AUBERT, 1978)

- Les anions  $\text{SO}_4^{2-}$  sont dosés par la méthode gravimétrique après précipitation sous forme de chlorure de baryum.
- Les anions  $\text{Cl}^-$  sont dosés par la méthode Argentométrique de Mohr.
- Les anions  $\text{CO}_3^{2-}$  et  $\text{HCO}_3^-$  sont dosés par titrimétrie au  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

- Les cations  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  sont analysés par un photomètre de flamme.
- Les cations  $\text{Mg}^{++}$  sont dosés par la méthode gravimétrique après précipitation sous forme de phosphate ammoniaco- magnésien qui, après calcination, permet le dosage des ions  $\text{Mg}^{++}$  sous forme de pyrophosphate  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ .

### 3.5.8- Classification des sols

Nous avons utilisé la classification de l'FAO- UNESCO (2006).

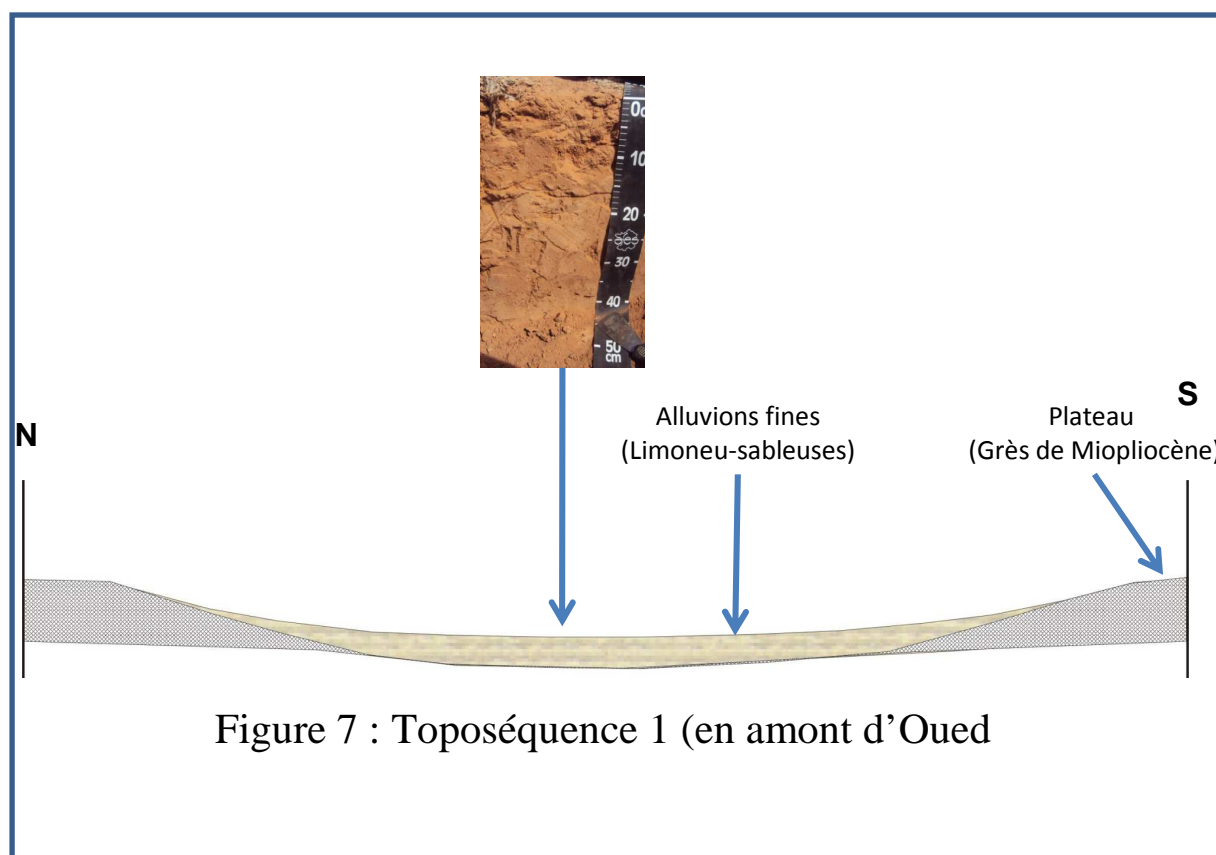
Cette classification a été récemment remaniée et complétée par une commission internationale, sous la dénomination de World Référence Base for Soil Ressources FAO- WRB. Dont la plupart des groupements principaux sont caractérisés par un horizon (ou des propriétés) diagnostic particulier (FAO, 2006). Chacun des Solums étudiés a été rattaché aux taxons de FAO- WRB.

## Chapitre IV : Résultats

L'inventaire des sols du bassin versant nécessite de faire le maximum du nombre de profils distribués sur le paysage aux différents points pour caractériser les différents types de sol existants. Pour cela nous avons installé des profils au long de chenal principal (artère maitresse) de l'amont vers l'aval.

### 4.1 – Caractérisation morphologique et analytique des solums

#### 4.1.1 – Première toposéquence



##### 4.1.1.1- Solum AM

Ce solum a été choisi en amont du lit d'oued N'Sa, dans une zone très anthropisée, cultivées par des céréales, ou seulement labourées en jachère. Néanmoins, le sol autour des endroits où s'installe la plante de Zizyphus reste nu non cultivé dans un état naturel (un diamètre de 10 m autour de la plante).

##### 4.1.1.1.1 – Etude morphologique du solum

**Localisation :** En amont de l'Oued N'Sa, région de Tilrhemt (Laghouat).

**Géomorphologie** : fond du lit mineur de l'oued.

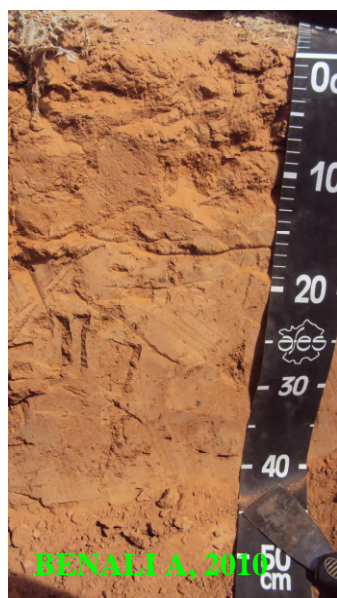
**Topographie** : légèrement incliné vers le sud-est.

**Temps** : peu nuageux.

**Etat de surface** : sol nu limono-sableux battant.

**Végétation** : *Zizyphus lotus*

**Date** : 10/03/2010



**A (0 – 5cm)** : couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), sec, très friable à meuble, sablonneux, particulaire, agrégats très lâche, peu effervescent à l'HCl, quelque débris végétaux peu dégradés, limite régulière, transition distincte.

**C1 (5 – 16cm)** : couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), sec, friable, sablonneux, polyédrique, taches noirâtre, quelque débris organiques dégradés, effervescent à l'HCl, limite régulière, transition nette.

**C2 (> 16cm)** : couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), frais, dure, limono-sableuse, massive, nombreuse racines fines (1mm), quelques taches noirâtres, forte effervescence à l'HCl.

#### 4.1.1.1.2 – Données analytiques

Tableau III : Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum AM

Horz	Prof (cm)	Granulométrie (%)					Texture (U.S.D.A)	EG (%)	Calc.T (%)	M.O (%)	C.E.C (cmol*/Kg)
		A	Lf	Lg	Sf	Sg					
A	0-5	5,75	1,65	9,10	<b>70,43</b>	11,64	Sable loameux	0	7,89	2,38	9,0
C1	5-16	4,58	3,00	6,73	<b>75,80</b>	5,87	Sable	0	6,42	2,33	-
C2	>16	8,63	6,33	14,55	<b>65,74</b>	3,50	Sable loameux	0	8,85	-	-

#### 4.1.1.1.3 – Interprétation

L'état de surface autour de ce solum est caractérisé par un **sol nu** limono-sableux battant dans les endroits non cultivés alors que les restes des états de surface sont perturbés par le labour ou les parcelles confectionnées.

L'analyse granulométrique de la terre fine (tableau III), montre que la texture de tous les horizons est de type sableux.

Le taux de calcaire total dans le sol est moyen ( $7.892 \leq \text{CaCO}_3 (\%) \leq 8.851$ ).

On se basant sur l'échelle de salure pour un extrait 1/5 (AUBERT, 1978), nous pouvons dire que le sol est non salé ( $0.325 \leq CE \leq 0.631$  dS/m).

Quant au pH, la comparaison des valeurs trouvées avec l'échelle d'alcalinité d'un extrait aqueux 1/5 (MORAND, 2001), montre que le sol est légèrement alcalin.

La concentration de la solution de l'extrait aqueux a un faciès géochimique sulfaté magnésique.

La matière organique est moyenne dans le sol de ( $2.33 \leq MO \leq 2.38$ ) (MORAND, 2001)

La CEC est faible pour l'horizon de surface sablo-limoneux avec  $9 \text{ cmol}^+/\text{Kg}$ .

#### 4.1.1.1.4- Classification

WRB-FAO (2006) : Fluvisol arenique aridique

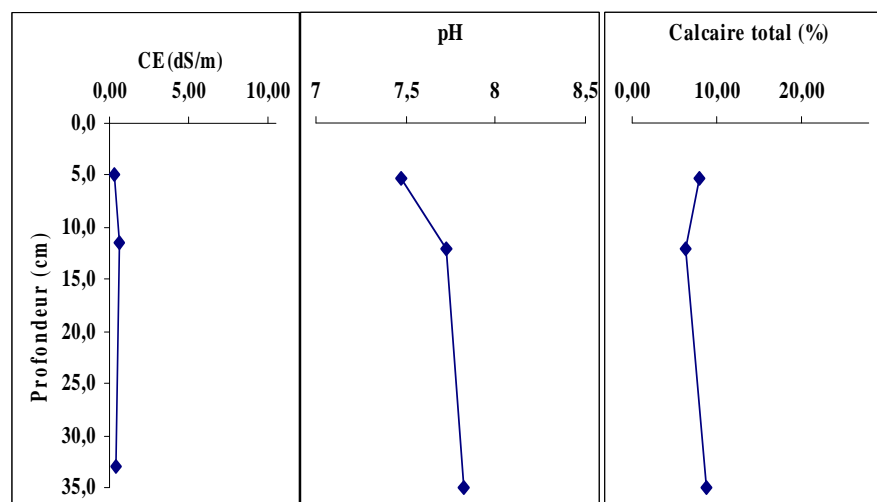


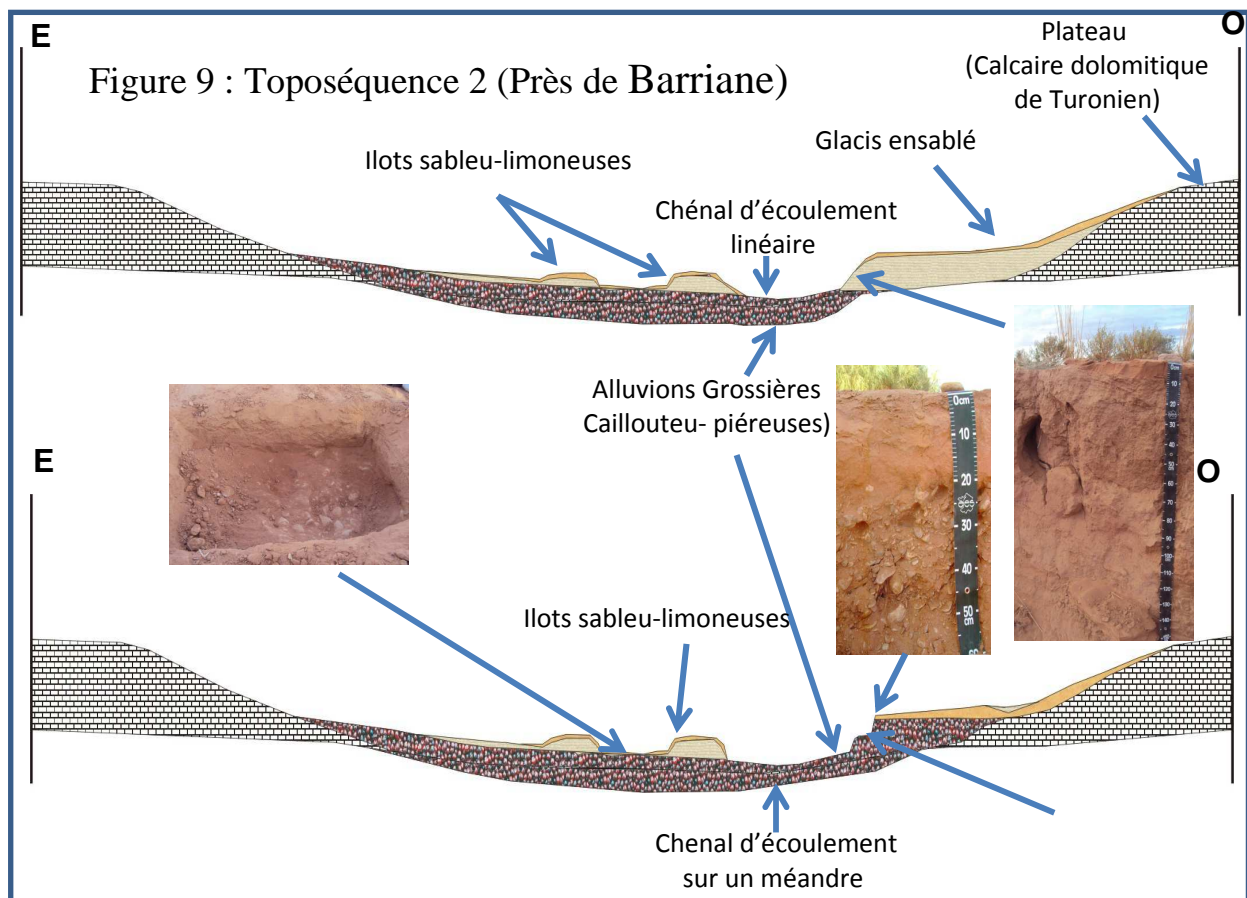
Figure 8 : Profils calcaires, salins et de pH du solum AM

#### 4.1.2- Deuxième toposéquence

Une toposéquence au long, orientée de Est à l'Ouest, en partie linière d'oued N'Sa. Localisée dans la route Guerrara-Berrian près du pont et la plaque d'oued N'Sa.

Trois solums ont été étudiés au long de cette séquence. Il s'agit des solums (de NO vers SE) : BRN-1, BRN-2, BRN-3.

L'étude morphologique et analytique a été faite pour les trois profils.



#### 4.1.2.3- Solum BRN-1

##### 4.1.2.3.1- Etude morphologique du solum

**La localisation :** Oued N'Sa à long de 5km de pont de la route Guerrara-Berrian et la plaque d'oued N'Sa

**La géomorphologie :** lit d'oued.

**La topographie :** légèrement incliné vers le sud.

**Le temps :** nuageux.

**L'état de surface :** sable grossier éolienne

**La végétation :** *Carduus pycnocephalus* (chouk), *Cleome arabica* (nettil)

**La date :** 30/03/2010



**A (0 – 7cm)** : couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), sec, sableux grossier éolienne, meuble, présence des racines de 1cm, trou des insectes avec déchet des animaux, friable, particulaire, stratifier, peu effervescente à HCl, limites régulière, transition nettes.

**C1 (7 – 17cm)** : couleur à l'état humide 7,5YR 4/6 (Brun), sec, sablo-limoneux avec des micro horizons discontinues (sableux, présence des racines, des trou, de fustration, transition progressive 1cm, particulaire), compact polyédrique, très forte effervescence à HCl, limite régulière transition diffuse.

**C2 (17 – 85cm)** : couleur à l'état humide 7,5YR 5/6 (Brun rougeâtre), sec, limono-sableuse, peu compact, particulaire, fort effervescence à HCl, limites régulière, transition nettes.

**C3 (85 – 125cm)** : couleur à l'état humide 5YR 4/8 (Brun claire), sec, sableux, peu friable, particulaire, très forte effervescence à HCl, limites régulière, transition nettes.

**C4 (125 – 155cm)** : couleur à l'état humide 7,5YR 5/6 (Brun rougeâtre), sec, sableuse, peu friable, particulaire, forte effervescence à HCl, limite régulière transition nette brutal.

**C5 (>155cm)** : caillouteux graveleux de nature dolomitique, des formes différentes (arrondies, aplatie, émoussée) disposé d'une façon horizontale.

#### 4.1.2.3.2- Données analytiques

Tableau IV : Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum BRN-1

Horz	Prof (cm)	Granulométrie (%)					Texture (U.S.D.A)	EG (%)	Calc.T (%)	M.O (%)
		A	Lf	Lg	Sf	Sg				
A	0-7	4,08	1,35	8,45	82,80	1,25	Sable	0	7,17	1,80
C1	7-17	12,73	3,45	15,45	65,66	2,41	Loam sableux	0	9,36	2,75
C2	17-85	8,23	17,00	18,18	46,58	5,10	Loam sableux	0	14,94	2,86
C3	85-125	11,20	2,83	9,60	64,94	3,40	Sable	0	8,95	-
C4	125-155	6,18	12,15	16,30	53,55	4,93	Loam sableux	0	13,47	-

#### 4.1.2.3.3- Interprétation

L'étude du sol a été faite sur une profondeur allant jusqu'à plus de 1.65m. Elle nous a permis d'observer une stratification bien visible, avec des limites nettes. Il s'agit d'une succession d'horizon de texture tantôt sableuse et tantôt sablo-limoneuse avec un dernier horizon plus profond de type graveleux. Les horizons sableux (1, 2 et 4) présente une dominance de sable fin, le deuxième horizon présente le taux le plus élevé en argile (tableau IV).

La teneur en calcaire dans le sol suit la variation de la texture, elle peu à moyennement calcaire dans les horizons sableuses alors qu'elle est moyenne dans les horizons limoneux (7,17 à



14.94%), la plus élevée dans le troisième horizon. Le pH est légèrement alcalin, il varie entre 7,44 et 7,78 (tableau 1, Annexe 2).

Les valeurs de la CE indiquent que le sol est non salin (0,256 et 0,617dS/m) (tableau 4, Annexe 2).

La matière organique dans le sol est faible à moyenne ( $1.80 \leq MO (\%) \leq 2.86$ ) la teneur la plus élevée dans la troisième horizon de 2.86 %.

La concentration en sels soluble est très faible. Le bilan ionique varie d'un horizon à l'autre, le faciès géochimique est sulfaté magnésique.

#### 4.1.2.3.4- Classification

WRB-FAO (2006) : Fluvisol Takyrique

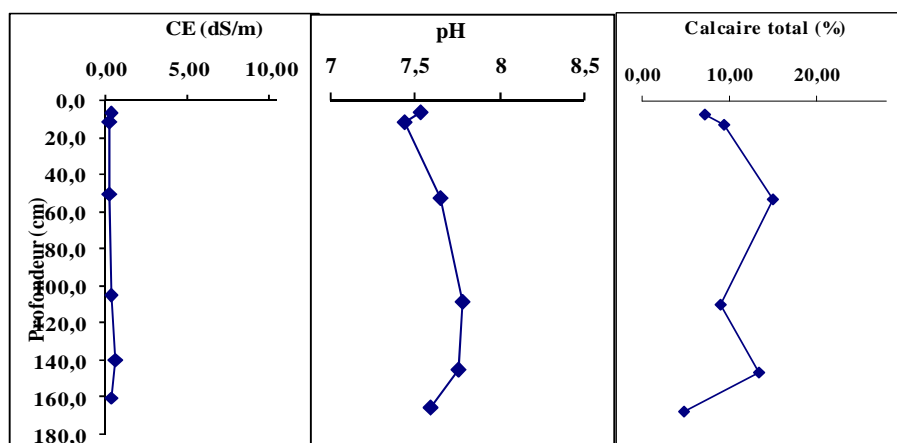


Figure 10 : Profils calcaires, salins et de pH du solum BRN-1

#### 4.1.2.2- Solum BRN-2

##### 4.1.2.2.1- Etude morphologique du solum

**La localisation :** Oued N'Sa près du pont de la route à l'est de Berrian.

**La géomorphologie :** fond de lit d'oued.

**La topographie :** légèrement incliné vers le sud-est.

**Le temps :** nuageux.

**L'état de surface :** croute de battance limoneux ensablé.

**La végétation :** *Carduus pycnocephalus* (chouk), *Cleome arabica* (nettil)

**La date :** 30/03/2010





**A (0 – 5 cm)** : couleur à l'état humide 5 YR 5/8 (Brun claire), sec, sableux grossier éolienne, friable, peu effervescente à HCl, limites régulière, transition nette.

**C1 (5 – 20 cm)** : couleur à l'état humide 7,5YR 4/6 (Brun), sec, croute de battance limoneuse, compact polyédrique, très forte effervescence à HCl, limite régulière, transition nette brutal (une dalle).

#### 4.1.3.2.2- Données analytiques

Tableau V : Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum BRN-2

Horz	Prof (cm)	Granulométrie (%)					Texture (U.S.D.A)	EG (%)	Calc.T (%)
		A	Lf	Lg	Sf	Sg			
A	0-5	5,84			59,64	34,52	Sable	0	4,71
C1	5-20	3,60	13,08	4,05	<b>54,25</b>	23,53	Loam sableux	0,08	9,22

#### 4.1.2.2.3- Interprétation

Ce solum est situé dans le lit mineur de l'oued, c'est un sol limoneux sur une dalle cimenté, L'état du surface est une croute de battance limoneux ensablé avec voile de sable éolienne lié aux végétaux.

L'analyse granulométrique montre que la texture de l'horizon de la surface est sablonneuse ce qui reflète des actions éoliennes, dont la texture de l'horizon superficielle est limoneuse d'origine alluviale.

Le taux du calcaire total est faible à moyen ( $4.711 \leq \text{CaCO}_3 \leq 9.215$ ), le sol est salé ( $1.691 \leq \text{CE} \leq 2.068$ ), le pH est légèrement alcalin ( $7.54 \leq \text{pH} \leq 7.68$ ) (Annexe 2).

La concentration en éléments solubles déminée avec la salinité, le faciès géochimique est bicarbonaté magnésique.

#### 4.1.2.2.4- Classification

WRB-FAO : Fluvisol yarmique aridique (calcairique)

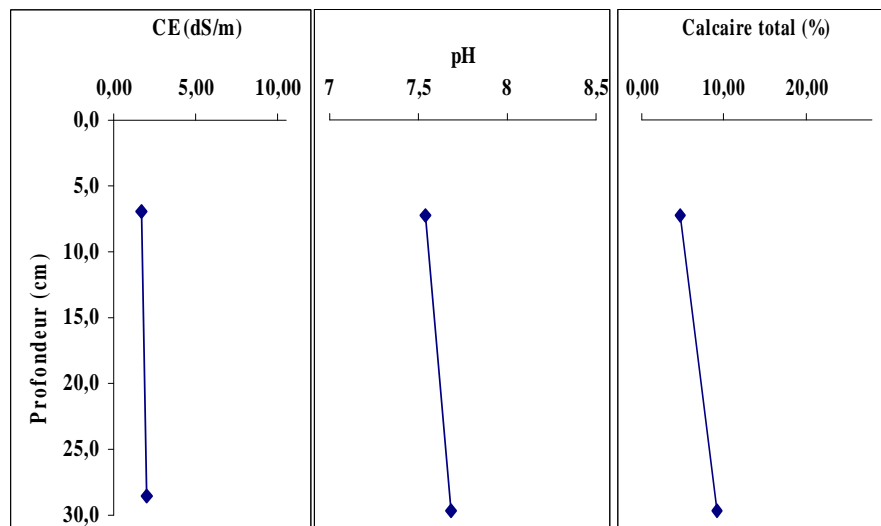


Figure 11 : Profils calcaires, salins et de pH du solum BRN-2

#### 4.1.2.1- Solum BRN-3

##### 4.1.2.1.1- Etude morphologique du solum

**La localisation :** Oued N'Sa près de pont de la route Guerrara-Berrian et la plaque d'oued N'Sa.

**La géomorphologie :** méandre peu ensablé.

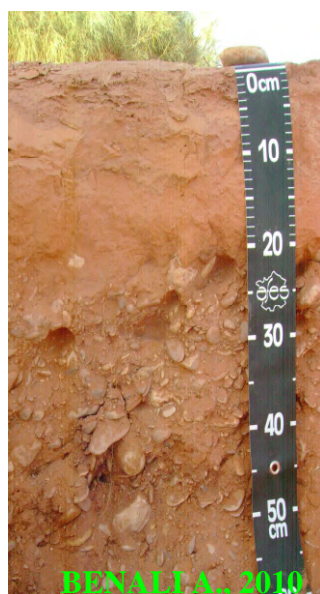
**La topographie :** légèrement incliné vers le sud-est.

**Le temps :** nuageux.

**L'état de surface :** sol limoneux battant avec quelque voile de sable et quelque gravier.

**La végétation :** *Carduus pycnocephalus* (chouk), *Cleome arabica* (nettil)

**La date :** 30/03/2010



**A (0 – 5cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 4/6 (Brun), sec, peu compacte, limono-sableux, particulaire, forte effervescence à l'HCl, limites régulière, transition nettes.

**C1 (5 – 20cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), sec, peu friable, sableuse, particulaire, fort effervescence à HCl, limite ondulée, transition nette brutal.

**C2 (> 20cm) :** couleur à l'état humide 5YR 4/8 (Brun claire), frais, caillouteux graveleux ensablée, des formes déférents (aronde, aplaté, émoussée) disposé d'une façon horizontal, friable, particulaire, très forte effervescence à HCl.

#### 4.1.2.1.2- Données analytiques

Tableau VI : Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum BRN-3

Horz	Prof (cm)	Granulométrie (%)					EG (%)	Calc.T (%)	M.O (%)	C.E.C (cmol <sup>+</sup> /Kg)	
		Fraction < 50 µm	Sable fin		Sable grossier						
			50-100 µm	100-200 µm	200-500 µm	500-1000 µm					1000-2000 µm
A	0-5	24,17	<b>44,75</b>		12,48			0,9	7,38	0,74	14,0
C1	5-20	7,12	26,18	<b>43,76</b>	17,02	3,94	1,98	0	4,30	1,69	-
C2	>20	7,7	9,74	14,02	<b>43,54</b>	17,56	7,44	70,91	6,69	1,01	-

#### 4.1.2.1.3- Interprétation

L'état du surface de ce solum est caractérisé par une croute de battance limoneuse présente une stratigraphie des horizons des différentes granulométries c'est un sol graveleux-caillouteux de nature dolomitique.

La granulométrie indique les fractions les plus grandes dans les horizons profonds, la texture sableuse signifie une perméabilité élevée et un bon drainage, dont l'horizon superficiel, qu'il domine par les fractions limoneuses.

Le taux de calcaire varie de l'horizon à l'autre, dont il est moyenne montre que la facilité de drainage.

Selon l'échelle de la salure (AUBERT, 1978), le sol de ce solum est saline à très salin entre 1.709 et 4.014 dS/m.

La concentration en sels soluble est très faible. Le bilan ionique varie d'un horizon à l'autre, le faciès géochimique est sulfaté magnésique.

La matière organique est faible à très faible dans le sol de (0.74 ≤ MO (%) ≤ 1.69) (MORAND, 2001)

La CEC est moyenne pour l'horizon de surface limoneux avec 14 cmol<sup>+</sup>/Kg.

#### 4.1.2.1.4- Classification

WRB-FAO : Fluvisol aridique calcairique

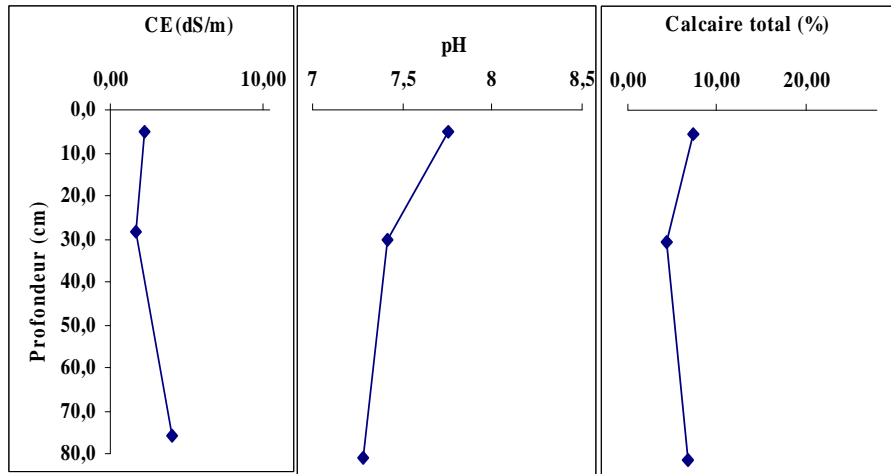
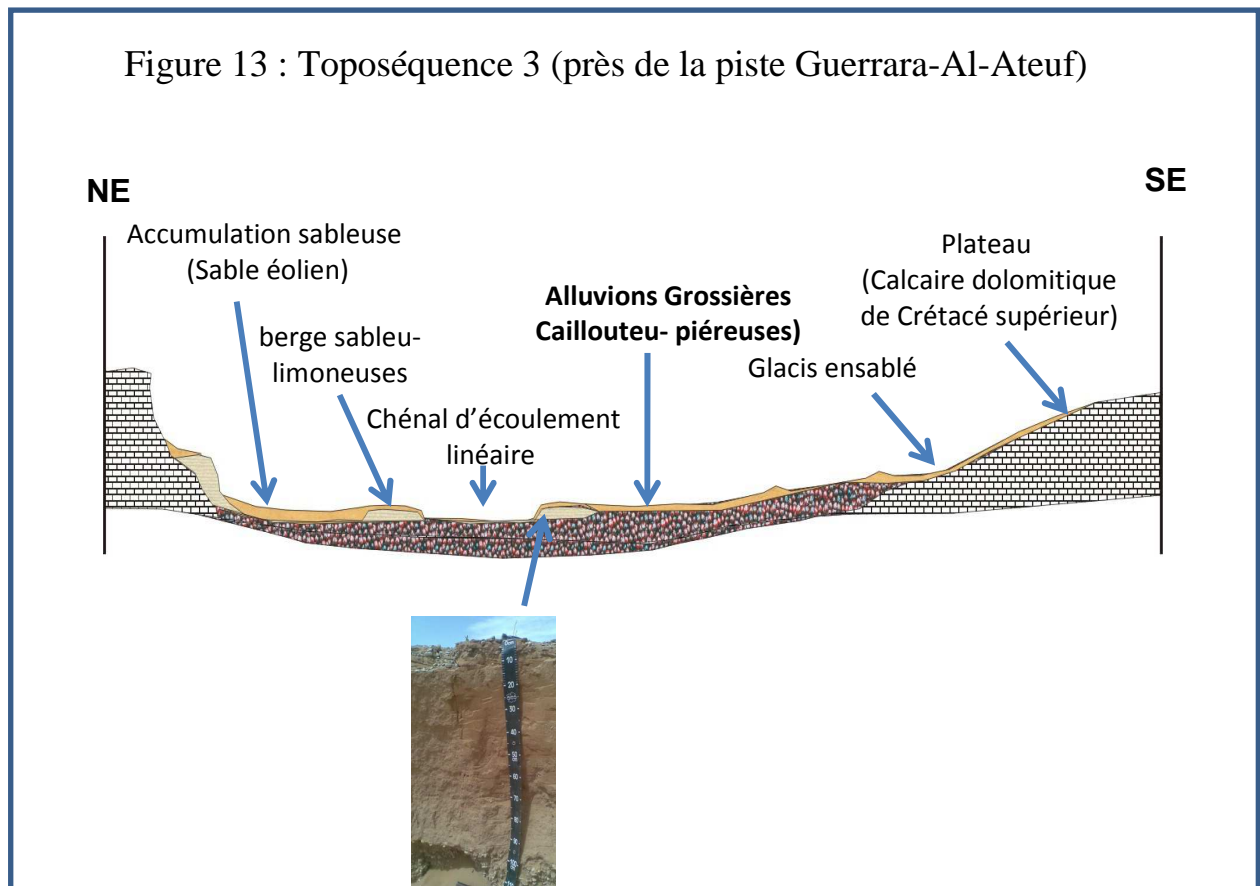


Figure 12 : Profils calcaires, salins et de pH du solum BRN-3

#### 4.1.3- Troisième séquence

Elle est orientée d'ouest vers le sud, en partie linéaire d'oued N'Sa. Localisée dans la route Zelfana-Guerrara de 32km de Guerrara près du pont.



### 4.1.3.1- Solum ZLF-1

#### 4.1.3.1.1- Etude morphologique du solum

**La localisation :** Oued N'Sa près de pont de la route Zelfana-Guerrara de 32 km de Guerrara.

**La géomorphologie :** fond de l'oued, crétacé supérieur.

**La topographie :** légèrement incliné vers l'est.

**Le temps :** ensoleille, ciel dégagé, précédant climatique venteux.

**L'état de surface :** aspect caillouteux pierreux.

**La végétation :** Pistasia

**La date :** 17/03/2010



**A (0 – 12 cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 4/8 (Brun), sec, limoneux, présence des cailloux (5%) gravier (10%) des différentes formes (enroulé et aplatis) et de nature dolomitique, ensablée, friable, particulière, forte effervescence à HCl, limites régulière, transition très nette.

**C1 (12 – 75 cm) :** couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun claire) , sec, sablo-limoneux, présence des racines de 2 cm, quelque graviers négligeables, compact, polyédrique, diamètre des agrégats de 1 à 5cm, très forte effervescence à HCl, limite régulière, transition nette.

**C2 (75 – 100 cm) :** couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire) , frais, sablo limoneux stratifié, polyédrique, des agrégats de 6 à 10cm, très compacte, très forte effervescence à HCl, limite ondulée, transition très nette.

**C3 (>100 cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 5/8 (Brun), sec, limono sableux consolidé, des agrégats de 2 à 10 cm, caillouteux graveleux des différentes formes (arrondis, aplatis et brachis) et de nature dolomitique.

### 4.1.2.5- Données analytiques

Tableau VII : Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum ZLF-1

sHorz	Prof (cm)	Granulométrie (%)					Texture (U.S.D.A)	EG (%)	Calc.T (%)	M.O (%)	C.E.C (cmol+/Kg)
		A	Lf	Lg	Sf	Sg					
A	0-12	8,42	7,66	53,93	19,69	5,45	Loam limoneux	44,74	9,30	0,74	1,00
C1	12-75	5,28	3,35	11,98	69,46	9,98	Sable loameux	0	6,28	2,38	-
C2	75-100	5,58	3,75	6,00	64,94	14,72	Sable	5,31	9,96	0,74	-
C3	>100	12,59	17,39	35,68	23,02	3,94	Loam limoneux	56,82	10,66	-	-

#### 4.1.3.3.3- Interprétation

L'état de surface autour de ce solum est caractérisé par un sol nu limoneux battant riche en éléments grossier dans les endroits non cultivés.

L'analyse granulométrique de la terre fine (tableau VII), montre que la texture de premier et de dernier horizon est de type limon, des horizons intermédiaires est de type sable

Le taux de calcaire total dans le sol est moyenne ( $6.28 \leq \text{CaCO}_3 (\%) \leq 10.66$ ).

On ce basant sur l'échelle de salure pour un extrait 1/5 (AUBERT, 1978), nous pouvons dire que le sol est non salé ( $0,592 \leq \text{CE} \leq 1,019 \text{ dS/m}$ ).

Quant au pH, la comparaison des valeurs trouvées avec l'échelle d'alcalinité d'un extrait aqueux 1/5 (MORAND, 2001), montre que le sol est légèrement alcalin.

La concentration de la solution de l'extrait aqueux a un faciès géochimique sulfaté magnésique.

La matière organique est très faible à moyenne dans le sol de ( $0.74 \leq \text{MO} (\%) \leq 2.38$ ) (MORAND, 2001)

La CEC est très faible pour l'horizon de surface de  $1 \text{ cmol}^+/\text{Kg}$ .

#### 4.1.3.3.4- Classification

WRB-FAO : Fluvisol calcari-Takyrique

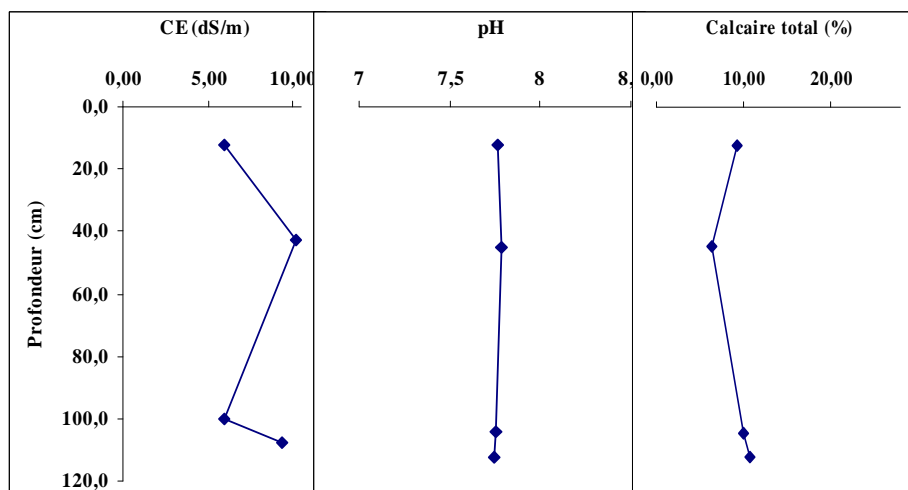
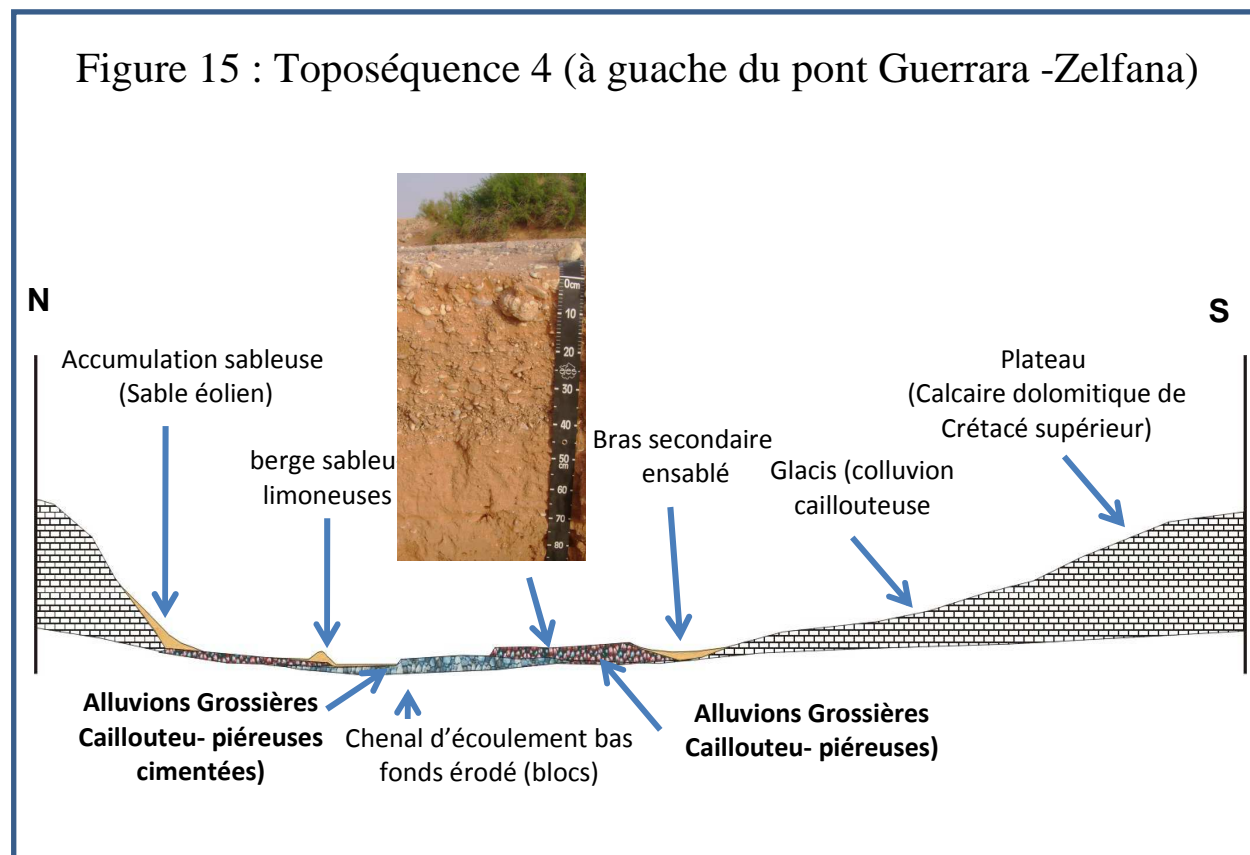


Figure 14 : Profils calcaires, salins et de pH du solum ZLF-1

#### 4.1.4- Quatrième séquence



##### 4.1.4.1- Solum ZLF -2

##### 4.1.4.1.1- Etude morphologique du solum

**La localisation :** Oued N'Sa près de pont de la route Zelfana-Guerrara de 32km de Guerrara.

**La géomorphologie :** fond de l'oued, crétacé supérieur.

**La topographie :** légèrement incliné vers l'Est.

**Le temps :** ensoleillé, ciel dégagé, précédant climatique venteux.

**L'état de surface :** aspect caillouteux pierreux.

**La végétation :** *Cleome arabica* (nettil).

**La date :** 27/03/2010





**A (0 –15 cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), sec, caillouteux pierreuse arrondie émoussé de nature calcaire dolomitique brèche, existe de matrice sableuse, friable, particulaire, très forte effervescence à HCl, limites régulière, transition distincte.

**C1 (15 – 42cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), frais, graveleux caillouteux de couleur foncé brunâtre disposition stratifié horizontal de matrice sable grossier, peu compacte, particulaire, forte effervescence à HCl, limite régulière, transition nette.

**C2 (>42cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), frais, sableux stratifier, constitue des graviers, présence des horizons de 1 à 2cm de façon discontinue, friable, particulaire, très forte effervescence à HCl.

#### 4.1.4.1.2- Données analytiques

Tableau VIII : Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum ZLF-2

Horz	Prof (cm)	Granulométrie (%)						EG (%)	Calc.T (%)	M.O (%)
		Fraction < 50 µm	Sable fin		Sable grossier					
			50-100 µm	100-200 µm	200-500 µm	500-1000 µm	1000-2000 µm			
A	0-15	4	18,38	23,72	<b>31,58</b>	15,38	6,94	58,42	10,62	2,22
C1	15-42	2,1	7,7	14,26	<b>37,7</b>	31,52	6,72	71,1	4,75	2,54
C2	> 42	1,36	4,1	6,64	<b>73,26</b>	14,08	0,56	2,59	7,13	1,22

#### 4.1.4.1.3- Interprétation

L'état de la surface autour de ce solum caillouteux- graveleux (chenal d'écoulement), L'étude morphologique montre que le sol est caillouteux graveleux déminée avec la profondeur.

La granulométrie indique que la texture la plus dominant est sableuse (200-500 µm), leur pourcentage est augmenté avec la profondeur.

Le taux de calcaire total élevé dans l'horizon superficiel plus que les autres horizons.

La salinité est très salé de 2.759 à 3.041dS/m. Quant le pH légèrement alcalin entre 7.04 et 7.20.

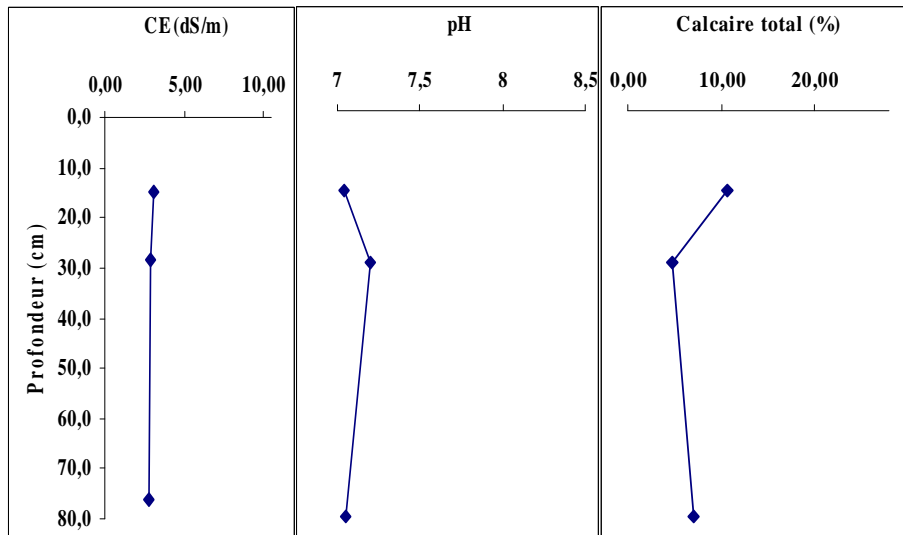
Le taux de matière organique de cette solum est moyen dans les horizons superficiels à faible dans l'autre horizon profond.



La concentration ionique est faible, le faciès géochimique est chloruré magnésique.

**4.1.4.1.4- Classification**

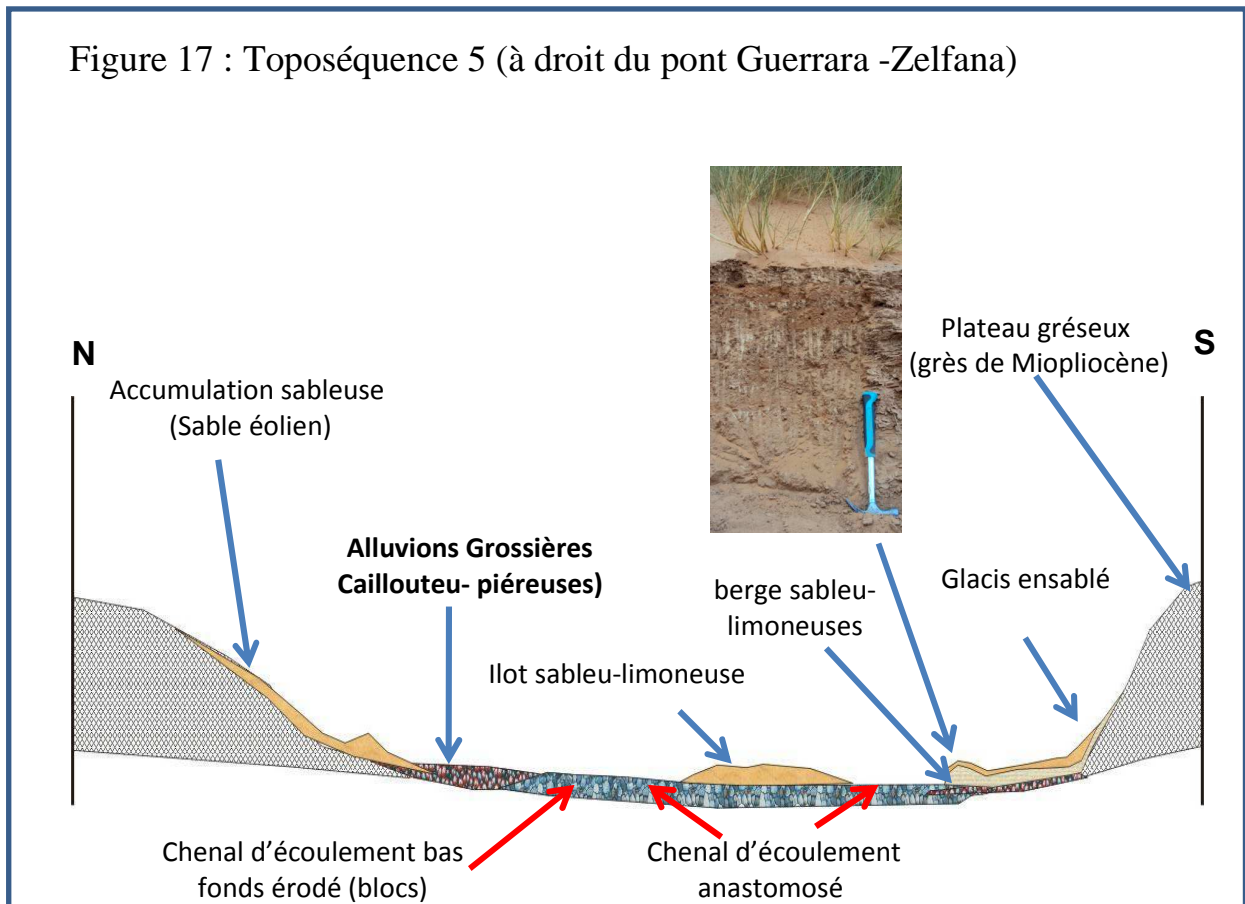
WRB-FAO : Fluvisol yermique aridique (calcaire).



**Figure 16 : Profils calcaires, salins et de pH du solum ZLF-2**

**4.1.5- Cinquième séquence**

**Figure 17 : Toposéquence 5 (à droit du pont Guerrara -Zelfana)**



### 4.1.5.1- Solum ZLF -3

#### 4.1.5.1.1- Etude morphologique du solum

**La localisation :** Oued N'Sa près de pont de la route Zelfana-Guerrara de 32 km de Guerrara.

**La géomorphologie :** fond de l'oued.

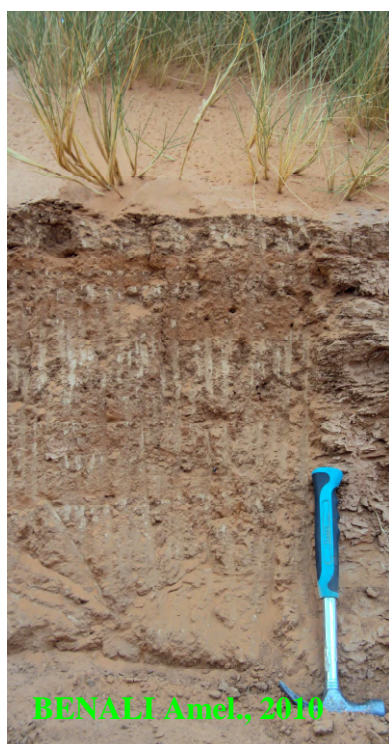
**La topographie :** légèrement incliné vers l'Est.

**Le temps :** ensoleille, ciel dégagé, précédant climatique venteuse.

**L'état de surface :** sable éolienne, des dunes.

**La végétation :** Drine

**La date :** 17/03/2010



BENALI Amel., 2010

**A (0 – 5cm) :** couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun claire), sec, sableux, friable, particulaire, pas effervescence à l'HCl, limites régulière, transition distincte.

**C1 (5 – 15cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 4/6 (Brun), sec, Limoneux, polyédrique, des agrégats de 0.5 à 7cm, stratifier avec des trous des insectes, peu compacte, fort effervescence à HCl, limite graduée, transition distincte.

**C2 (15 – 35cm) :** couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), sec, Limoneux, polyédrique, des agrégats de 2 à 5cm, stratifier, présence d'un horizon de 1 à 5cm de façon discontinue (sableux), compact, très forte effervescence à HCl, limites régulière, transition distincte.

**C3 (>35cm) :** couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), frais, Limono sableux, polyédrique, des agrégats de 1 à 3cm, peu compact, forte effervescence à HCl.

#### 4.1.5.1.2- Données analytiques

Tableau IX : Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum ZLF-3

Horz	Prof (cm)	Granulométrie (%)					Texture (U.S.D.A)	EG (%)	Calc.T (%)	M.O (%)
		A	Lf	Lg	Sf	Sg				
A	0-5	2,70	1,00	2,48	78,15	15,21	Sable	0	4,22	1,06
C1	5-15	21,95	32,40	16,80	29,10	4,98	Loam limoneux	0	19,67	2,49
C2	15-35	6,35	24,03	6,65	59,84	5,07	Sable loameux	0	8,84	1,06
C3	>35	9,05	11,53	13,48	64,38	1,25	Sable loameux	0	11,57	

#### 4.1.5.1.3- Interprétation

L'état de surface autour de ce solum est caractérisé par un sol sableux éolienne avec des tufs végétaux.

L'analyse granulométrique de la terre fine (tableau IX), montre que la texture de tous les horizons est de type limono-sableux.

Le taux de calcaire total dans le sol est moyennement calcaire à calcaire ( $4,22 \leq \text{CaCO}_3 (\%) \leq 19,67$ ).

En se basant sur l'échelle de salure pour un extrait 1/5 (AUBERT, 1978), nous pouvons dire que le sol salé ( $0,57 \leq \text{CE} \leq 1,36 \text{ dS/m}$ ).

Quant au pH, la comparaison des valeurs trouvées avec l'échelle d'alcalinité d'un extrait aqueux 1/5 (MORAND, 2001), montre que le sol est légèrement alcalin.

La concentration de la solution de l'extrait aqueux a un faciès géochimique sulfaté calcique.

La matière organique est faible à moyenne dans le sol de ( $1,06 \leq \text{MO} (\%) \leq 2,49$ ) (MORAND, 2001).

#### 4.1.5.1.4- Classification

WRB-FAO : Fluvisol arenique aridique (calcairique)

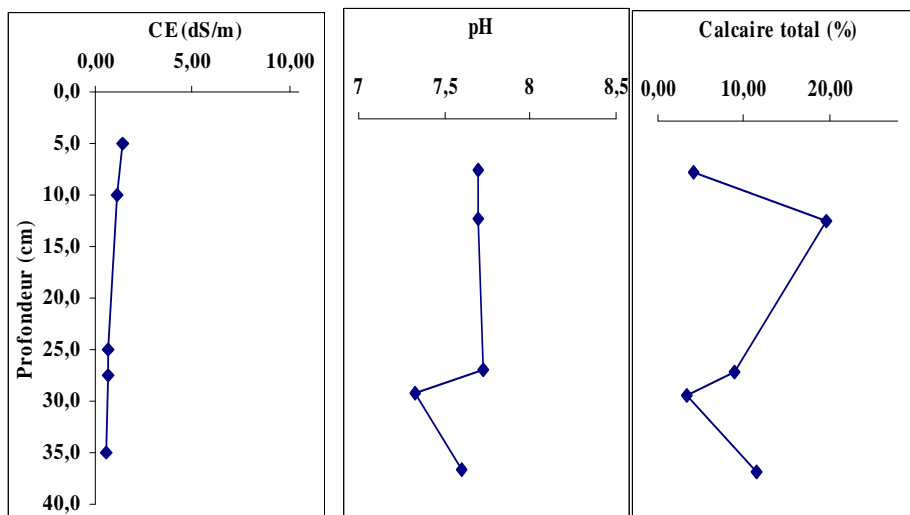
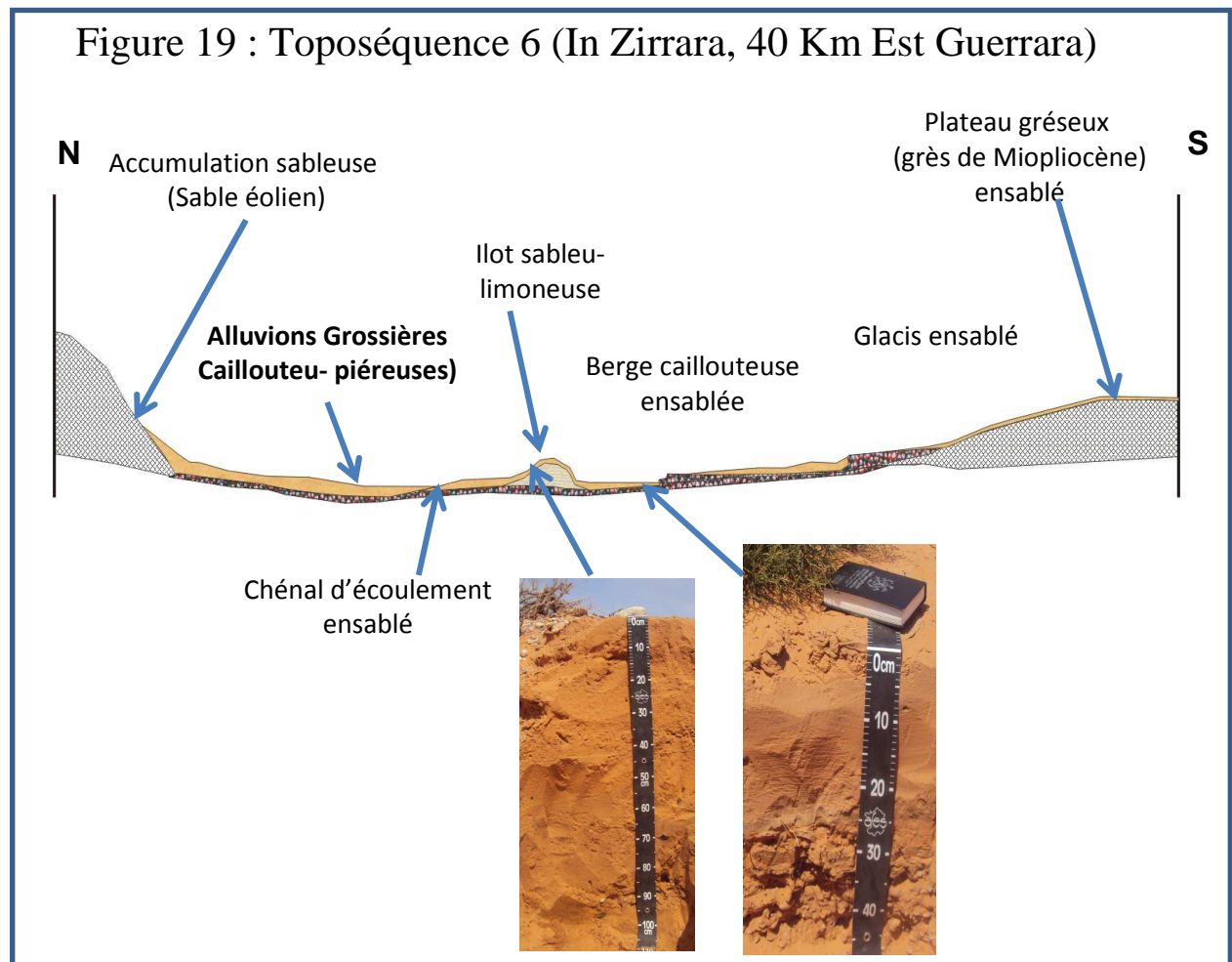


Figure 18 : Profils calcaires, salins et de pH du solum ZLF-3

#### 4.1.6- Sixième séquence



##### 4.1.6.1- Solum ZRR-1

##### 4.1.6.1.1- Etude morphologique du solum

**La localisation :** Ain Zirara

**La géomorphologie :** Terrasse alluvial.

**La topographie :** plan légèrement incliné.

**Le temps :** Ensoleillé partiellement nuageux, précédent climatique de vent de sable.

**L'état de surface :** Voile sableux.

**La végétation :** *Cleome arabica* (nettil).

**La date :** 01/05/2010



**A (0 – 4 cm) :** couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), sec, sableux meuble, particulaire, faible effervescence à HCl, limite irrégulière, transition nette.

**C1 (4 – 11 cm) :** couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), frais, sableux stratifié, consolidé, particulaire, faible effervescence à HCl, limite régulière, transition diffuse.

**C2 (11 – 21 cm) :** couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre), Idem de deuxième horizon, présence des racines de 1mm, des micro-horizons lamellaire limite interrompue, transition graduelle. .

**C3 (21 – 25 cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 5/8 (Brun claire), frais, sablo-limoneux, présence des êtres vivants (animaux et végétaux), consolidé, particulaire, forte effervescence à HCl, limite irrégulière, transition graduelle.

**C4 (25 – 35 cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), frais, limoneux, peu compact, polyédrique, des agrégats de 2 cm, présence des racines de 0.5 mm, des êtres vivants (animaux et végétaux), forte effervescence à HCl, limite irrégulière, transition distincte.

**C5 (>35 cm) :** couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), frais, sableuse, présence des cailloux, des gravier émoussé arrondie et aplaté de nature dolomitique de taille différentes, peu compact, polyédrique, faible effervescence à HCl.

#### 4.1.6.1.2- Données analytiques

Tableau X : Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum ZRR-1

Horz	Prof (cm)	Granulométrie (%)					Texture (U.S.D.A)	EG (%)	Calc.T (%)
		A	Lf	Lg	Sf	Sg			
A	0-4	2,83	2,75	12,13	79,47	1,06	Sable	0	4,79
C1	4-11	4,15	1,35	9,60	77,51	5,48	Sable	0	6,74
C2	11-21	1,68	0,50	6,73	89,89	1,12	Sable	0	3,35
C3	21-25	8,25	10,88	13,25	61,38	3,99	Sable loameux	0	11,03
C4	25-35	23,33	23,23	3,55	48,31	0,51	Loam limoneux	0	27,44
C5	>35	1,94			10,66	87,40	Sable	41,52	2,44

#### 4.1.6.1.3- Interprétation

Ce solum est situé sur une ancienne terrasse de lit majeur de l'oued, ce sol présente une stratigraphie de texture très fine pour les horizons de surface par contre dans l'horizon le plus profond leur texture est sableuse d'origine éolienne colluvial.

Le taux du calcaire total est alternante de l'horizon à l'autre dont les premières horizons de faible à moyenne ( $3,35 \leq \text{CaCO}_3 \leq 6,74\%$ ) et dans les horizons profonds est moyenne à calcaire

( $11,03 \leq \text{CaCO}_3 \leq 27,44\%$ ) le taux du calcaire total est très faible à l'exception de l'horizon profond avec 2,44%.

D'après l'échelle de salure, ce sol est non salin, mais dans le cinquième horizon est peu salé, ce qui calcaire plus que les autre.

La concentration de la solution de l'extrait aqueux a un faciès géochimique sulfaté magnésique.

#### 4.1.6.1.4- Classification

WRB-FAO : Fluvisol yermique aridique (calcairique)

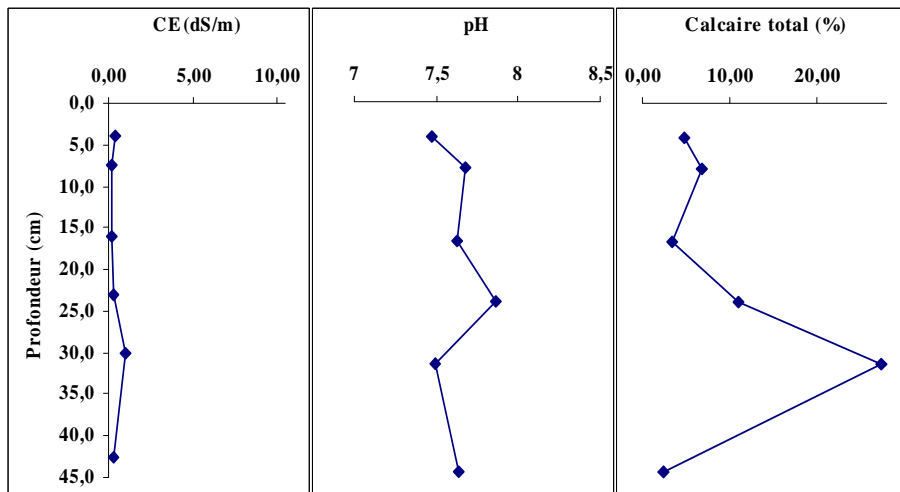


Figure 20 : Profils calcaires, salins et de pH du solum ZRR-1

#### 4.1.6.2- Solum ZRR-2

##### 4.1.6.2.1- Etude morphologique du solum

**La localisation :** au bordure de fond de lit mineur de l'oued.

**La géomorphologie :** lit de oued.

**La topographie :** plan légèrement incliné.

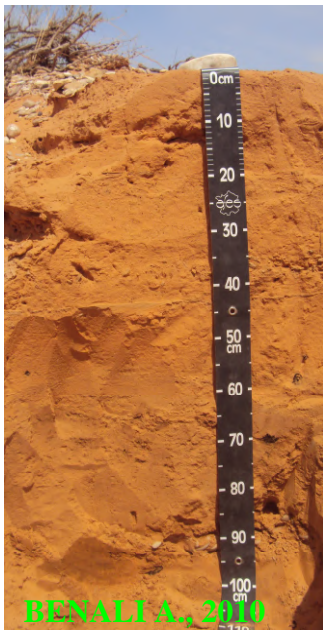
**Le temps :** Ensoleillé partiellement nuageux, précédent climatique de vent de sable.

**L'état de surface :** Caillouteux graveleux.

**La végétation :** *Cleome arabica* (nettil), *Zizyphus lotus*.

**La date :** 01/05/2010





**A (0 – 20cm)** : couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), sec, sableux, particulaire, peu compact, forte effervescence à l'HCl, limite irrégulière transition diffuse.

**C1 (20 – 35cm)** : couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), sec, sableux grossier, particulaire, friable, forte effervescence à HCl, quelque racines vive fines de 2mm, limite régulière, transition diffuse.

**C2 (35 – 43cm)** : couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), frais, sableux, particulaire, des agrégats de 1cm, peu compact, forte effervescence à HCl, limite régulière, transition diffuse.

**C3 (43 – 60cm)** : couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), frais, sableux, particulaire, des racines morts de 0.5 à 1.5cm, peu compact, forte effervescence à HCl, limite régulière, transition diffuse.

**C4 (60 – 85cm)** : couleur à l'état humide 7,5YR 4/8 (Brun rougeâtre), frais, limoneux, polyédrique, des agrégats de 2cm, compact, très forte effervescence à HCl, limite régulière, transition diffuse.

**C5 (>85cm)** : couleur à l'état humide 5YR 4/8 (Brun rougeâtre), humide, sableuse caillouteux graveleux émoussé de nature dolomitique de 2cm de diamètre, quelque racines morts fines de 2cm, friable, particulaire, très forte effervescence à HCl, limite nette horizontal, transition distincte.

#### 4.1.6.2.2- Données analytiques

Tableau XI : Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum ZRR-2

Horz	Prof (cm)	Granulométrie (%)					Texture (U.S.D.A)	EG (%)	Calc.T (%)
		A	Lf	Lg	Sf	Sg			
A	0-20	2,24			69,64	28,12	Sable	0	2,02
C1	20-35	2,94			66,36	30,7	Sable	0	2,89
C2	35-43	6,24			58,56	35,2	Sable	0	4,3
C3	43-60	2,23	1,75	1,33	83,36	8,27	Sable	0	2,81
C4	60-85	10,97	27,42	53,21	2,94	0,00	Loam limoneux	0	2,6
C5	>85	4,05	6,98	6,13	60,10	19,44	Sable	3,14	10

#### 4.1.6.2.3- Interprétation

L'étude du sol de tranche verticale de 1m, elle nous à permet d'observer deux parties, une partie superficielle de texture sablonneuse et l'autre partie de texture limoneux.

L'analyse granulométrique de la terre fine (tableau XI), montre que l'épaisseur de tous les horizons de texture sableuse est plus grand par rapport aux horizons limoneux.

Le taux de calcaire total dans le sol est faible pour tous les horizons ( $2,02 \leq \text{CaCO}_3 \leq 4,3\%$ ) a part la sixième horizon est moyennement calcaire de 10%.

En se basant sur l'échelle de salure pour un extrait 1/5 (AUBERT, 1978), nous pouvons dire que le sol non salé ( $0,25 \leq \text{CE} \leq 0,63 \text{ dS/m}$ ).

Quant au pH, la comparaison des valeurs trouvées avec l'échelle d'alcalinité d'un extrait aqueux 1/5 (MORAND, 2001), montre que le sol légèrement alcalin.

La concentration de la solution de l'extrait aqueux a un faciès géochimique bicarbonaté calcique.

#### 4.1.6.2.4- Classification : WRB-FAO : Fluvisol yermique aridique

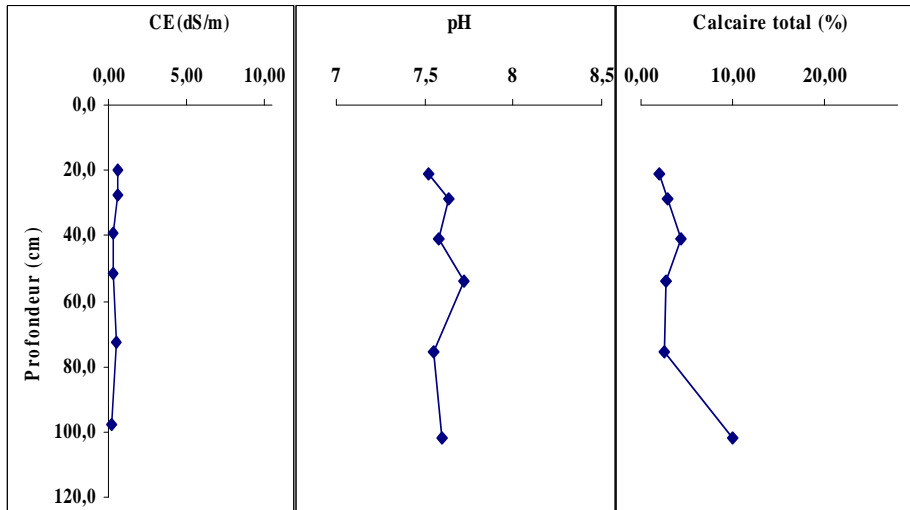
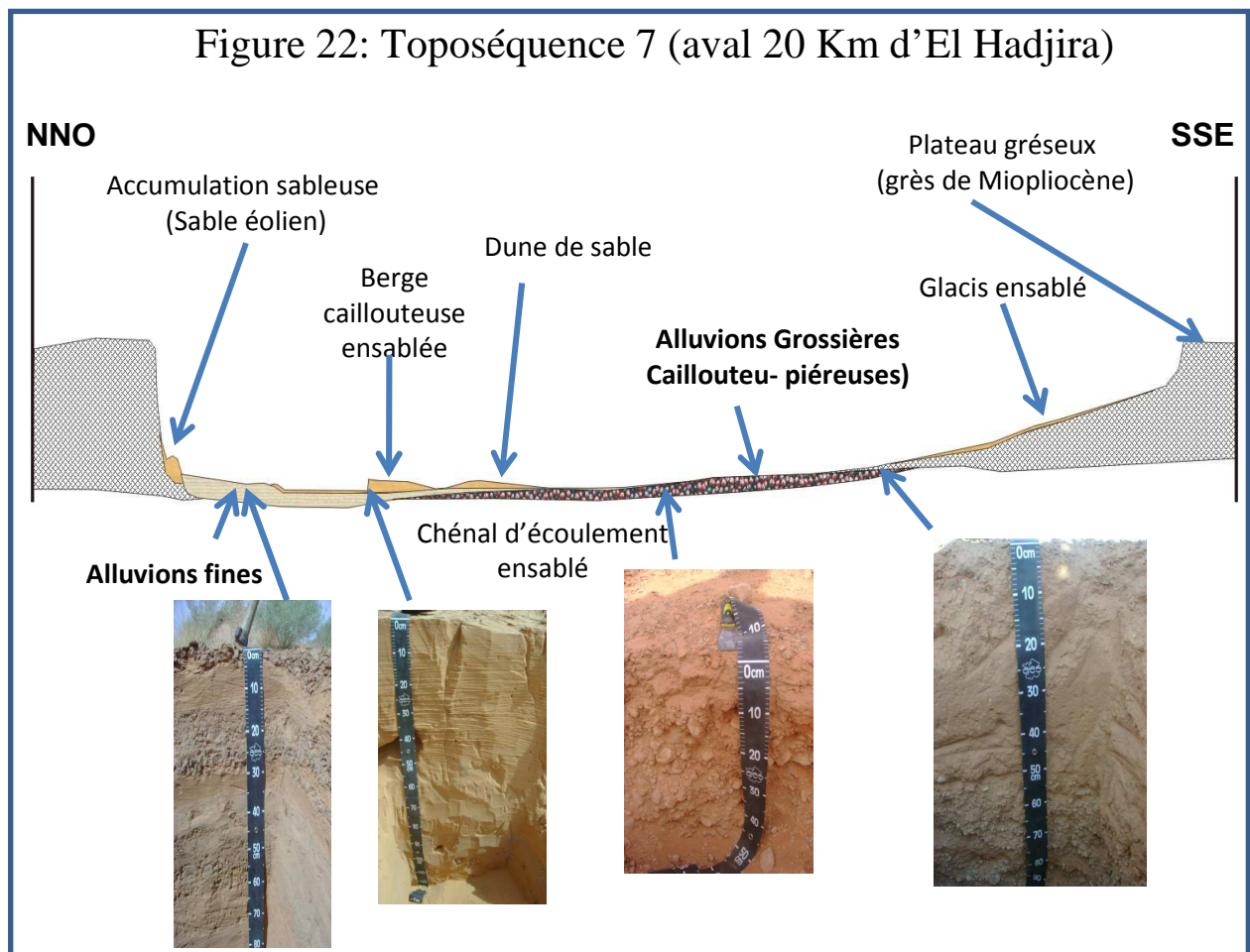


Figure 21 : Profils calcaires, salins et de pH du solum ZRR-2

4.1.7- Septième séquence





#### 4.1.7.1- Solum AV-1

##### 4.1.7.1.1- Etude morphologique du solum

**La localisation :** Coté droite de la route près de plaque d'oued N'Sa 20 km de la Hadjira.

**La géomorphologie :** Glacis.

**La topographie :** plan légèrement incliné.

**L'état de surface :** Caillouteux graveleux.

**Le temps :** Ensoleillé partiellement nuage, précédent climatique de vent de sable.

**La végétation :** *Fagonia glutulosa*, *Aristida tipagrostice pimoda*, Alanda, Baguel.

**La date :** 08/03/2010



**A (0 – 5cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 4/6 (Brun), sec, caillouteux graveleux de nature (dolomite, quartz) de taille différente avec une matrice sableuse et présence des croutes de battance limoneux, friable, polyédrique, très forte effervescence à HCl, quelque racines morts fines, limite diffuse transmissive.

**C1 (5 – 52cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), sec, sableux grossier quelque cailloux et gravier de nature (dolomite, quartz) de taille différente, peu compacte, particulaire, forte effervescence à HCl, quelque racines mortes fines, limite nette horizontal, transition distincte.

**C2 (>52cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), sec, caillouteux graveleux émoussé arondes de nature dolomite de taille différente de 80 % avec peu de sable, présence un horizon discontinue de sable grossier, friable, particulaire, très forte effervescence à HCl.

##### 4.1.7.1.2- Données analytiques

Tableau XII : Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum AV-1

Horz	Prof (cm)	Granulométrie (%)					EG (%)	Calc.T (%)	M.O (%)	
		Fraction < 50 µm	Sable fin		Sable grossier					
			50-100 µm	100-200 µm	200-500 µm	500-1000 µm				1000-2000 µm
A	0-5	12,02	<b>24,32</b>	<b>39,75</b>	18,01	3,17	2,73	<b>28,73</b>	4,347	1,851
C1	5-52	7,6	12,88	<b>36,36</b>	<b>36,82</b>	5,24	1,1	4,75	7,339	1,957
C2	>52	6,68	7,56	<b>25,4</b>	<b>44,7</b>	9,32	6,34	<b>54,51</b>	2,083	1,534

##### 4.1.7.1.3- Interprétation

L'état de la surface autour de ce solum est caractérisé par la présence des graviers et des caillouteux de différentes formes et natures et du sable lié à la végétation. L'étude

morphologique montre que le sol présente une stratigraphie bien visible. Il s'agit d'une alternance d'horizons sableux et cailloteux- graveleux – sableux, ou les cailloux et les graviers ont une forme émoussée reflète leur origine fluviatile et la longue distances parcouru. Notant que les horizons sableux est plus important que celle des horizons cailloteux.

L'analyse granulométrique de la terre fine (Tableau XI) montre que la texture de tous les horizons est de type sableuse- dont les fractions les plus dominant sont les sables fins (100-200 $\mu$ m), mais en générale la texture de la surface plus fine que le profond.

Le taux de calcaire total plus au moins faible ne dépasse pas 8%, il est relativement faible dans les horizons graveleux par rapport aux l'horizon sableux intermédiaire.

Pour la salinité du sol nous pouvons dire que le sol dans tous les horizons de ce solum est non salin selon l'échelle de salure pour un extrait 1/5 (AUBERT, 1978). Quant au pH, selon l'échelle d'alcalinité d'un extrait aqueux 1/5 (MORAND, 2001), montre que tous les horizons sont alcalins, le pH varie entre 7.74 et 8.13 (Tableaux 1. Annexe 2).

La concentration de la solution de la solution de l'extrait aqueux est très faible, elle varie d'un horizon à l'autre, avec un faciès géochimique bicarbonaté calcique.

La matière organique est de faible à très faible au profond de (1,534 $\leq$ MO $\leq$ 1,957%) (MORAND, 2001).

#### 4.1.7.1.4- Classification

WRB-FAO : Fluvisol aridique calcairique

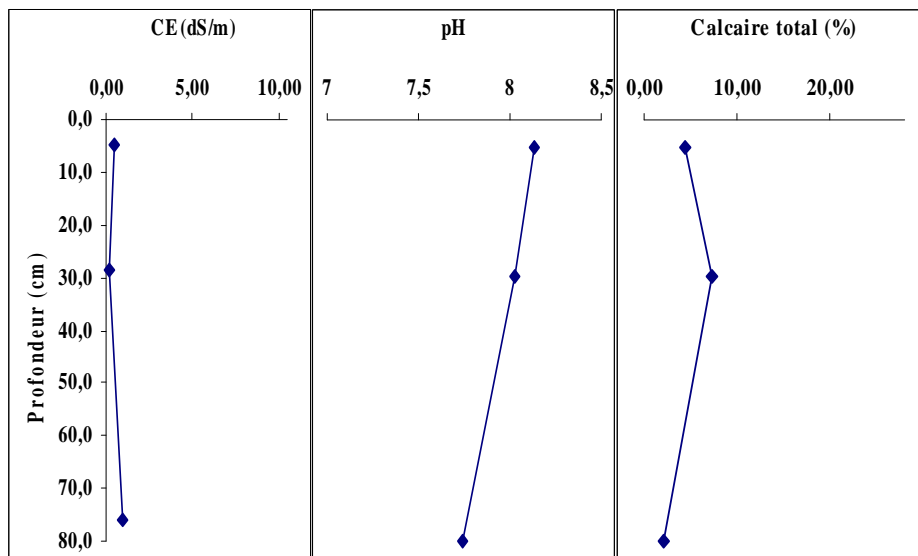


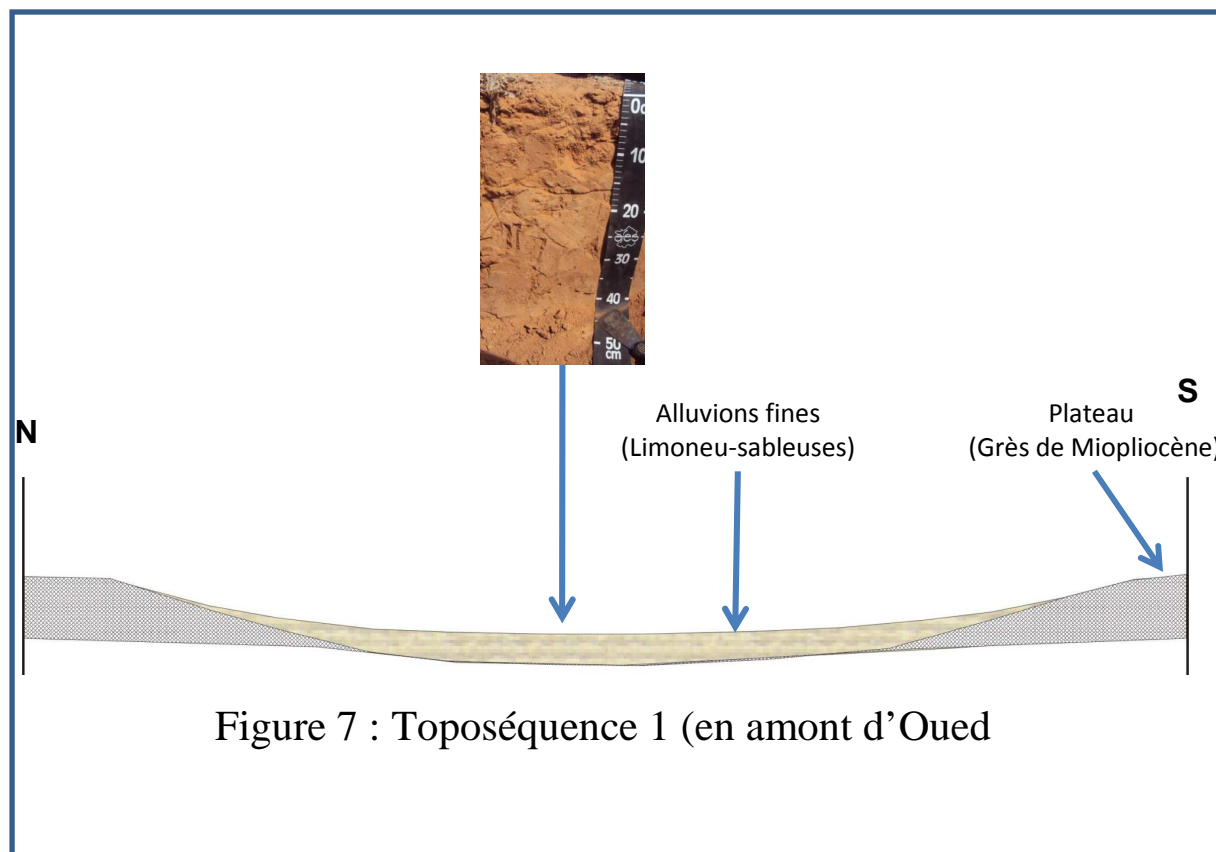
Figure 23 : Profils calcaires, salins et de pH du solum AV-1

## Chapitre IV : Résultats

L'inventaire des sols du bassin versant nécessite de faire le maximum du nombre de profils distribués sur le paysage aux différents points pour caractériser les différents types de sol existants. Pour cela nous avons installé des profils au long de chenal principal (artère maitresse) de l'amont vers l'aval.

### 4.1 – Caractérisation morphologique et analytique des solums

#### 4.1.1 – Première toposéquence



##### 4.1.1.1- Solum AM

Ce solum a été choisi en amont du lit d'oued N'Sa, dans une zone très anthropisée, cultivées par des céréales, ou seulement labourées en jachère. Néanmoins, le sol autour des endroits où s'installe la plante de Zizyphus reste nu non cultivé dans un état naturel (un diamètre de 10 m autour de la plante).

##### 4.1.1.1.1 – Etude morphologique du solum

**Localisation :** En amont de l'Oued N'Sa, région de Tilrhemt (Laghouat).

**Géomorphologie** : fond du lit mineur de l'oued.

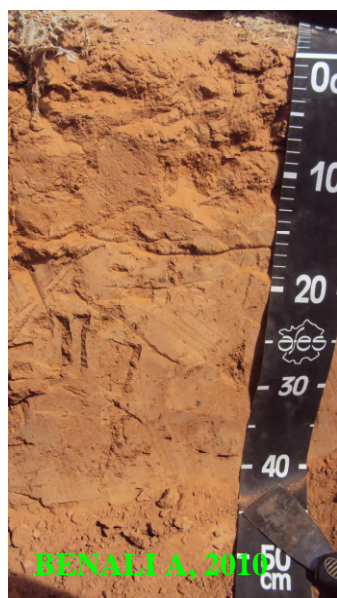
**Topographie** : légèrement incliné vers le sud-est.

**Temps** : peu nuageux.

**Etat de surface** : sol nu limono-sableux battant.

**Végétation** : *Zizyphus lotus*

**Date** : 10/03/2010



**A (0 – 5cm)** : couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), sec, très friable à meuble, sablonneux, particulaire, agrégats très lâche, peu effervescent à l'HCl, quelque débris végétaux peu dégradés, limite régulière, transition distincte.

**C1 (5 – 16cm)** : couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), sec, friable, sablonneux, polyédrique, taches noirâtre, quelque débris organiques dégradés, effervescent à l'HCl, limite régulière, transition nette.

**C2 (> 16cm)** : couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), frais, dure, limono-sableuse, massive, nombreuse racines fines (1mm), quelques taches noirâtres, forte effervescence à l'HCl.

#### 4.1.1.1.2 – Données analytiques

Tableau III : Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum AM

Horz	Prof (cm)	Granulométrie (%)					Texture (U.S.D.A)	EG (%)	Calc.T (%)	M.O (%)	C.E.C (cmol*/Kg)
		A	Lf	Lg	Sf	Sg					
A	0-5	5,75	1,65	9,10	<b>70,43</b>	11,64	Sable loameux	0	7,89	2,38	9,0
C1	5-16	4,58	3,00	6,73	<b>75,80</b>	5,87	Sable	0	6,42	2,33	-
C2	>16	8,63	6,33	14,55	<b>65,74</b>	3,50	Sable loameux	0	8,85	-	-

#### 4.1.1.1.3 – Interprétation

L'état de surface autour de ce solum est caractérisé par un **sol nu** limono-sableux battant dans les endroits non cultivés alors que les restes des états de surface sont perturbés par le labour ou les parcelles confectionnées.

L'analyse granulométrique de la terre fine (tableau III), montre que la texture de tous les horizons est de type sableux.

Le taux de calcaire total dans le sol est moyen ( $7.892 \leq \text{CaCO}_3 (\%) \leq 8.851$ ).

On se basant sur l'échelle de salure pour un extrait 1/5 (AUBERT, 1978), nous pouvons dire que le sol est non salé ( $0.325 \leq CE \leq 0.631$  dS/m).

Quant au pH, la comparaison des valeurs trouvées avec l'échelle d'alcalinité d'un extrait aqueux 1/5 (MORAND, 2001), montre que le sol est légèrement alcalin.

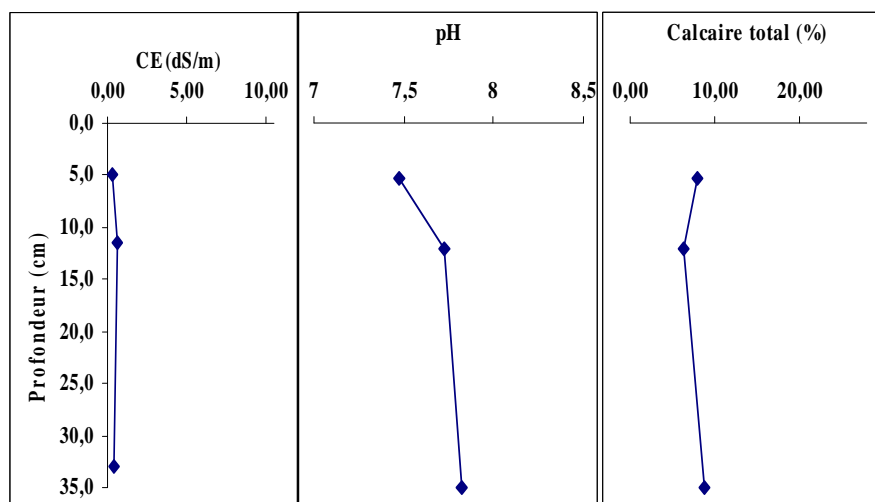
La concentration de la solution de l'extrait aqueux a un faciès géochimique sulfaté magnésique.

La matière organique est moyenne dans le sol de ( $2.33 \leq MO \leq 2.38$ ) (MORAND, 2001)

La CEC est faible pour l'horizon de surface sablo-limoneux avec  $9 \text{ cmol}^+/\text{Kg}$ .

#### 4.1.1.1.4- Classification

WRB-FAO (2006) : Fluvisol arenique aridique



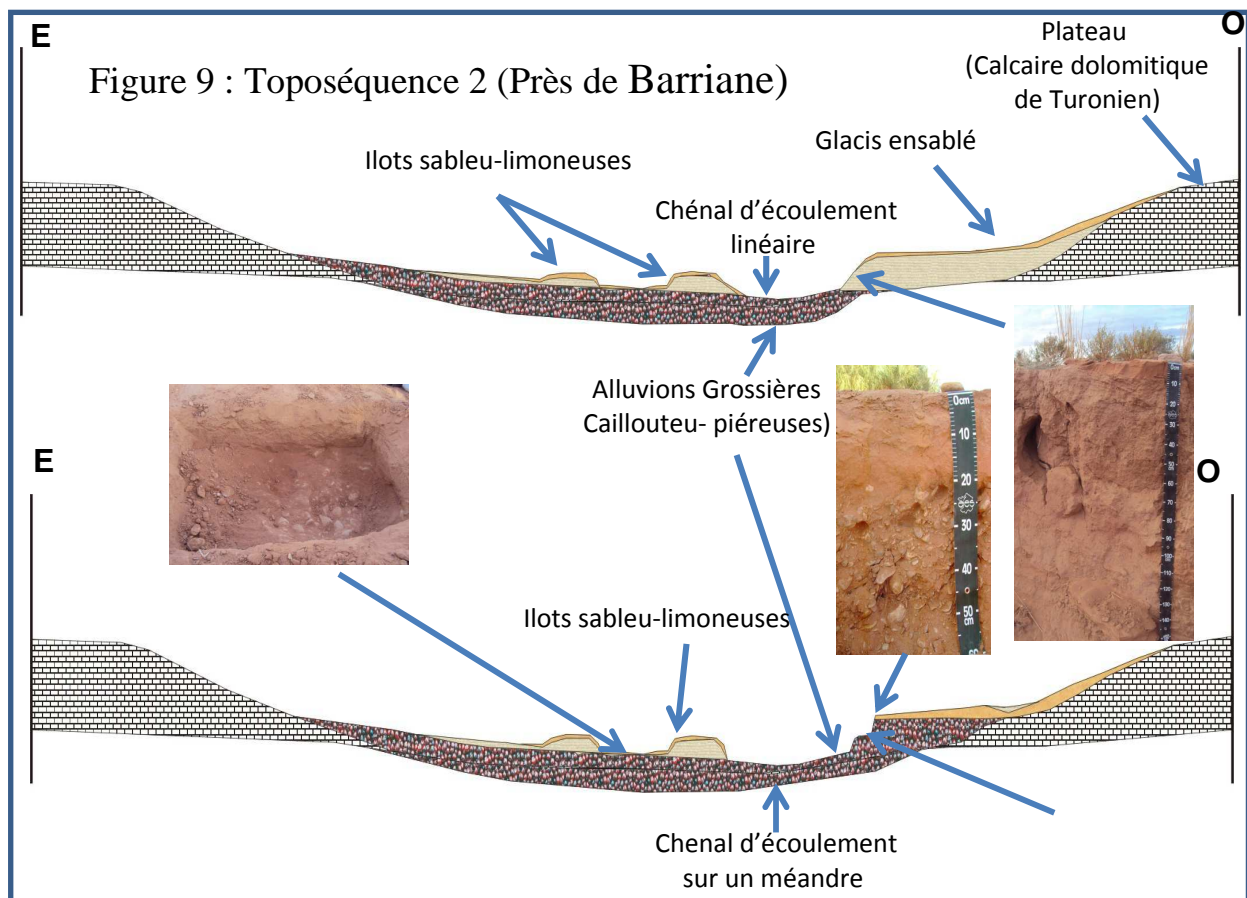
**Figure 8 : Profils calcaires, salins et de pH du solum AM**

#### 4.1.2- Deuxième toposéquence

Une toposéquence au long, orientée de Est à l'Ouest, en partie linière d'oued N'Sa. Localisée dans la route Guerrara-Berrian près du pont et la plaque d'oued N'Sa.

Trois solums ont été étudiés au long de cette séquence. Il s'agit des solums (de NO vers SE) : BRN-1, BRN-2, BRN-3.

L'étude morphologique et analytique a été faite pour les trois profils.



#### 4.1.2.3- Solum BRN-1

##### 4.1.2.3.1- Etude morphologique du solum

**La localisation :** Oued N'Sa à long de 5km de pont de la route Guerrara-Berrian et la plaque d'oued N'Sa

**La géomorphologie :** lit d'oued.

**La topographie :** légèrement incliné vers le sud.

**Le temps :** nuageux.

**L'état de surface :** sable grossier éolienne

**La végétation :** *Carduus pycnocephalus* (chouk), *Cleome arabica* (nettil)

**La date :** 30/03/2010





**A (0 – 7cm)** : couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), sec, sableux grossier éolienne, meuble, présence des racines de 1cm, troue des insectes avec déchet des animaux, friable, particulaire, stratifier, peu effervescente à HCl, limites régulière, transition nettes.

**C1 (7 – 17cm)** : couleur à l'état humide 7,5YR 4/6 (Brun), sec, sablo-limoneux avec des micro horizons discontinues (sableux, présence des racines, des troue, de fustration, transition progressive 1cm, particulaire), compact polyédrique, très forte effervescence à HCl, limite régulière transition diffuse.

**C2 (17 – 85cm)** : couleur à l'état humide 7,5YR 5/6 (Brun rougeâtre), sec, limono-sableuse, peu compact, particulaire, fort effervescence à HCl, limites régulière, transition nettes.

**C3 (85 – 125cm)** : couleur à l'état humide 5YR 4/8 (Brun claire), sec, sableux, peu friable, particulaire, très forte effervescence à HCl, limites régulière, transition nettes.

**C4 (125 – 155cm)** : couleur à l'état humide 7,5YR 5/6 (Brun rougeâtre), sec, sableuse, peu friable, particulaire, forte effervescence à HCl, limite régulière transition nette brutal.

**C5 (>155cm)** : caillouteux graveleux de nature dolomitique, des formes différentes (arrondies, aplatie, émoussée) disposé d'une façon horizontale.

#### 4.1.2.3.2- Données analytiques

Tableau IV : Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum BRN-1

Horz	Prof (cm)	Granulométrie (%)					Texture (U.S.D.A)	EG (%)	Calc.T (%)	M.O (%)
		A	Lf	Lg	Sf	Sg				
A	0-7	4,08	1,35	8,45	82,80	1,25	Sable	0	7,17	1,80
C1	7-17	12,73	3,45	15,45	65,66	2,41	Loam sableux	0	9,36	2,75
C2	17-85	8,23	17,00	18,18	46,58	5,10	Loam sableux	0	14,94	2,86
C3	85-125	11,20	2,83	9,60	64,94	3,40	Sable	0	8,95	-
C4	125-155	6,18	12,15	16,30	53,55	4,93	Loam sableux	0	13,47	-

#### 4.1.2.3.3- Interprétation

L'étude du sol a été faite sur une profondeur allant jusqu'à plus de 1.65m. Elle nous a permis d'observer une stratification bien visible, avec des limites nettes. Il s'agit d'une succession d'horizon de texture tantôt sableuse et tantôt sablo-limoneuse avec un dernier horizon plus profond de type graveleux. Les horizons sableux (1, 2 et 4) présente une dominance de sable fin, le deuxième horizon présente le taux le plus élevé en argile (tableau IV).

La teneur en calcaire dans le sol suit la variation de la texture, elle peu à moyennement calcaire dans les horizons sableuses alors qu'elle est moyenne dans les horizons limoneux (7,17 à

14.94%), la plus élevée dans le troisième horizon. Le pH est légèrement alcalin, il varie entre 7,44 et 7,78 (tableau 1, Annexe 2).

Les valeurs de la CE indiquent que le sol est non salin (0,256 et 0,617dS/m) (tableau 4, Annexe 2).

La matière organique dans le sol est faible à moyenne ( $1.80 \leq MO (\%) \leq 2.86$ ) la teneur la plus élevée dans la troisième horizon de 2.86 %.

La concentration en sels soluble est très faible. Le bilan ionique varie d'un horizon à l'autre, le faciès géochimique est sulfaté magnésique.

#### 4.1.2.3.4- Classification

WRB-FAO (2006) : Fluvisol Takyrique

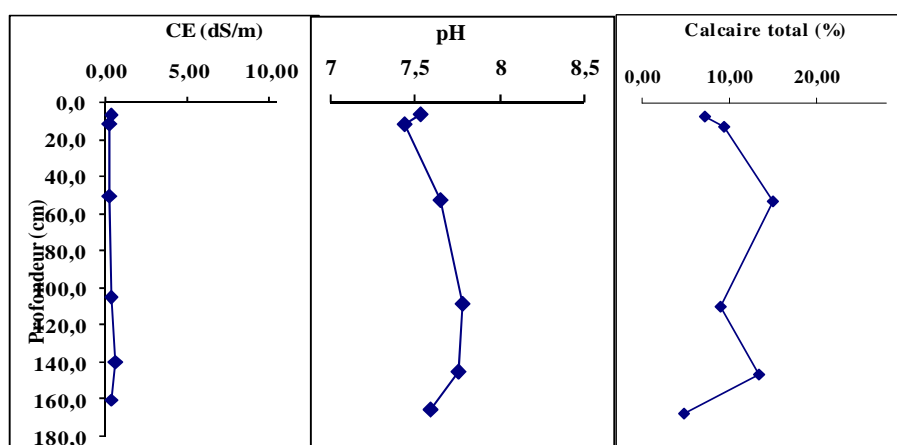


Figure 10 : Profils calcaires, salins et de pH du solum BRN-1

#### 4.1.2.2- Solum BRN-2

##### 4.1.2.2.1- Etude morphologique du solum

**La localisation :** Oued N'Sa près du pont de la route à l'est de Berrian.

**La géomorphologie :** fond de lit d'oued.

**La topographie :** légèrement incliné vers le sud-est.

**Le temps :** nuageux.

**L'état de surface :** croute de battance limoneux ensablé.

**La végétation :** *Carduus pycnocephalus* (chouk), *Cleome arabica* (nettil)

**La date :** 30/03/2010





**A (0 – 5 cm)** : couleur à l'état humide 5 YR 5/8 (Brun claire), sec, sableux grossier éolienne, friable, peu effervescente à HCl, limites régulière, transition nette.

**C1 (5 – 20 cm)** : couleur à l'état humide 7,5YR 4/6 (Brun), sec, croute de battance limoneuse, compact polyédrique, très forte effervescence à HCl, limite régulière, transition nette brutal (une dalle).

#### 4.1.3.2.2- Données analytiques

Tableau V : Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum BRN-2

Horz	Prof (cm)	Granulométrie (%)					Texture (U.S.D.A)	EG (%)	Calc.T (%)
		A	Lf	Lg	Sf	Sg			
A	0-5	5,84			59,64	34,52	Sable	0	4,71
C1	5-20	3,60	13,08	4,05	<b>54,25</b>	23,53	Loam sableux	0,08	9,22

#### 4.1.2.2.3- Interprétation

Ce solum est situé dans le lit mineur de l'oued, c'est un sol limoneux sur une dalle cimenté, L'état du surface est une croute de battance limoneux ensablé avec voile de sable éolienne lié aux végétaux.

L'analyse granulométrique montre que la texture de l'horizon de la surface est sablonneuse ce qui reflète des actions éoliennes, dont la texture de l'horizon superficielle est limoneuse d'origine alluviale.

Le taux du calcaire total est faible à moyen ( $4.711 \leq \text{CaCO}_3 \leq 9.215$ ), le sol est salé ( $1.691 \leq \text{CE} \leq 2.068$ ), le pH est légèrement alcalin ( $7.54 \leq \text{pH} \leq 7.68$ ) (Annexe 2).

La concentration en éléments solubles déminée avec la salinité, le faciès géochimique est bicarbonaté magnésique.

#### 4.1.2.2.4- Classification

WRB-FAO : Fluvisol yarmique aridique (calcairique)

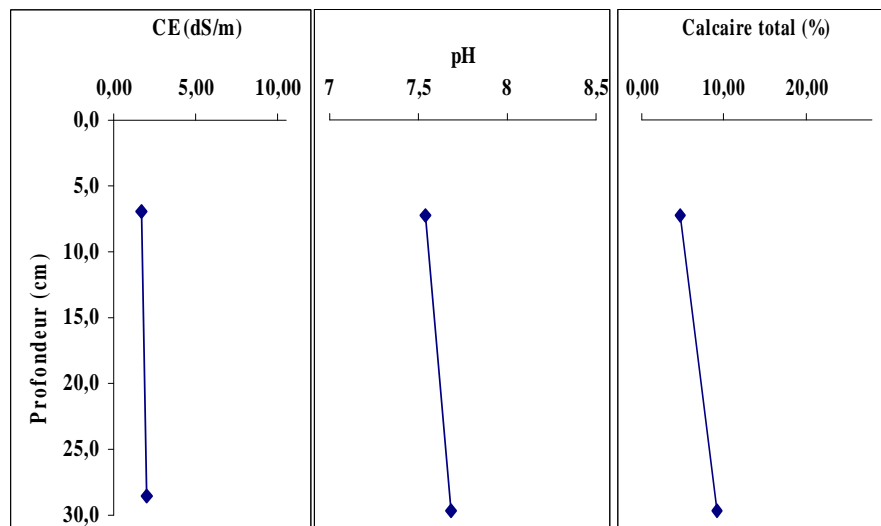


Figure 11 : Profils calcaires, salins et de pH du solum BRN-2

#### 4.1.2.1- Solum BRN-3

##### 4.1.2.1.1- Etude morphologique du solum

**La localisation :** Oued N'Sa près de pont de la route Guerrara-Berrian et la plaque d'oued N'Sa.

**La géomorphologie :** méandre peu ensablé.

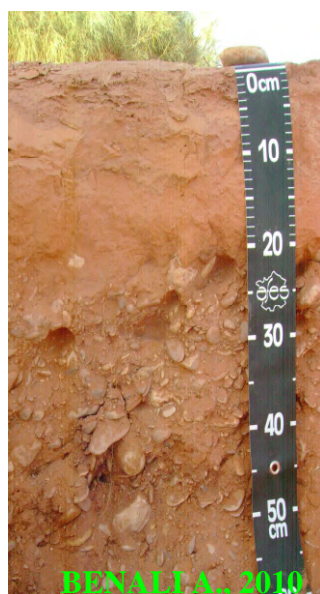
**La topographie :** légèrement incliné vers le sud-est.

**Le temps :** nuageux.

**L'état de surface :** sol limoneux battant avec quelque voile de sable et quelque gravier.

**La végétation :** *Carduus pycnocephalus* (chouk), *Cleome arabica* (nettil)

**La date :** 30/03/2010



**A (0 – 5cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 4/6 (Brun), sec, peu compacte, limono-sableux, particulaire, forte effervescence à l'HCl, limites régulière, transition nettes.

**C1 (5 – 20cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), sec, peu friable, sableuse, particulaire, fort effervescence à HCl, limite ondulée, transition nette brutal.

**C2 (> 20cm) :** couleur à l'état humide 5YR 4/8 (Brun claire), frais, caillouteux graveleux ensablée, des formes déférents (aronde, aplaté, émoussée) disposé d'une façon horizontal, friable, particulaire, très forte effervescence à HCl.

#### 4.1.2.1.2- Données analytiques

Tableau VI : Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum BRN-3

Horz	Prof (cm)	Granulométrie (%)					EG (%)	Calc.T (%)	M.O (%)	C.E.C (cmol <sup>+</sup> /Kg)	
		Fraction < 50 µm	Sable fin		Sable grossier						
			50-100 µm	100-200 µm	200-500 µm	500-1000 µm					1000-2000 µm
A	0-5	24,17	<b>44,75</b>		12,48			0,9	7,38	0,74	14,0
C1	5-20	7,12	26,18	<b>43,76</b>	17,02	3,94	1,98	0	4,30	1,69	-
C2	>20	7,7	9,74	14,02	<b>43,54</b>	17,56	7,44	70,91	6,69	1,01	-

#### 4.1.2.1.3- Interprétation

L'état du surface de ce solum est caractérisé par une croûte de battance limoneuse présente une stratigraphie des horizons des différentes granulométries c'est un sol graveleux-caillouteux de nature dolomitique.

La granulométrie indique les fractions les plus grandes dans les horizons profonds, la texture sableuse signifie une perméabilité élevée et un bon drainage, dont l'horizon superficiel, qu'il domine par les fractions limoneuses.

Le taux de calcaire varie de l'horizon à l'autre, dont il est moyenne montre que la facilité de drainage.

Selon l'échelle de la salure (AUBERT, 1978), le sol de ce solum est salin à très salin entre 1.709 et 4.014 dS/m.

La concentration en sels soluble est très faible. Le bilan ionique varie d'un horizon à l'autre, le faciès géochimique est sulfaté magnésique.

La matière organique est faible à très faible dans le sol de (0.74 ≤ MO (%) ≤ 1.69) (MORAND, 2001)

La CEC est moyenne pour l'horizon de surface limoneux avec 14 cmol<sup>+</sup>/Kg.

#### 4.1.2.1.4- Classification

WRB-FAO : Fluvisol aridique calcairique

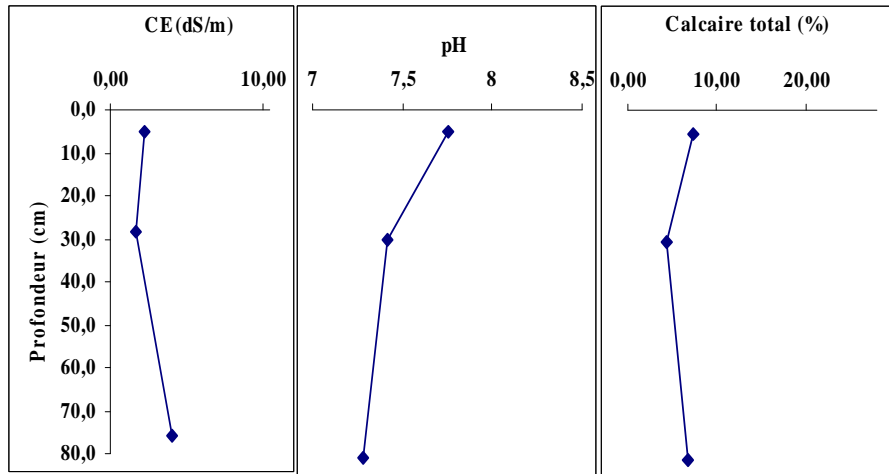
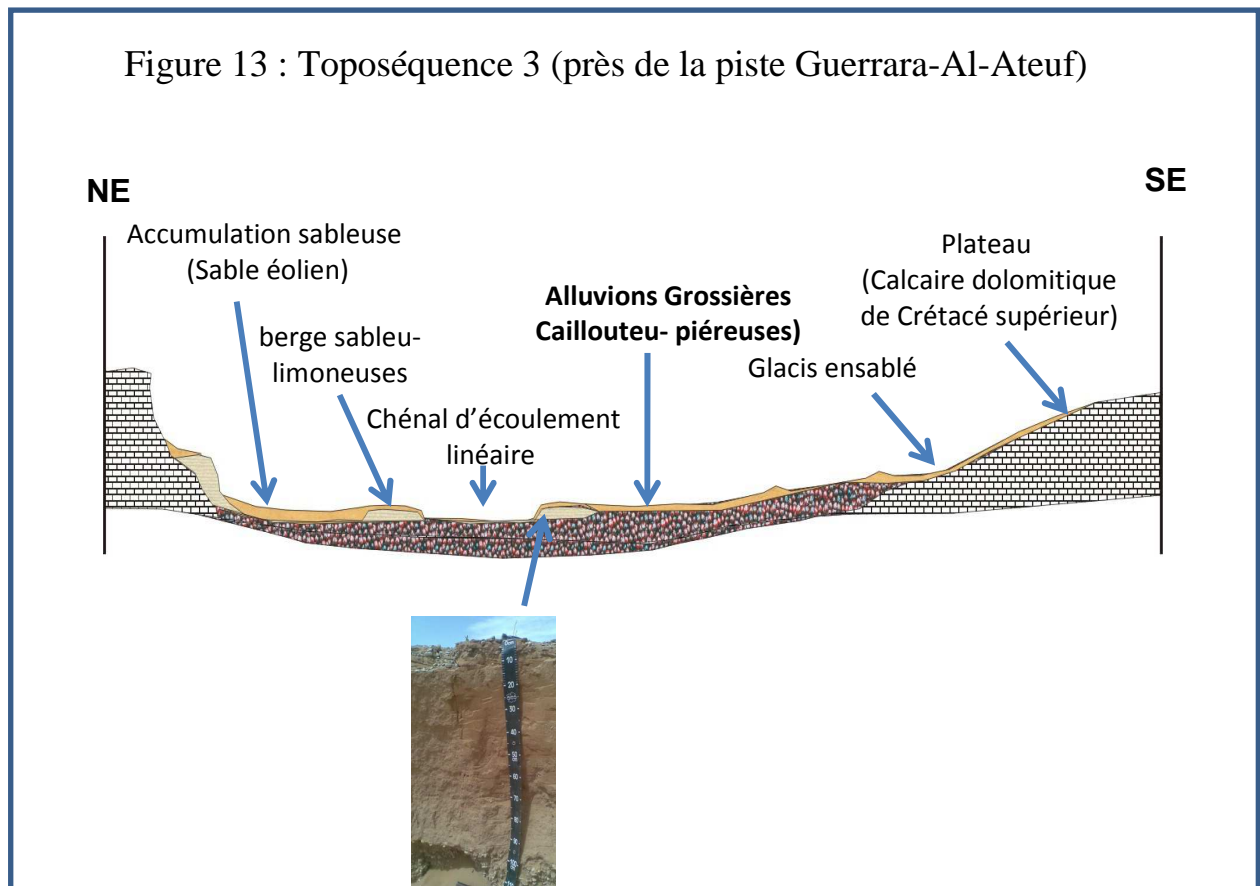


Figure 12 : Profils calcaires, salins et de pH du solum BRN-3

#### 4.1.3- Troisième séquence

Elle est orientée d'ouest vers le sud, en partie linéaire d'oued N'Sa. Localisée dans la route Zelfana-Guerrara de 32km de Guerrara près du pont.



### 4.1.3.1- Solum ZLF-1

#### 4.1.3.1.1- Etude morphologique du solum

**La localisation :** Oued N'Sa près de pont de la route Zelfana-Guerrara de 32 km de Guerrara.

**La géomorphologie :** fond de l'oued, crétacé supérieur.

**La topographie :** légèrement incliné vers l'est.

**Le temps :** ensoleille, ciel dégagé, précédant climatique venteux.

**L'état de surface :** aspect caillouteux pierreux.

**La végétation :** Pistasia

**La date :** 17/03/2010



**A (0 – 12 cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 4/8 (Brun), sec, limoneux, présence des cailloux (5%) gravier (10%) des différentes formes (enroulé et aplatis) et de nature dolomitique, ensablée, friable, particulière, forte effervescence à HCl, limites régulière, transition très nette.

**C1 (12 – 75 cm) :** couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun claire) , sec, sablo-limoneux, présence des racines de 2 cm, quelque graviers négligeables, compact, polyédrique, diamètre des agrégats de 1 à 5cm, très forte effervescence à HCl, limite régulière, transition nette.

**C2 (75 – 100 cm) :** couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire) , frais, sablo limoneux stratifié, polyédrique, des agrégats de 6 à 10cm, très compacte, très forte effervescence à HCl, limite ondulée, transition très nette.

**C3 (>100 cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 5/8 (Brun), sec, limono sableux consolidé, des agrégats de 2 à 10 cm, caillouteux graveleux des différentes formes (arrondis, aplatis et brachis) et de nature dolomitique.

#### 4.1.2.5- Données analytiques

Tableau VII : Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum ZLF-1

sHorz	Prof (cm)	Granulométrie (%)					Texture (U.S.D.A)	EG (%)	Calc.T (%)	M.O (%)	C.E.C (cmol+/Kg)
		A	Lf	Lg	Sf	Sg					
A	0-12	8,42	7,66	53,93	19,69	5,45	Loam limoneux	44,74	9,30	0,74	1,00
C1	12-75	5,28	3,35	11,98	69,46	9,98	Sable loameux	0	6,28	2,38	-
C2	75-100	5,58	3,75	6,00	64,94	14,72	Sable	5,31	9,96	0,74	-
C3	>100	12,59	17,39	35,68	23,02	3,94	Loam limoneux	56,82	10,66	-	-

#### 4.1.3.3.3- Interprétation

L'état de surface autour de ce solum est caractérisé par un sol nu limoneux battant riche en éléments grossier dans les endroits non cultivés.

L'analyse granulométrique de la terre fine (tableau VII), montre que la texture de premier et de dernier horizon est de type limon, des horizons intermédiaires est de type sable

Le taux de calcaire total dans le sol est moyenne ( $6.28 \leq \text{CaCO}_3 (\%) \leq 10.66$ ).

On ce basant sur l'échelle de salure pour un extrait 1/5 (AUBERT, 1978), nous pouvons dire que le sol est non salé ( $0,592 \leq \text{CE} \leq 1,019 \text{ dS/m}$ ).

Quant au pH, la comparaison des valeurs trouvées avec l'échelle d'alcalinité d'un extrait aqueux 1/5 (MORAND, 2001), montre que le sol est légèrement alcalin.

La concentration de la solution de l'extrait aqueux a un faciès géochimique sulfaté magnésique.

La matière organique est très faible à moyenne dans le sol de ( $0.74 \leq \text{MO} (\%) \leq 2.38$ ) (MORAND, 2001)

La CEC est très faible pour l'horizon de surface de  $1 \text{ cmol}^+/\text{Kg}$ .

#### 4.1.3.3.4- Classification

WRB-FAO : Fluvisol calcari-Takyrique

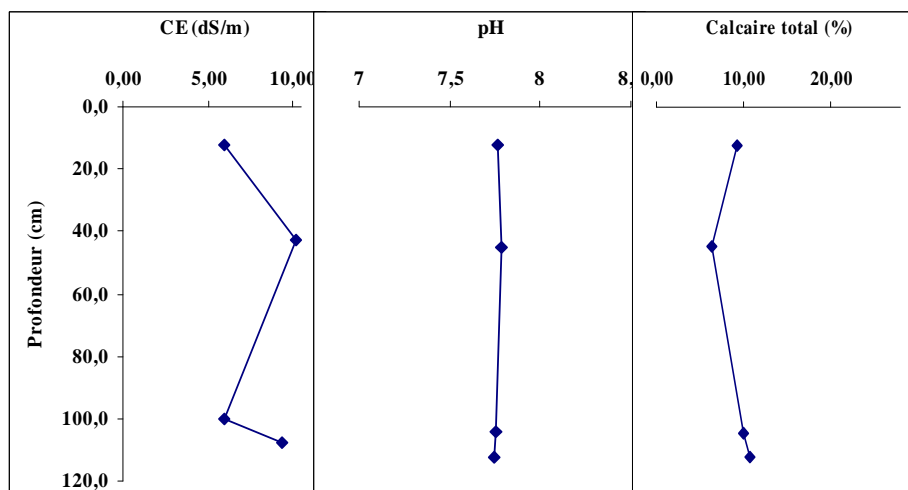
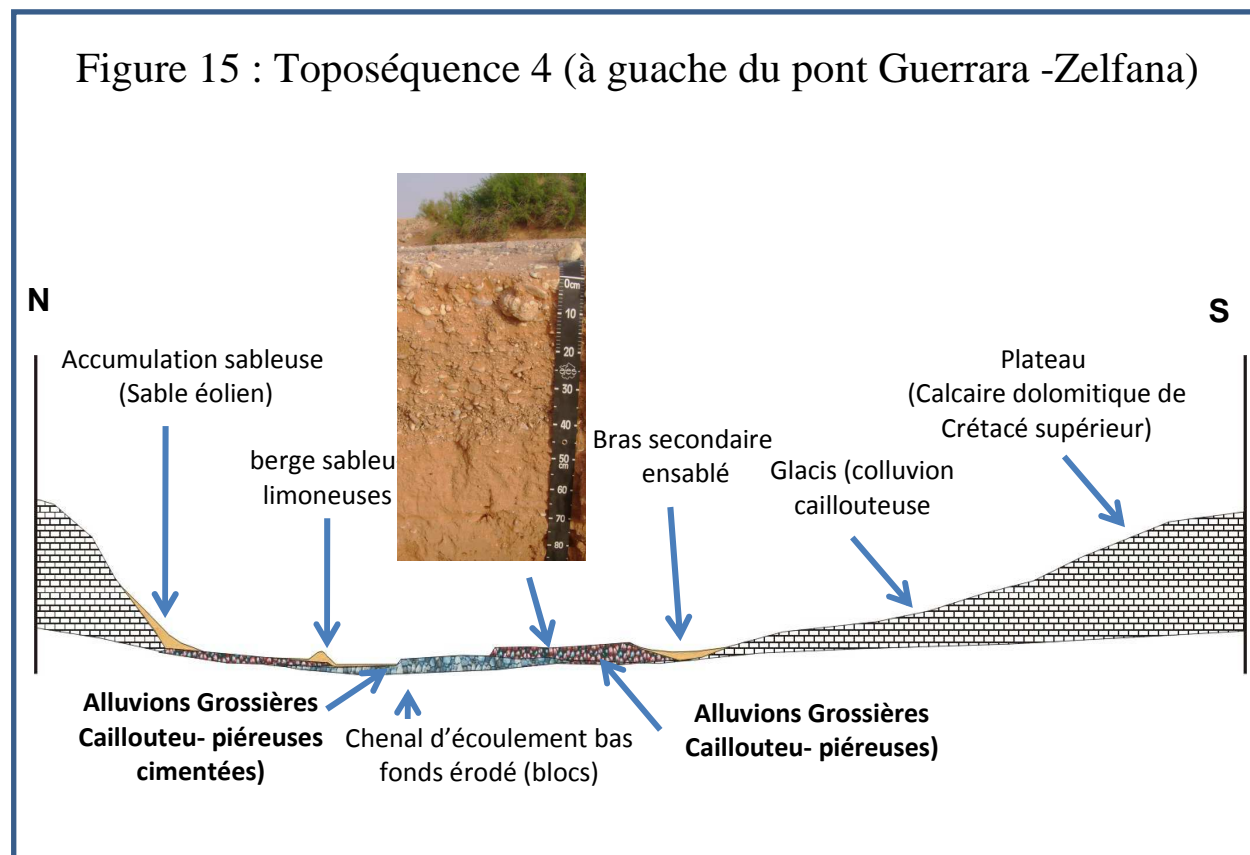


Figure 14 : Profils calcaires, salins et de pH du solum ZLF-1

#### 4.1.4- Quatrième séquence



##### 4.1.4.1- Solum ZLF -2

##### 4.1.4.1.1- Etude morphologique du solum

**La localisation :** Oued N'Sa près de pont de la route Zelfana-Guerrara de 32km de Guerrara.

**La géomorphologie :** fond de l'oued, crétacé supérieur.

**La topographie :** légèrement incliné vers l'Est.

**Le temps :** ensoleillé, ciel dégagé, précédant climatique venteux.

**L'état de surface :** aspect caillouteux pierreux.

**La végétation :** *Cleome arabica* (nettil).

**La date :** 27/03/2010





**A (0 –15 cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), sec, caillouteux pierreuse arrondie émoussé de nature calcaire dolomitique brèche, existe de matrice sableuse, friable, particulaire, très forte effervescence à HCl, limites régulière, transition distincte.

**C1 (15 – 42cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), frais, graveleux caillouteux de couleur foncé brunâtre disposition stratifié horizontal de matrice sable grossier, peu compacte, particulaire, forte effervescence à HCl, limite régulière, transition nette.

**C2 (>42cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), frais, sableux stratifier, constitue des graviers, présence des horizons de 1 à 2cm de façon discontinue, friable, particulaire, très forte effervescence à HCl.

#### 4.1.4.1.2- Données analytiques

Tableau VIII : Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum ZLF-2

Horz	Prof (cm)	Granulométrie (%)						EG (%)	Calc.T (%)	M.O (%)
		Fraction < 50 µm	Sable fin		Sable grossier					
			50-100 µm	100-200 µm	200-500 µm	500-1000 µm	1000-2000 µm			
A	0-15	4	18,38	23,72	<b>31,58</b>	15,38	6,94	58,42	10,62	2,22
C1	15-42	2,1	7,7	14,26	<b>37,7</b>	31,52	6,72	71,1	4,75	2,54
C2	> 42	1,36	4,1	6,64	<b>73,26</b>	14,08	0,56	2,59	7,13	1,22

#### 4.1.4.1.3- Interprétation

L'état de la surface autour de ce solum caillouteux- graveleux (chenal d'écoulement), L'étude morphologique montre que le sol est caillouteux graveleux déminée avec la profondeur.

La granulométrie indique que la texture la plus dominant est sableuse (200-500 µm), leur pourcentage est augmenté avec la profondeur.

Le taux de calcaire total élevé dans l'horizon superficiel plus que les autres horizons.

La salinité est très salé de 2.759 à 3.041dS/m. Quant le pH légèrement alcalin entre 7.04 et 7.20.

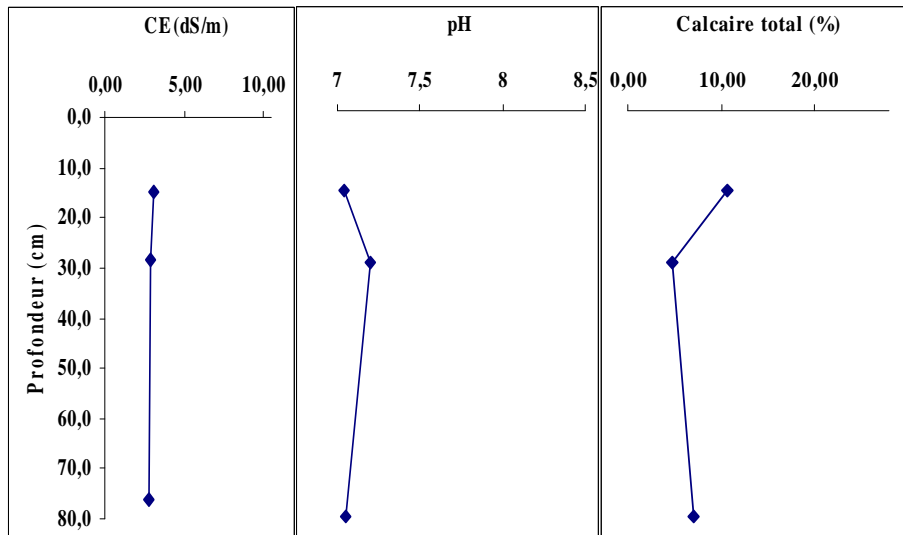
Le taux de matière organique de cette solum est moyen dans les horizons superficiels à faible dans l'autre horizon profond.



La concentration ionique est faible, le faciès géochimique est chloruré magnésique.

**4.1.4.1.4- Classification**

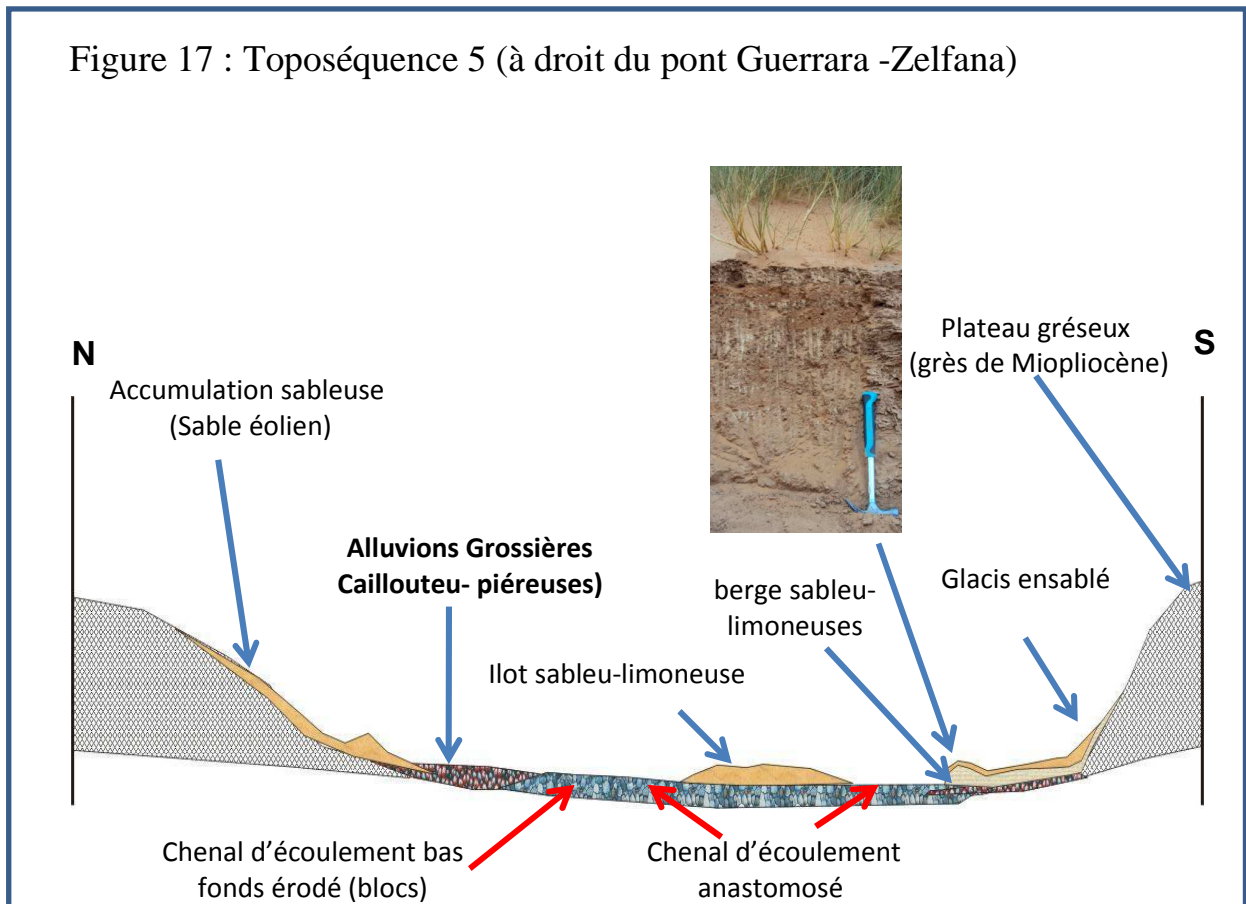
WRB-FAO : Fluvisol yermique aridique (calcaire).



**Figure 16 : Profils calcaires, salins et de pH du solum ZLF-2**

**4.1.5- Cinquième séquence**

**Figure 17 : Toposéquence 5 (à droit du pont Guerrara -Zelfana)**



### 4.1.5.1- Solum ZLF -3

#### 4.1.5.1.1- Etude morphologique du solum

**La localisation :** Oued N'Sa près de pont de la route Zelfana-Guerrara de 32 km de Guerrara.

**La géomorphologie :** fond de l'oued.

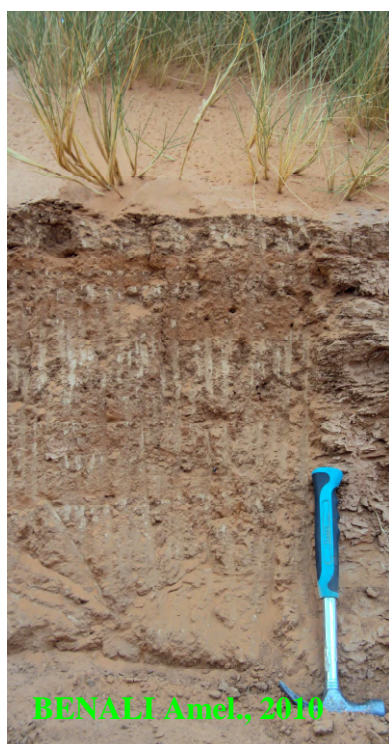
**La topographie :** légèrement incliné vers l'Est.

**Le temps :** ensoleille, ciel dégagé, précédant climatique venteuse.

**L'état de surface :** sable éolienne, des dunes.

**La végétation :** Drine

**La date :** 17/03/2010



**A (0 – 5cm) :** couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun claire), sec, sableux, friable, particulaire, pas effervescence à l'HCl, limites régulière, transition distincte.

**C1 (5 – 15cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 4/6 (Brun), sec, Limoneux, polyédrique, des agrégats de 0.5 à 7cm, stratifier avec des trous des insectes, peu compacte, fort effervescence à HCl, limite graduée, transition distincte.

**C2 (15 – 35cm) :** couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), sec, Limoneux, polyédrique, des agrégats de 2 à 5cm, stratifier, présence d'un horizon de 1 à 5cm de façon discontinue (sableux), compact, très forte effervescence à HCl, limites régulière, transition distincte.

**C3 (>35cm) :** couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), frais, Limono sableux, polyédrique, des agrégats de 1 à 3cm, peu compact, forte effervescence à HCl.

#### 4.1.5.1.2- Données analytiques

Tableau IX : Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum ZLF-3

Horz	Prof (cm)	Granulométrie (%)					Texture (U.S.D.A)	EG (%)	Calc.T (%)	M.O (%)
		A	Lf	Lg	Sf	Sg				
A	0-5	2,70	1,00	2,48	78,15	15,21	Sable	0	4,22	1,06
C1	5-15	21,95	32,40	16,80	29,10	4,98	Loam limoneux	0	19,67	2,49
C2	15-35	6,35	24,03	6,65	59,84	5,07	Sable loameux	0	8,84	1,06
C3	>35	9,05	11,53	13,48	64,38	1,25	Sable loameux	0	11,57	

#### 4.1.5.1.3- Interprétation

L'état de surface autour de ce solum est caractérisé par un sol sableux éolienne avec des tufs végétaux.

L'analyse granulométrique de la terre fine (tableau IX), montre que la texture de tous les horizons est de type limono-sableux.

Le taux de calcaire total dans le sol est moyennement calcaire à calcaire ( $4,22 \leq \text{CaCO}_3 (\%) \leq 19,67$ ).

En se basant sur l'échelle de salure pour un extrait 1/5 (AUBERT, 1978), nous pouvons dire que le sol salé ( $0,57 \leq \text{CE} \leq 1,36 \text{ dS/m}$ ).

Quant au pH, la comparaison des valeurs trouvées avec l'échelle d'alcalinité d'un extrait aqueux 1/5 (MORAND, 2001), montre que le sol est légèrement alcalin.

La concentration de la solution de l'extrait aqueux a un faciès géochimique sulfaté calcique.

La matière organique est faible à moyenne dans le sol de ( $1,06 \leq \text{MO} (\%) \leq 2,49$ ) (MORAND, 2001).

#### 4.1.5.1.4- Classification

WRB-FAO : Fluvisol arenique aridique (calcairique)

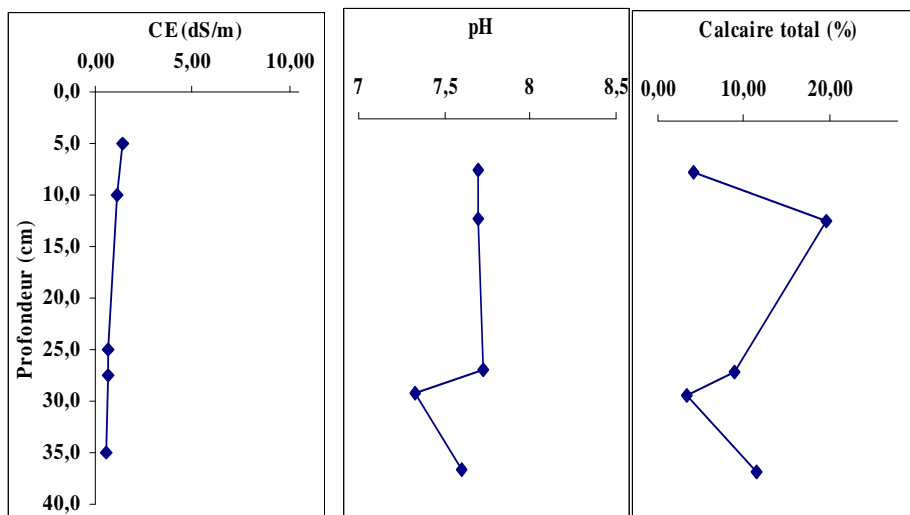
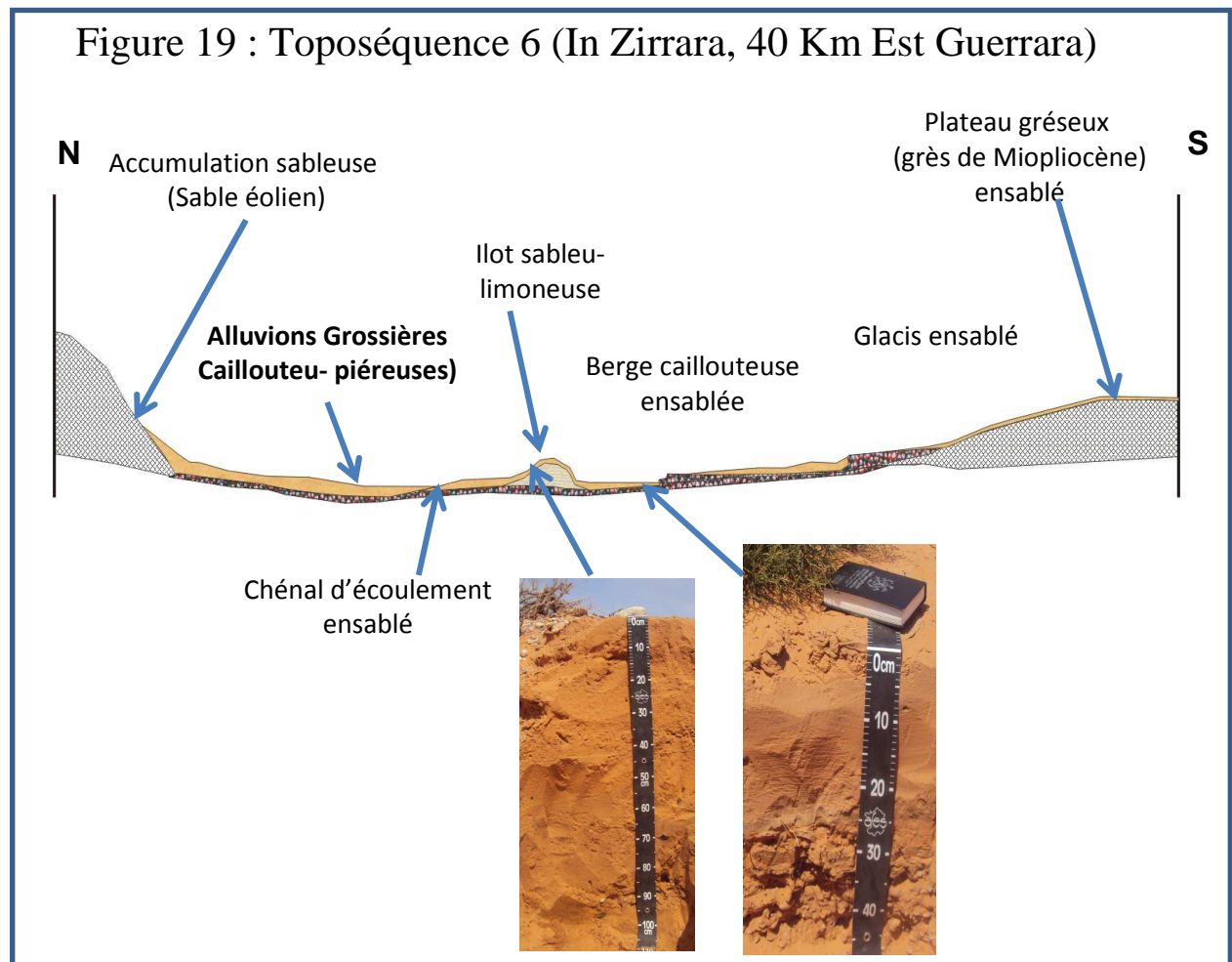


Figure 18 : Profils calcaires, salins et de pH du solum ZLF-3

#### 4.1.6- Sixième séquence



##### 4.1.6.1- Solum ZRR-1

##### 4.1.6.1.1- Etude morphologique du solum

**La localisation :** Ain Zirara

**La géomorphologie :** Terrasse alluvial.

**La topographie :** plan légèrement incliné.

**Le temps :** Ensoleillé partiellement nuageux, précédent climatique de vent de sable.

**L'état de surface :** Voile sableux.

**La végétation :** *Cleome arabica* (nettil).

**La date :** 01/05/2010



**A (0 – 4 cm) :** couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), sec, sableux meuble, particulaire, faible effervescence à HCl, limite irrégulière, transition nette.

**C1 (4 – 11 cm) :** couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), frais, sableux stratifié, consolidé, particulaire, faible effervescence à HCl, limite régulière, transition diffuse.

**C2 (11 – 21 cm) :** couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre), Idem de deuxième horizon, présence des racines de 1mm, des micro-horizons lamellaire limite interrompue, transition graduelle. .

**C3 (21 – 25 cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 5/8 (Brun claire), frais, sablo-limoneux, présence des êtres vivants (animaux et végétaux), consolidé, particulaire, forte effervescence à HCl, limite irrégulière, transition graduelle.

**C4 (25 – 35 cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), frais, limoneux, peu compact, polyédrique, des agrégats de 2 cm, présence des racines de 0.5 mm, des êtres vivants (animaux et végétaux), forte effervescence à HCl, limite irrégulière, transition distincte.

**C5 (>35 cm) :** couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), frais, sableuse, présence des cailloux, des gravier émoussé arrondie et aplaté de nature dolomitique de taille différentes, peu compact, polyédrique, faible effervescence à HCl.

#### 4.1.6.1.2- Données analytiques

Tableau X : Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum ZRR-1

Horz	Prof (cm)	Granulométrie (%)					Texture (U.S.D.A)	EG (%)	Calc.T (%)
		A	Lf	Lg	Sf	Sg			
A	0-4	2,83	2,75	12,13	79,47	1,06	Sable	0	4,79
C1	4-11	4,15	1,35	9,60	77,51	5,48	Sable	0	6,74
C2	11-21	1,68	0,50	6,73	89,89	1,12	Sable	0	3,35
C3	21-25	8,25	10,88	13,25	61,38	3,99	Sable loameux	0	11,03
C4	25-35	23,33	23,23	3,55	48,31	0,51	Loam limoneux	0	27,44
C5	>35	1,94			10,66	87,40	Sable	41,52	2,44

#### 4.1.6.1.3- Interprétation

Ce solum est situé sur une ancienne terrasse de lit majeur de l'oued, ce sol présente une stratigraphie de texture très fine pour les horizons de surface par contre dans l'horizon le plus profond leur texture est sableuse d'origine éolienne colluvial.

Le taux du calcaire total est alternante de l'horizon à l'autre dont les premières horizons de faible à moyenne ( $3,35 \leq \text{CaCO}_3 \leq 6,74\%$ ) et dans les horizons profonds est moyenne à calcaire

( $11,03 \leq \text{CaCO}_3 \leq 27,44\%$ ) le taux du calcaire total est très faible à l'exception de l'horizon profond avec 2,44%.

D'après l'échelle de salure, ce sol est non salin, mais dans le cinquième horizon est peu salé, ce qui calcaire plus que les autre.

La concentration de la solution de l'extrait aqueux a un faciès géochimique sulfaté magnésique.

#### 4.1.6.1.4- Classification

WRB-FAO : Fluvisol yermique aridique (calcaire)

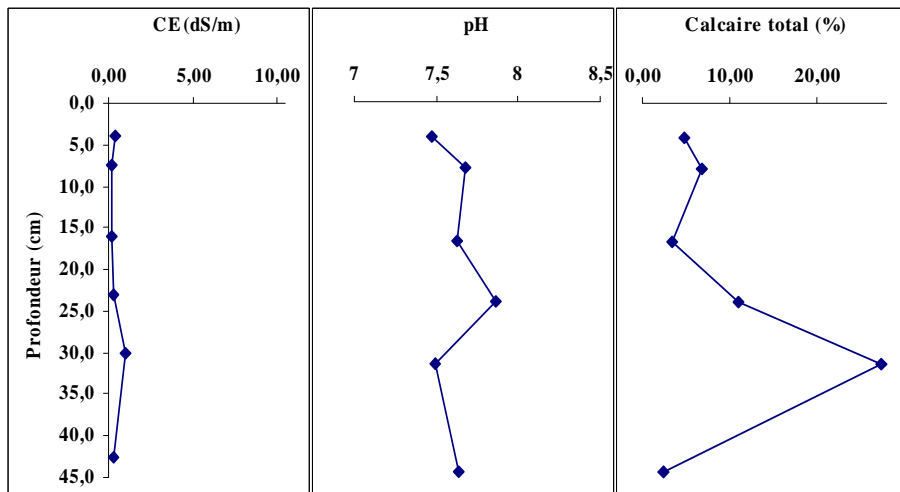


Figure 20 : Profils calcaires, salins et de pH du solum ZRR-1

#### 4.1.6.2- Solum ZRR-2

##### 4.1.6.2.1- Etude morphologique du solum

**La localisation :** au bordure de fond de lit mineur de l'oued.

**La géomorphologie :** lit de oued.

**La topographie :** plan légèrement incliné.

**Le temps :** Ensoleillé partiellement nuageux, précédent climatique de vent de sable.

**L'état de surface :** Caillouteux graveleux.

**La végétation :** *Cleome arabica* (nettil), *Zizyphus lotus*.

**La date :** 01/05/2010





**A (0 – 20cm)** : couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), sec, sableux, particulaire, peu compact, forte effervescence à l'HCl, limite irrégulière transition diffuse.

**C1 (20 – 35cm)** : couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), sec, sableux grossier, particulaire, friable, forte effervescence à HCl, quelque racines vive fines de 2mm, limite régulière, transition diffuse.

**C2 (35 – 43cm)** : couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), frais, sableux, particulaire, des agrégats de 1cm, peu compact, forte effervescence à HCl, limite régulière, transition diffuse.

**C3 (43 – 60cm)** : couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), frais, sableux, particulaire, des racines morts de 0.5 à 1.5cm, peu compact, forte effervescence à HCl, limite régulière, transition diffuse.

**C4 (60 – 85cm)** : couleur à l'état humide 7,5YR 4/8 (Brun rougeâtre), frais, limoneux, polyédrique, des agrégats de 2cm, compact, très forte effervescence à HCl, limite régulière, transition diffuse.

**C5 (>85cm)** : couleur à l'état humide 5YR 4/8 (Brun rougeâtre), humide, sableuse caillouteux graveleux émoussé de nature dolomitique de 2cm de diamètre, quelque racines morts fines de 2cm, friable, particulaire, très forte effervescence à HCl, limite nette horizontal, transition distincte.

#### 4.1.6.2.2- Données analytiques

Tableau XI : Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum ZRR-2

Horz	Prof (cm)	Granulométrie (%)					Texture (U.S.D.A)	EG (%)	Calc.T (%)
		A	Lf	Lg	Sf	Sg			
A	0-20	2,24			69,64	28,12	Sable	0	2,02
C1	20-35	2,94			66,36	30,7	Sable	0	2,89
C2	35-43	6,24			58,56	35,2	Sable	0	4,3
C3	43-60	2,23	1,75	1,33	83,36	8,27	Sable	0	2,81
C4	60-85	10,97	27,42	53,21	2,94	0,00	Loam limoneux	0	2,6
C5	>85	4,05	6,98	6,13	60,10	19,44	Sable	3,14	10

#### 4.1.6.2.3- Interprétation

L'étude du sol de tranche verticale de 1m, elle nous à permet d'observer deux parties, une partie superficielle de texture sablonneuse et l'autre partie de texture limoneux.

L'analyse granulométrique de la terre fine (tableau XI), montre que l'épaisseur de tous les horizons de texture sableuse est plus grand par rapport aux horizons limoneux.

Le taux de calcaire total dans le sol est faible pour tous les horizons ( $2,02 \leq \text{CaCO}_3 \leq 4,3\%$ ) à part la sixième horizon est moyennement calcaire de 10%.

En se basant sur l'échelle de salure pour un extrait 1/5 (AUBERT, 1978), nous pouvons dire que le sol non salé ( $0.25 \leq \text{CE} \leq 0.63 \text{ dS/m}$ ).

Quant au pH, la comparaison des valeurs trouvées avec l'échelle d'alcalinité d'un extrait aqueux 1/5 (MORAND, 2001), montre que le sol légèrement alcalin.

La concentration de la solution de l'extrait aqueux a un faciès géochimique bicarbonaté calcique.

#### 4.1.6.2.4- Classification : WRB-FAO : Fluvisol yermique aridique

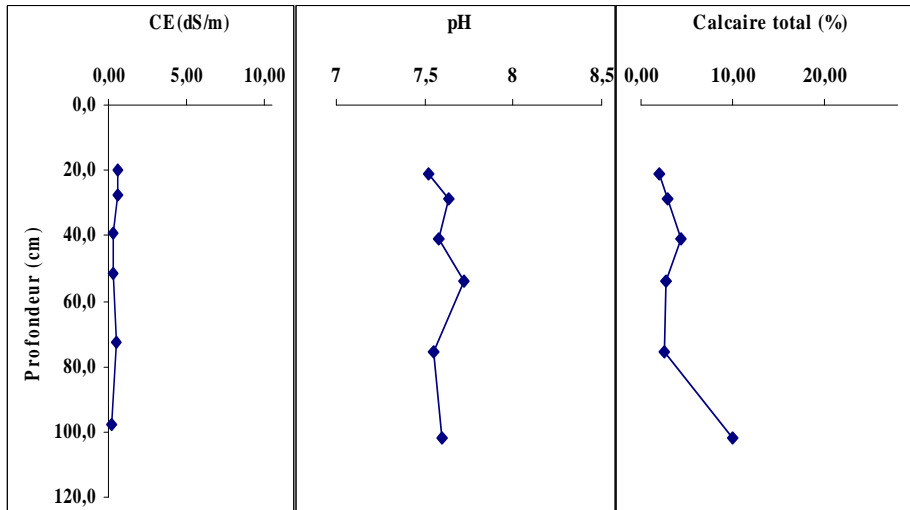
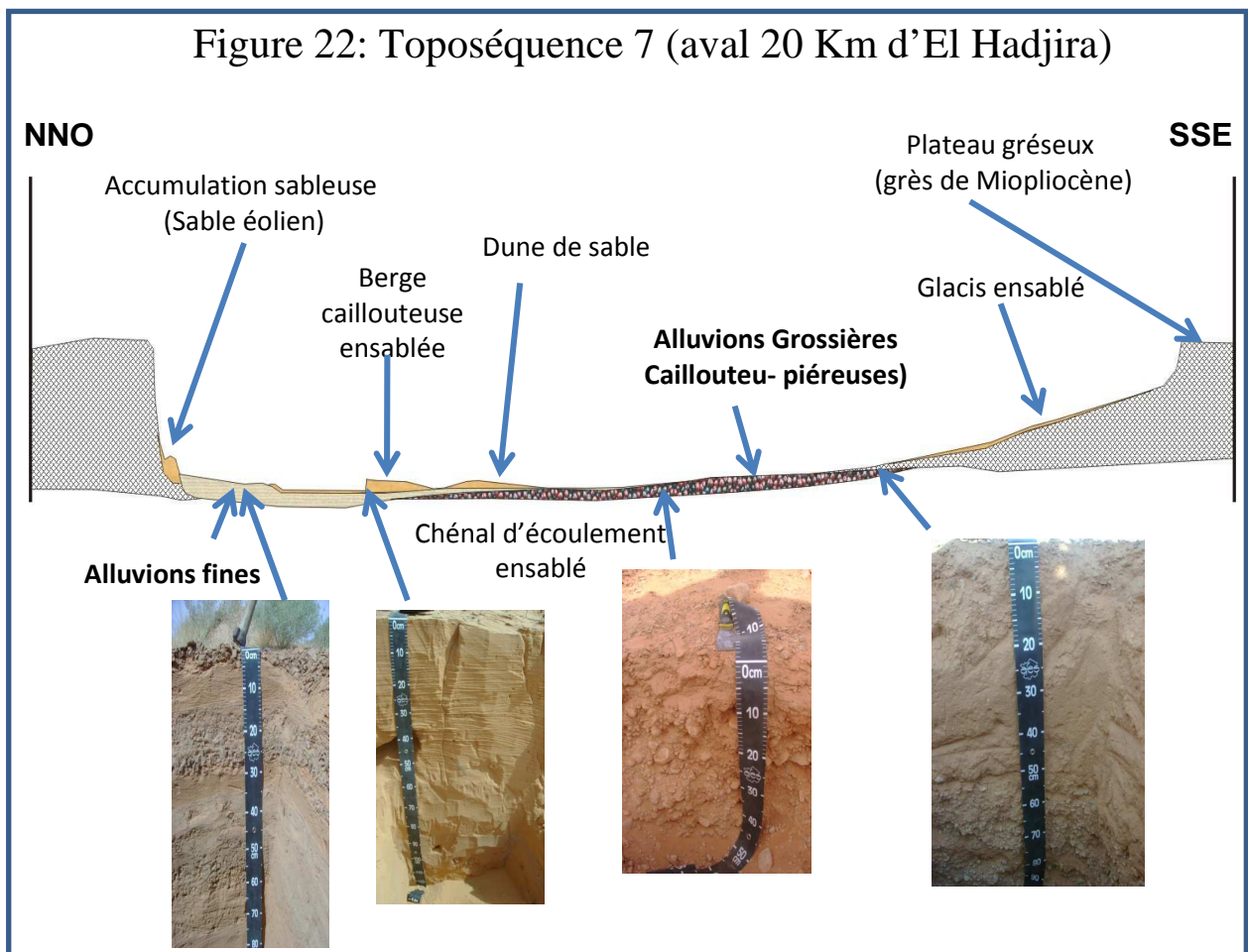


Figure 21 : Profils calcaires, salins et de pH du solum ZRR-2

4.1.7- Septième séquence





#### 4.1.7.1- Solum AV-1

##### 4.1.7.1.1- Etude morphologique du solum

**La localisation :** Coté droite de la route près de plaque d'oued N'Sa 20 km de la Hadjira.

**La géomorphologie :** Glacis.

**La topographie :** plan légèrement incliné.

**L'état de surface :** Caillouteux graveleux.

**Le temps :** Ensoleillé partiellement nuage, précédent climatique de vent de sable.

**La végétation :** *Fagonia glutulosa*, *Aristida tipagrostice pimoda*, Alanda, Baguel.

**La date :** 08/03/2010



**A (0 – 5cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 4/6 (Brun), sec, caillouteux graveleux de nature (dolomite, quartz) de taille différente avec une matrice sableuse et présence des crottes de battance limoneux, friable, polyédrique, très forte effervescence à HCl, quelque racines morts fines, limite diffuse transmissive.

**C1 (5 – 52cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), sec, sableux grossier quelque cailloux et gravier de nature (dolomite, quartz) de taille différente, peu compacte, particulaire, forte effervescence à HCl, quelque racines mortes fines, limite nette horizontal, transition distincte.

**C2 (>52cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), sec, caillouteux graveleux émoussé arondes de nature dolomite de taille différente de 80 % avec peu de sable, présence un horizon discontinue de sable grossier, friable, particulaire, très forte effervescence à HCl.

##### 4.1.7.1.2- Données analytiques

Tableau XII : Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum AV-1

Horz	Prof (cm)	Granulométrie (%)					EG (%)	Calc.T (%)	M.O (%)	
		Fraction < 50 µm	Sable fin		Sable grossier					
			50-100 µm	100-200 µm	200-500 µm	500-1000 µm				1000-2000 µm
A	0-5	12,02	<b>24,32</b>	<b>39,75</b>	18,01	3,17	2,73	<b>28,73</b>	4,347	1,851
C1	5-52	7,6	12,88	<b>36,36</b>	<b>36,82</b>	5,24	1,1	4,75	7,339	1,957
C2	>52	6,68	7,56	<b>25,4</b>	<b>44,7</b>	9,32	6,34	<b>54,51</b>	2,083	1,534

##### 4.1.7.1.3- Interprétation

L'état de la surface autour de ce solum est caractérisé par la présence des graviers et des caillouteux de différentes formes et natures et du sable lié à la végétation. L'étude

morphologique montre que le sol présente une stratigraphie bien visible. Il s'agit d'une alternance d'horizons sableux et cailloteux- graveleux – sableux, ou les cailloux et les graviers ont une forme émoussée reflète leur origine fluviatile et la longue distances parcouru. Notant que les horizons sableux est plus important que celle des horizons cailloteux.

L'analyse granulométrique de la terre fine (Tableau XI) montre que la texture de tous les horizons est de type sableuse- dont les fractions les plus dominant sont les sables fins (100-200 $\mu$ m), mais en générale la texture de la surface plus fine que le profond.

Le taux de calcaire total plus au moins faible ne dépasse pas 8%, il est relativement faible dans les horizons graveleux par rapport aux l'horizon sableux intermédiaire.

Pour la salinité du sol nous pouvons dire que le sol dans tous les horizons de ce solum est non salin selon l'échelle de salure pour un extrait 1/5 (AUBERT, 1978). Quant au pH, selon l'échelle d'alcalinité d'un extrait aqueux 1/5 (MORAND, 2001), montre que tous les horizons sont alcalins, le pH varie entre 7.74 et 8.13 (Tableaux 1. Annexe 2).

La concentration de la solution de la solution de l'extrait aqueux est très faible, elle varie d'un horizon à l'autre, avec un faciès géochimique bicarbonaté calcique.

La matière organique est de faible à très faible au profond de (1,534 $\leq$ MO $\leq$ 1,957%) (MORAND, 2001).

#### 4.1.7.1.4- Classification

WRB-FAO : Fluvisol aridique calcairique

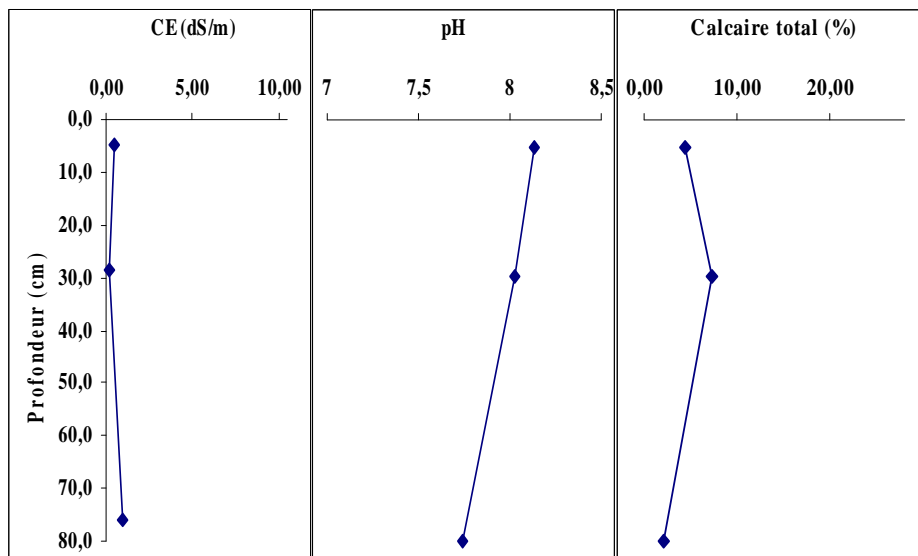


Figure 23 : Profils calcaires, salins et de pH du solum AV-1

#### 4.1.7.2- Solum AV-2

##### 4.1.7.2.1- Etude morphologique du solum

**La localisation :** Coté gauche de la route près de plaque d'oued N'Sa 20 km de la Hadjira.

**La géomorphologie :** Lit d'oued.

**La topographie :** plan légèrement incliné.

**L'état de surface :** croute limoneuse de 2 à 4 cm, un peu des cailloute et gravier de 5 %.

**Le temps :** Ensoleillé partiellement nuage, précédent climatique de vent de sable.

**La végétation :** *Fagonia glutulosa*, *Aristida tipagrostice pimoda*, Alanda, Baguel.

**La date :** 08/03/2010



**A (0 – 7 cm) :** couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), sec, des croutes de battance limoneuse avec un peu de gravier de ? %, friable, polyédrique, très forte effervescence à HCl, limite progressivement transmissive.

**C1 (>7 cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 4/6 (Brun), sec, caillouteux de 40 % et graveleux de 50 % de nature dolomite de taille différente avec un peu de sable fin, peu compacte, particulière, fort effervescence à HCl, quelque racines morts de 1mm.

##### 4.1.7.2.2- Données analytiques

Tableau XIII : Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum AV-2

Horz	Prof (cm)	Granulométrie (%)						EG (%)	Calc.T (%)	M.O (%)
		Fraction < 50 µm	Sable fin		Sable grossier					
			50-100 µm	100-200 µm	200-500 µm	500-1000 µm	1000-2000 µm			
A	0-7	3,42	1,2	20,32	<b>38,36</b>	<b>28,24</b>	8,46	14,2	6,74	1,32
C1	>7	14,02	17,06	<b>32,46</b>	<b>29,64</b>	3,82	3	<b>83,6</b>	5,78	1,75

#### 4.1.7.2.3- Interprétation

L'état de surface est croute limoneuse de 2 à 4 cm, un peu de cailloute et gravier de 5 %, elle reflète une érosion hydrique très intense, avec une vitesse d'écoulement très élevée, Les formes de ces éléments grossiers sont arrondies et émoussées reflètent le déplacement par roulement plus ou moins long, qui indique qu'ils viennent de loin. L'étude morphologique montre la présence d'un horizon graveleux- caillouteux très important.

Les résultats d'analyse granulométrique montrent que les fractions les plus dominantes sont des sables grossiers (200-500 $\mu$ m). Le taux de calcaire total est moyen (5,777 à 6,736%). Le sol est non salin de teneur de CE (0,229 à 0,427 dS/m). Quant au pH, il est alcalin surtout dans l'horizon superficiel. La matière organique est très faible à faible au profond ( $1,32 \leq MO$  (%)  $\leq 1,75$ ).

La concentration en sels solubles est très faible. Le bilan ionique varie d'un horizon à l'autre, le faciès géochimique est chloruré magnésique.

#### 4.1.7.2.4- Classification

WRB-FAO : Fluvisol yermique aridique (calcaire)

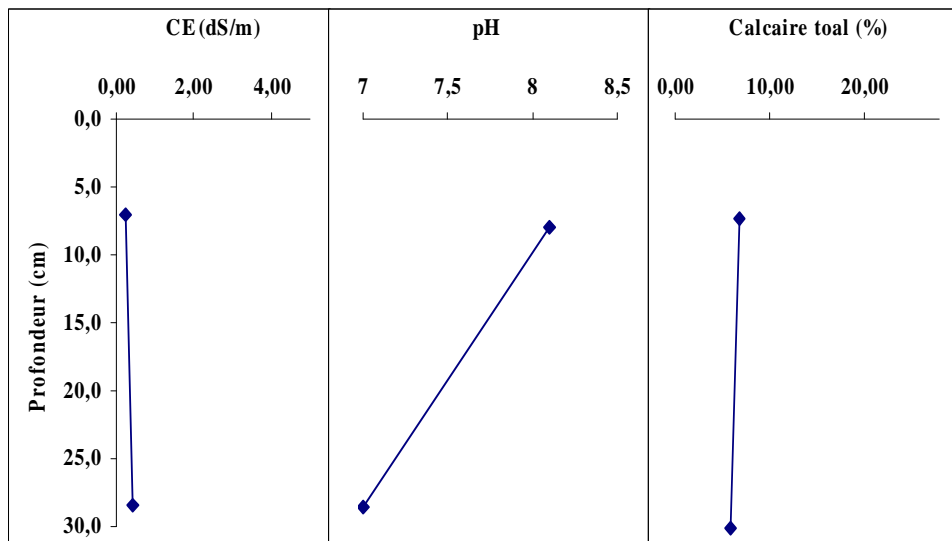


Figure 24 : Profils calcaires, salins et de pH du solum AV-2

### 4.1.7.3- Solum AV-3

#### 4.1.7.3.1- Etude morphologique du solum

**La localisation :** Coté gauche de la route plus loin que le deuxième solum de la route au niveau de plaque de 20 km de la Hadjira près des dunes de sable.

**La géomorphologie :** Lit d'oued.

**La topographie :** presque plane.

**Le temps :** Ensoleillé partiellement nuage, précédent climatique de vent de sable.

**L'état de surface :** croute de battance limoneux de 2 à 4 cm avec un peu de sable.

**La végétation :** *Tamarix artifizilata*.

**La date :** 08/03/2010



**A (0 – 2 cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 5/6 (Brun claire), sec, limoneux sableuse et présence des croutes de battance limoneux, peu compacte, stratifier feuilleté, très fort effervescence à HCl, quelque racines morts fines, limite nette.

**C1 (2 – 12 cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 5/6 (Brun claire), sec, sableux consolidé, peu compacte, particulaire, peu effervescente à HCl, limite diffuse.

**C2 (12 – 90 cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 5/6 (Brun claire), sec, sableuse, présence des racines mortes, quelque troue d'insectes, friable, particulaire, pas effervescence à HCl, limites nettes, transition distincte.

**C3 (90 – 120 cm) :** couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), fraîche, limoneux stratifier, présence des cailloux et gravier avec des racines mortes de 2cm, présence de subhorizon, compacte, particulaire, forte effervescence à HCl.

#### 4.1.7.3.2- Données analytiques

Tableau XIV : Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum AV-3

Horz	Prof (cm)	Granulométrie (%)						EG (%)	Calc.T (%)	M.O (%)
		Fraction < 50 µm	Sable fin		Sable grossier					
			50-100 µm	100-200 µm	200-500 µm	500-1000 µm	1000-2000 µm			
A	0-2	3,44	20,46	<b>45,86</b>	27,84	2,4	0	1,90	2,01	
C1	2-12	2,18	4,68	<b>42,2</b>	<b>50,4</b>	0,54	0	1,16	1,80	
C2	12-90	1,58	3,76	<b>43,74</b>	<b>50,78</b>	0,14	0	1,16	1,90	
C3	90-120	2,94	6,38	30,48	<b>56,04</b>	3,94	0,22	1,29	-	

#### 4.1.7.3.3- Interprétation

C'est un sol sableuse à sablonneux dès la surface caractérisé par des croutes limoneux et de sable lié à la végétation, dont la végétation en générale est faible, car ce solum posé un chenal d'écoulement.

L'analyse granulométrique montre que la texture de tous les horizons est sableuse de (200-500 $\mu$ m) et la fraction (100-200 $\mu$ m), dont les fractions <50 $\mu$ m est diminué avec la profondeur.

Le teneur en calcaire total est très faible, mais dans l'horizon de surface et l'horizon le plus profond est le plus important que les horizons intermédiaire reflète à l'origine de ces sol fluviatile.

La matière organique est faible, à la surface à très faible dans les autres.

La salinité est très faible, la conductivité électrique est de 0.162 à 0.209 dS/m, Quant le pH est alcalin de 8.10 à 8.47.

La concentration de solution aqueuse est très faible, le faciès géochimique est bicarbonaté magnésique.

#### 4.1.7.3.4- Classification

WRB-FAO : Fluvisol yermique aridique (calcairique)

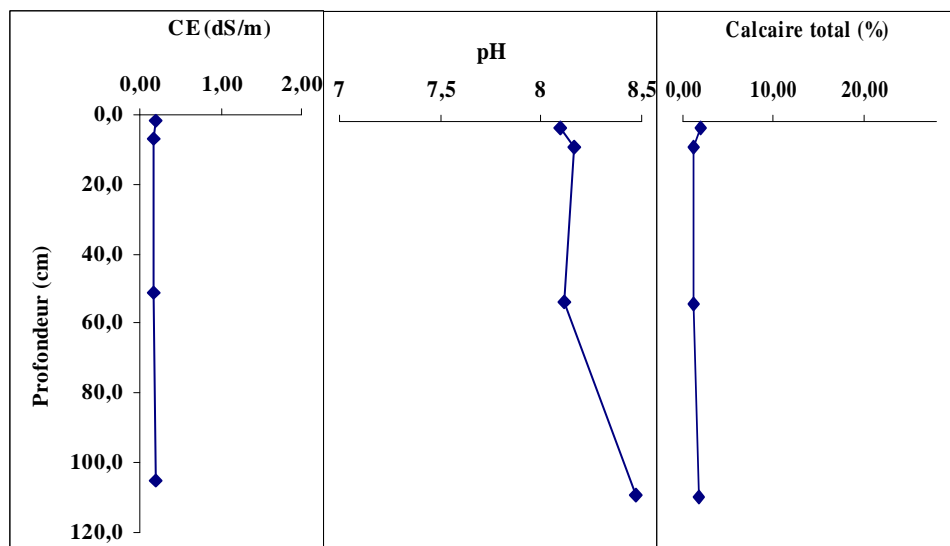


Figure 25 : Profils calcaires, salins et de pH du solum AV-3



#### 4.1.7.4- Solum AV-4

##### 4.1.7.4.1- Etude morphologique du solum

**La localisation :** Coté gauche de la route Ouargla-Hadjira près des falaises.

**La géomorphologie :** Lit d'oued.

**La topographie :** presque plaine.

**Le temps :** Ensoleillé partiellement nuage, précédent climatique de vent de sable.

**L'état de surface :** croute de battance limoneux de 5 cm.

**La végétation :** *Tamarix articulata*

**La date :** 08/03/2010



**A (0 – 5 cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 4/6 (Brun), sec, limoneux argileux, friable, très fort effervescence à HCl, limites nettes.

**C1 (5 – 13 cm) :** couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun rougeâtre claire), sec, sableux striée avec de micro horizon anguleux, friable, peu particulaire, pas d'effervescence à HCl, limite nette brutal.

**C2 (13 – 27 cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 5/8 (Brun claire), sec, limoneux argileux, présence des racines mortes, constitue des deux micros horizons, compacte, polyédrique anguleuses : des agrégats de grandes tailles de 1 à 2cm et des petites tailles de 2 à 3 mm, très forte effervescence à HCl, limites nettes.

**C3 (27 – 35 cm) :** idem de deuxième horizon avec des racines des débris végétaux peu composé.

**C4 (35 – 45cm) :** couleur à l'état humide 7,5YR 5/8 (Brun claire), sec, limoneux sableux, présence des quelques racines de 2 cm, constituée des deux sous horizon compacte de 5 cm et l'autre peu compacte, polyédrique, forte effervescence à HCl, limite transition progressive.

**C5 (45 – 60 cm) :** idem de troisième horizon, les tailles des agrégats de 7 mm à 1 cm avec quelques débris des racines mortes.

**C6 (>60 cm) :** couleur à l'état humide 5YR 5/8 (Brun claire), sec, sableuse, peu friable, particulaire, pas d'effervescence à HCl, présence d'un horizon discontinue de 10 cm de diamètre de la partie supérieur de texture sableuse avec quelque gravier, friable, particulaire, peu effervescence à HCl.

#### 4.1.7.4.2- Données analytiques

Tableau XV : Caractérisation granulométrique et physico-chimique du solum AV-4

Horz	Prof (cm)	Granulométrie (%)					Texture (U.S.D.A)	EG (%)	Calc.T (%)	M.O (%)	C.E.C (cmol <sup>+</sup> /Kg)
		A	Lf	Lg	Sf	Sg					
A	0-5	10,85	16,08	8,08	<b>64,93</b>	0,81	Sable loameux	0	15,00	1,48	13
C1	5-13	6,40			<b>87,96</b>	5,64	Sable	0	2,36	0,79	6
C2	13-27	28,15	22,15	3,33	<b>41,34</b>	0,97	Loam sableux	0	14,73	1,85	15
C3	27-35	2,90	0,65	1,38	<b>61,43</b>	6,86	Sable	0,16	1,74	-	-
C4	35-45	11,48	14,13	1,88	<b>66,93</b>	1,66	Sable loameux	0	7,98	-	-
C5	45-60	20,95	16,38	1,65	<b>49,77</b>	10,85	Sable loameux	1,15	5,91	-	-
SH	Φ =10cm	2,86			38,90	<b>58,24</b>	Sable	2,31	1,70	-	-
C6	>60	2,98			<b>54,60</b>	<b>42,42</b>	Sable	0	0,91	-	-

#### 4.1.7.4.3- Interprétation

L'état de la surface autour de ce solum est caractérisé par la végétation plus importante près les falaises reflète à des dépôts récent alluviale.

L'analyse granulométrique indique la texture de la majorité des horizons et limoneux à limoneux- argileux dont la texture de deuxième horizon est sablonneux qui domine de les fractions (100-200µm) et le dernier horizon aussi qui domine par les fractions de (100-200µm).

Le taux de calcaire total en générale alternant entre faible et forte de 0.909 à 15% dont le taux le plus élevée dans le premier horizon.

La matière organique très faible mais la plus important dans les horizons de texture limoneux que les horizons sableux.

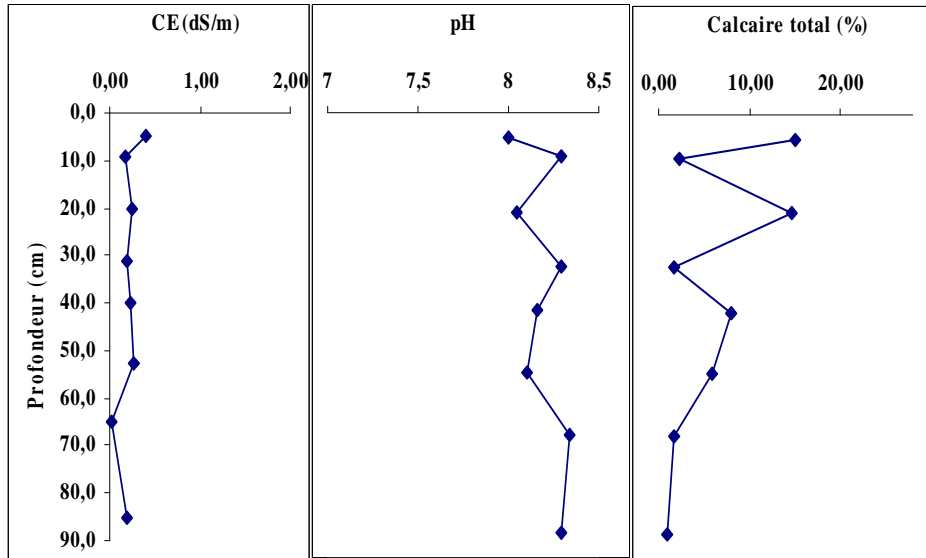
La conductivité électrique est faible de 0.172 à 0.406 dS/m montre que le sol non salin. Quant au pH, montre que tous les horizons sont alcalins, le pH varie entre 8 et 8.29 (Tableaux 13).

La concentration de la solution aqueux est très faible varie de l'horizon à l'autre avec un faciès géochimique bicarbonaté sodique.

#### 4.1.7.4.4- Classification

WRB-FAO : Fluvisol arenique aridique





**Figure 26 : Profils calcaires, salins et de pH du solum AV-4**

#### 4.2- Variation spatiale morpho-pédologique dans l'oued N'Sa

Dans cette étude on va évoquer la concurrence entre les processus morphologiques et celles pédologiques, pour cela, on décrira les unités géomorphologiques et les différentes unités pédologiques tout le long des toposequences, en raison de faire une relation entre les types de sols et les unités géomorphologiques du bassin versant de la zone d'étude.

En outre, but principal de cette étude réside dans la totalité à comprendre le rôle de la géomorphologie dans la répartition des sols.

Dans ce cas, pour arriver à cela, il est nécessaire de tenir en compte quelques caractéristique géomorphologiques et pédologiques (Charge en cailloux, carbone organique, couleur, granulométrie, érosion et dépôts).

Selon nos résultats nous avons obtenue six types de sols (WRB-FAO) dans l'oued N'Sa, et chaque solum relie à un taxon de la manière suivante.

- Unité 01 : sol sablo-limoneux à sable (Fluvisol arenique aridique) : AM, BRN-3, ZLF-1
- Unité 02 : sol limoneux sur gravier et cailloux (Fluvisol yermique aridique calcairique) : BRN-1, AV-1, AV-2, AV-3
- Unité 03 : sable sur limon sur bloc (Fluvisol yermique aridique calcairique) : BRN-2
- Unité 04 : sol caillouteux dès la surface (Fluvisol yermique aridique calcairique) : ZLF-2
- Unité 05 : sol limono-graveleux à sablo-limoneux (Fluvisol calcairi-Takirique) : ZLF-3
- Unité 06 : sable à limon (Fluvisol yermique aridique calcairique) : ZRR-1, ZRR-2
- Unité 07 : sol limoneux à sablo-limoneux (Fluvisol arenique aridique) : AV-4

## Chapitre V. Discussion

### 5.2- Etude de variation des caractérisations des sols d'oued N'sa de l'amont vers l'aval

La distribution des sols dans le lit de l'oued N'Sa, ce fait en relation avec plusieurs paramètres à savoir : les positions géomorphologique (variation topographique), l'influence d'apports alluvial, colluvial et éoliens.

Dans notre étude, en amont du lit d'oued (solum AM et figure 7), le sol est constitué des alluvions sablo- limoneux dont la vitesse d'écoulement diminuée parce qu'il y a un légèrement pente, le plateau tertiaire (grès de miopliocène) d'une autre partie le taux de matière organique plus au mois élevée, leur origine par la richesse de lit d'oued en végétation par rapport aux autres formes géomorphologiques voisines (OZENDA, 1983).

La deuxième site de l'oued qui représenté par (BRN-1, BRN-2, BRN-3 et figure 9) les alluvions grossières caillouteu-pierreuses chargé en plus en éléments grossiers ont une forme émoussée et arrondie de nature dolomitique et quartzeuse résultant d'une forte érosion hydrique et qui reflète une allochtonie et révèle un remaniement par roulement plus ou mois long (DUTIL, 1971). Atteint en maximum et de diamètre plus grande (blocs) dans les méandre et au long de talweg, résultant par le chenal d'écoulement de cette partie très séré, la pente plus au mois élevée donc la vitesse d'écoulement très élevée, avec des îlots sablo-limoneux, le plateau calcaire dolomitique de crétacé supérieure (secondaire).

La troisième site de l'oued qui représenté par (ZLF - 1 et figure 13) les alluviaux grossière aussi des berges sablo-limoneux, avec des glacis ensablés et d'accumulation des sables éoliennes, plateau des crétacé supérieurs.

La quatrième site de l'oued qui représenté par (ZLF-2 et figure 15) chargé en plus en éléments grossiers ont une forme émoussée et arrondie de nature dolomitique et quartzeuse ensablé et des alluviaux cimenté dans la chenal d'écoulements bas fonds érodé (blocs), le plateau crétacé supérieure, des glacis colluvion caillouteux avec des bras secondaire ensablé.

La cinquième site de l'oued qui représenté par (ZLF-3 et figure 17) des alluviaux grossiers ont une forme émoussée et arrondie de nature dolomitique et quartzeuse, chenal d'écoulement anastomosé, des îlots et des berges sablo-limoneux, glacis ensablé, le plateau tertiaire (grès de miopliocène).

Le sixième site de l'oued qui représenté par (ZRR - 1, ZRR - 2 et figure 19) des alluviales grossières caillouteuses pierreuses, îlots sablo-limoneux, des berges caillouteuses ensablé avec de plateau gréseuse aussi ensablé.

Les matériaux très fins même des graviers vont transporter facilement par le courant hydrique vers l'aval de l'oued (septième site) sous forme des dépôts récents, cette partie plus vaste que les autres sites, légèrement pleine, la vitesse d'écoulement va diminuée. Les alluvions grossières caillouteux pierreuses aussi des alluviaux fines près les falaises (grès de miopliocène), berges caillouteux ensablé avec des dunes et d'accumulation de sable éolienne près les plateaux gréseuses (AV-1, AV-2, AV-3 et AV-4. figure 22).

### 5.2.1- Propriété physique

Selon DUTIL (1971), Après l'étude morphologique sur terrain, on peu conclure que par rapport aux éléments grossiers, qui ont une forme anguleux à sub-anguleux, qui reflète probablement à une origine pas lointain d'apport colluvial, c'est-à-dire, elles sont résultant de la désagrégation de la roche mères et ne déplace pas au longue, ces éléments grossier on a trouve dans les plateaux et les glacis et par fois sur le lit d'oued sous effet éolienne, mais au chenal d'écoulement où on a observé des éléments grossiers avec une forme arrondie, aplaté et émoussé, de nature dolomitique, résultant d'une forte écoulement, de vitesse très élevée et par roulement plus ou moins long.

Nous avons observé aussi une hétérogénéité de la structure entre les horizons et une stratification bien visible (BUCHER et BERDIN, 1975). La distinction des transitions et la netteté des limites entre les horizons nous amène à déduire qu'il s'agit d'apports bruts, peu évolués, conservant des donnée très précieuses (DJILI B et HAMDI AISSA B, 2007).

### 5.2.2- Propriété physico-chimiques

La variation de la conductivité électrique de l'amont vers l'aval est perturbé, dont il y a des valeurs très élevées à l'acception dans la région de Zalfana de 1,36 dS/m, mais en générale les valeurs sont très faible (AUBERT, 1978) surtout dans l'aval de 0.018 dS/m.

Les sols sont alcalins en général mais avec une variation négligée, les valeurs les plus élevées en aval jusqu'à 8,47(%) dont les valeur les plus bas au Zalfana de 7,04 (%).

### **5.2.3- Propriété chimique**

Pour le taux de calcaire total, leur variation aussi irrégulière et négligeable mais les valeurs sont faibles à moyennes totalement aller jusqu'à 9,79 %, leur origine est allochtone transportée en suspension par les eaux des crues, et l'autre est autochtone (in situ) (DJILI, 2004).

### **5.2.4- Propriété biochimiques**

La teneur en matière organique est faible au long de l'oued dont il y a une teneur moyenne en aval (MORAND, 2001), reflète à la largement de cette partie et leur richesse en végétation et en les insectes.

## Conclusion

La situation de bassin versant de oued N'Sa est très important dans le Sahara, pour cela nous contribuons à l'étude de ses sols alluviaux pour la connaissance au moins une partie des sols sahariens.

- En générale la texture des horizons est alternant entre sableux et sablo-limoneux, dont elle est plus grossière en aval que l'amont de l'oued.

- Le taux de calcaire total est faible dans les horizons sableux dont il est fort à très fort dans les horizons limoneux ou cailloteaux graveleux de nature dolomitique lors que tous les solums s'installe dans le lit d'oued.

- Le pH est légèrement alcalin dans la majorité des sols a fortement surtout en aval, il varie entre 7,04 et 8.47.

- Pour tous les solums étudiés le sol est non salin, il y a un solum salin dans Zalfana qu'il a une tendance d'être ascendant.

- Le taux de matière organique est faible dans tous les sols avec des légères accumulations dans quelques horizons limoneux.

- La CEC de quelques horizons montre qu'elle est moyenne pour les horizons limoneux et faible pour les horizons sableux.

Les sols d'oued N'Sa ont été rattachés à trois taxons de système WRB-FAO : Fluvisol arenique aridique, Fluvisol yermique aridique calcairique et Fluvisol calcairi-Takirique.

L'étude de l'organisation spatiale de la couverture pédologique d'oued N'Sa de l'amont vers l'aval permet dégager sept unités cartographiques.

La disposition des horizons, les formes et les natures des éléments grossiers qu'il est différent aussi les caractérisations des sols physique ou chimique résulte de succession des apports hydriques et éoliennes (alluvial et colluvial) plus ou moins conservés reflète l'influence des conditions écologiques qui caractérise les zones arides sur l'évolution des sols.

En fin les écosystèmes alluviaux en zones arides sont menacés de disparition à cause de l'érosion éolienne et en raison de fort degré d'anthropisation. Il s'avère donc indispensable de faire un recensement et des études de ces écosystèmes car ils possèdent une grande complexité et une importante diversité qui dépasse généralement celle des autres milieux sahariens (reg, ergs, hamada ...) de fait de leur dynamique rapide.

## Références bibliographiques

- AFES-INRA., 1992. Référentiel pédologique, principaux sols d'Europe. Ed. INRA. Paris. 222p.
- AFES-INRA., 1994. Etude et gestion des sols .N1.Vol1.Ed. INRA. Paris.83p.
- AFNOR., 1999b. Qualité des sols. Vol. 2, Ed AFNOR, Paris 408p.
- A.N.R.H., 2010. Agence Nationale des Ressources Hydriques, Carte géographique et topographique de l'oued N'Sa.
- AUBERT G., 1978. Méthodes d'analyses des sols. Ed. C.R.D.P., Marseille, 191p.
- BAIZE D et JABIOL B., 1995. Guide de description des sols. Ed. AFES-INRA. Paris. 338p.
- BAIZE D et GIRARD, 2009.
- BAIZE D., 2000. Guide des analyses en pédologie. Ed. INRA. Paris. 257p.
- BAIZE D., 2004. Petit lexique de pédologie. Ed. INRA. Paris. 271p.
- BAIZE D., 2008. Référentiel pédologique
- BARRY J.P. FAUREL L., 1973. Notice de la faille de Ghardaïa : Carte de la végétation de l'Algérie à 1/500.000. Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. N. 11, 125p.
- COUTINET S., 1965. Méthodes d'analyses utilisables pour les sols salés, calcaires et gypseux. Analyse d'eaux. Agronomie Tropicale. I.R.A.T.C.V. Paris, pp 1242.
- COYNE A., 1989 - *Le M'zab*. Ed. Adolphe Jourdon, Algérie, 241 p.
- DJILI B., 2004. Etude des sols alluviaux en zones arides cas de la daya d'El-Amied (région de Guerrara) essai morphologique et analytique. Mag. Univ Ouargla.89p.
- DJILI B et HAMDIAISSA B., 2007. Effet de l'érosion éolienne sur la formation des sols alluviaux en milieu saharien : cas de la Dhaya d'el Amied. Actes. Univ Ouargla.p157.
- DUBIEF J., 1953. Essai sur l'hydrologie superficielle au Sahara. Ed. Service d'étude scientifique, Alger, 457p.
- DUBIEF J., 1959. Le climat du Sahara. Ed: Inst. Rech. Saha., Alger. Mémoire h.s. Tome I. 307p.
- DUBOST D., 1991 - Ecologie, aménagement et développement des oasis algériennes.
- DUCHAUFOR Ph., 1977. Pédogenèse et classification. Masson. 477p.
- DUCHAUFOR Ph., 1997. Abrégé de pédologie. Sol, végétation, environnement. Ed Masson. 294 p.
- DUCHAUFOR Ph., 2001. Introduction à la science du sol. Ed. Dunod. Paris.331p.
- DUTIL P., 1971. Contribution à l'étude des sols et des paléosols du Sahara. Thèse doc. D'état, faculté des sciences de l'université de Strasbourg. 346 p.

- ELIES A S., 2004. L'étude des sols de l'écosystème du Tassili n'Ajjer cas des sols alluviaux de la région de Djanet. Mém. Univ. Ouargla.68p.
- FABRE J., 1976. Introduction à géologie du Sahara Algérien et des régions voisines. I- La couverture phanérozoïque. Ed. S.N.E.D., Alger, 421 p.
- FAO., 2006. IUSS Working Group WRB. 2007. World Reference Base for soil Resources 2006, first update 2007. World soil Resources Reports. No 103. ISRIC and FAO., Rome, 116 p
- HALITIM A., 1988. Sols des régions arides d'Algérie. Ed, O.P.U, Alger, 384p.
- HAMDI-AISSA B., 2001.Le fonctionnement actuel et passé de sols du Nord Sahara (cuvette d'Ouargla) Approches micromorphologique, géochimique, minéralogique et organisation spatiale. Doc. INA.PG Paris.310p.
- HAMDI-AISSA B et YOUCEF F., 2007. Succession des sédiments hydro-éoliens dans la Sebkhha de Ouargla et la Dhaya d'El Amied : Aspects analytiques, minéralogique, macro et micromorphologie. Actes. Univ Ouargla.p197.
- KACI S., 2005. Contribution a l'étude des potentialités de milieu oasien : cas de la wilaya de Ghardaïa .Mém. Ing. Agr. Saha., Univ. Ouargla, 89 p.
- LE HOUEROU H.N., 1990. Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable desertification. OPTIONS méditerranéennes. Serie B: Etude et recherché N°10. ED.CIHEAM. Montpellier.396 p
- MAIGNIEN D., 1969. Manuel de prospection pédologique. Ed. Masson. Paris. 335 p.
- Microsoft ENCARTA.1993-2008 microsoft corporation.
- MORAND D.T., 2001. Soil landscape of the woodburn 1: 100000 sheet. Department of land and water conservation, Sydney. pp.
- O.N.M., 2010 (a). Bulletins climatiques et agronomiques. Office National de Météorologie, de Ouargla 2p.
- O.N.M., 2010 (b). Bulletins climatiques et agronomiques. Office National de Météorologie, de Ghardaïa 2p.
- OULD BABA SY., 2005.Recharge t paléorecherche du système aquifère du sahara septentrionale. Thèse. Doc. Tunis. 261 p.
- OZENDA P., 1983. Flore du Sahara. Ed C.N.R.S. paris. 622 p.
- OZENDA P., 1991. Flore de Sahara (3 édition mise à jour et augmentée) Paris, Editions du CNRS. 662 pages. + Cartes.
- OZENDA P., 2004. Flore du Sahara 3ème Edition .Ed. CNRS, paris, 666p.

- S.C.G., 1939. Notice explicative des cartes géologiques au 1/500.000. Alger-Nord. Algr-Sud. Bult. Du Serv. De Cart. Géo. De l'Algérie. Alger, pp 95-99.
- S.C.G., 1952. Carte géologique d'Algérie. Feuille d'Alger Sud. (1/500.000). S.C.G., Alger.
- SOLTNER D., 2007. Les bases de la production végétale. Tome II. Thèse d'état de l'université de Tours, France, 550 p.
- SOLTZER P., 1946. Le climat de l'Algérie. Trav. De Météo. et de phys. Du Globe (I.M.P.G.A) de l'Algérie. Alger. 220 p.
- TEOFILW., 1985. Guide de l'excursion internationale de phytosociologies, Algérie de Nord, Ed. Inst. INA. EL-Harrach, Alger, 274p.
- TOUTAIN G., 1979. Eléments d'agronomie saharienne. De la recherche au développement. Marrakech. 276 p.



ANNEX-1



Photo 1 : L'amont d'oued N'Sa (Telrhemt)



Photo2 : Les terrasses de l'oued (Berrian)



Photo 3 : Zone d'accumulation des récents (Gurrara-Ateuf)



Photo 3 : Chenal d'écoulement (Zelfana)



Photo 3 : Terrasses anciennes (Zirara)



Photo 3 : les falaise en aval (Hadjira)

## ANNEX-2

1- Echelle d'interprétation de pH dans l'extrait aqueux 1/5 : (d'après MORAND, 2001)

<b>Extraits 1/5</b>	
<b>Valeur de pH</b>	<b>Classe d'interprétation</b>
< 4.5	Extrêmement acide
4.5 - 5.0	Très fortement acide
5.1 - 5.5	Fortement acide
5.6 - 6.0	Moyennement acide
6.1 - 6.5	Légèrement acide
6.6 - 7.3	Neutre
7.4 - 7.8	Légèrement alcalin
7.9 - 8.4	Moyennement alcalin
8.5 - 9.0	Fortement alcalin
> 9.0	Très fortement alcalin

2- Echelle d'interprétation de calcaire total dans le sol : (AUBERT, 1978)

<b>Valeur de calcaire total</b>	<b>Classe d'interprétation</b>
0 – 5%	Sol peu calcaire
5 – 15%	Sol moyennement calcaire
15 – 30%	Sol calcaire
> 30%	Sol très calcaire

3- Echelle d'interprétation de la matière organique dans le sol : (d'après MORAND, 2001)

<b>Teneur de MO</b>	<b>Classe d'interprétation</b>
0.5 – 1.0%	Teneur très faible en MO
1.0 – 2.0%	Teneur faible en MO
2.0 – 3.0%	Teneur moyenne en MO
3.0 – 5.0%	Teneur élevée en MO
> 5%	Teneur très élevée en MO

4- Echelle d'interprétation de salinité dans l'extrait aqueux 1/5 : (AUBERT, 1978)

<b>C.E dS/ m à 25°C</b>	<b>Classe d'interprétation</b>
< 0,6	Sol non salé
0,6 < CE < 1,2	Sol peu salé
1,2 < CE < 2,4	Sol salé
2,4 < CE < 6	Sol très salé
> 6	Sol extrêmement salé

## ANNEX-3

Tableau 1. Caractérisation de la solution du sol (extrait 1/5) du solum AM

Horz	Prof (cm)	CE dS/m	pH	Anions (cmol <sup>+</sup> /Kg)				Cations (cmol <sup>+</sup> /Kg)			
				Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
A	0-5	0,325	7,47	0,55	1,000	0	2,330	1,665	2,235	0,37	0,61
C1	5-16	0,631	7,73	0,4	0,450	0	0,830	0,435	0,565	0,305	0,375
C2	16-50	0,396	7,82	0,15	0,350	0	3,135	2,510	2,49	0,26	0,375

Tableau 2. Caractérisation de la solution du sol (extrait 1/5) du solum BRN-1

Horz	Prof (cm)	CE dS/m	pH	Anions (cmol <sup>+</sup> /Kg)				Cations (cmol <sup>+</sup> /Kg)			
				Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
A	0-7	0,297	7,53	0,25	0,250	0	0,905	0,385	0,515	0,240	0,265
C1	7-17	0,29	7,44	0,20	0,275	0	2,955	1,270	2,73	0,240	0,19
C2	17-85	0,256	7,65	0,05	0,875	0	0,305	0,385	0,415	0,150	0,28
C3	85-125	0,325	7,78	0,20	0,275	0	3,200	2,420	2,08	0,955	0,22
C4	125-155	0,617	7,76	0,55	1,15	0	1,880	0,605	0,895	1,735	0,345

Tableau 3. Caractérisation de la solution du sol (extrait 1/5) du solum BRN-2

Horz	Prof (cm)	CE dS/m	pH	Anions (cmol <sup>+</sup> /Kg)				Cations (cmol <sup>+</sup> /Kg)			
				Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
A	0-5	0,169	7,54	0,875	1,315	0	1,725	1,975	2,525	0,195	0,22
C1	5-20	0,207	7,68	0,875	2,19	0	0,185	1,300	1,4	0,260	0,29

Tableau 4. Caractérisation de la solution du sol (extrait 1/5) du solum BRN-3

Horz	Prof (cm)	CE dS/m	pH	Anions (cmol <sup>+</sup> /Kg)				Cations (cmol <sup>+</sup> /Kg)			
				Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
A	0-5	0,231	7,75	1,25	1,94	0	2,045	1,130	4,57	0,285	0,25
C1	5-20	0,171	7,42	1,125	1	0	2,260	1,180	3,82	0,195	0,19
C2	>20	0,401	7,28	1,125	1,69	0	0,365	0,740	2,16	0,110	0,17

Tableau 5. Caractérisation de la solution du sol (extrait 1/5) du solum ZLF-1

Horz	Prof (cm)	CE dS/m	pH	Anions (cmol <sup>+</sup> /Kg)				Cations (cmol <sup>+</sup> /Kg)			
				Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
A	0-12	0,592	7,77	0,15	0,063	0	5,757	3,160	4,84	0,78	0,19
C1	12-75	1,020	7,79	0,40	0,058	0	2,347	1,175	1,125	1,215	0,29
C2	75-100	0,601	7,76	0,15	0,068	0	1,292	0,160	0,54	0,605	0,205
C3	>100	0,934	7,74	0,15	0,065	0	3,275	1,115	1,785	1,215	0,375

Tableau 6. Caractérisation de la solution du sol (extrait 1/5) du solum ZLF-2

Horz	Prof (cm)	CE dS/m	pH	Anions (cmol <sup>+</sup> /Kg)				Cations (cmol <sup>+</sup> /Kg)			
				Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
A	0-15	0,304	7,04	2	0,125	0	0,250	0,370	1,53	0,240	0,235
C1	15-42	0,283	7,2	1,75	0,5	0	0,184	0,210	1,59	0,195	0,239
C2	>42	0,276	7,05	2,125	0,075	0	0,871	0,545	2,355	0,240	0,131

Tableau 7. Caractérisation de la solution du sol (extrait 1/5) du solum ZLF-3

Horz	Prof (cm)	CE dS/m	pH	Anions (cmol <sup>+</sup> /Kg)				Cations (cmol <sup>+</sup> /Kg)			
				Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
A	0-5	1,360	7,7	0,15	0,033	0	2,082	1,750	0,65	0,52	0,345
C1	5-15	1,109	7,7	0,1	0,058	0	1,972	0,605	0,695	0,695	0,135
C2	15-35	0,683	7,73	0,02	0,05	0	2,205	1,245	1,255	0,605	0,17
C3	>35	0,569	7,6	0,05	0,055	0	2,225	1,100	1,4	0,605	0,225

Tableau 8. Caractérisation de la solution du sol (extrait 1/5) du solum ZRR-1

Horz	Prof (cm)	CE dS/m	pH	Anions (cmol <sup>+</sup> /Kg)				Cations (cmol <sup>+</sup> /Kg)			
				Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
A	0-4	0,396	7,47	0,5	0,75	0	0,309	0,68	0,52	0,189	0,17
C1	4-11	0,226	7,68	0,7	0,7	0	0,521	0,89	1,21	0,216	0,205
C2	11-21	0,229	7,63	0,3	0,7	0	1,109	1,35	1,35	0,189	0,22
C3	21-25	0,336	7,86	0,1	1,25	0	1,327	1,62	1,38	0,162	0,515
C4	25-35	0,987	7,49	0,5	0,85	0	3,235	2,515	2,085	0,54	0,445
C5	>35	0,29	7,64	0,6	0,675	0	0,985	0,465	1,335	0,27	0,19

Tableau 9. Caractérisation de la solution du sol (extrait 1/5) du solum ZRR-2

Horz	Prof (cm)	CE dS/m	pH	Anions (cmol <sup>+</sup> /Kg)				Cations (cmol <sup>+</sup> /Kg)			
				Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
A	0-20	0,627	7,52	1,1	0,65	0	1,195	1,99	1,21	0,405	0,34
C1	20-35	0,571	7,64	0,4	0,7	0	1,791	2,93	1,27	0,351	0,34
C2	35-43	0,251	7,58	0,3	0,975	0	0,473	0,37	0,93	0,243	0,205
C3	43-60	0,272	7,72	0,2	0,825	0	0,323	0,205	0,495	0,243	0,205
C4	60-85	0,454	7,55	0,4	0,6	0	0,679	0,64	0,46	0,324	0,255
C5	>85	0,238	7,6	0,2	1	0	0,021	0,31	0,49	0,216	0,205

Tableau 10. Caractérisation de la solution du sol (extrait 1/5) du solum AV-1

Horz	Prof (cm)	CE dS/m	pH	Anions (cmol <sup>+</sup> /Kg)				Cations (cmol <sup>+</sup> /Kg)			
				Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
A	0-5	0,5	8,13	1,875	2,375	0	0,200	1,550	1,050	1,795	1,055
C1	5-52	0,22	8,03	0,625	1,75	0	0,030	0,580	0,52	1,025	0,28
C2	>52	0,993	7,74	1,75	1,125	0	0,900	2,155	2,045	1,225	0,35

Tableau 11. Caractérisation de la solution du sol (extrait 1/5) du solum AV-2

Horz	Prof (cm)	CE dS/m	pH	Anions (cmol <sup>+</sup> /Kg)				Cations (cmol <sup>+</sup> /Kg)			
				Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
A	0-7	0,229	8,1	1,875	1,75	0	0,640	0,625	1,575	0,97	1,095
C1	>7	0,427	7,95	1,25	1	0	0,955	0,995	1,005	0,855	0,35

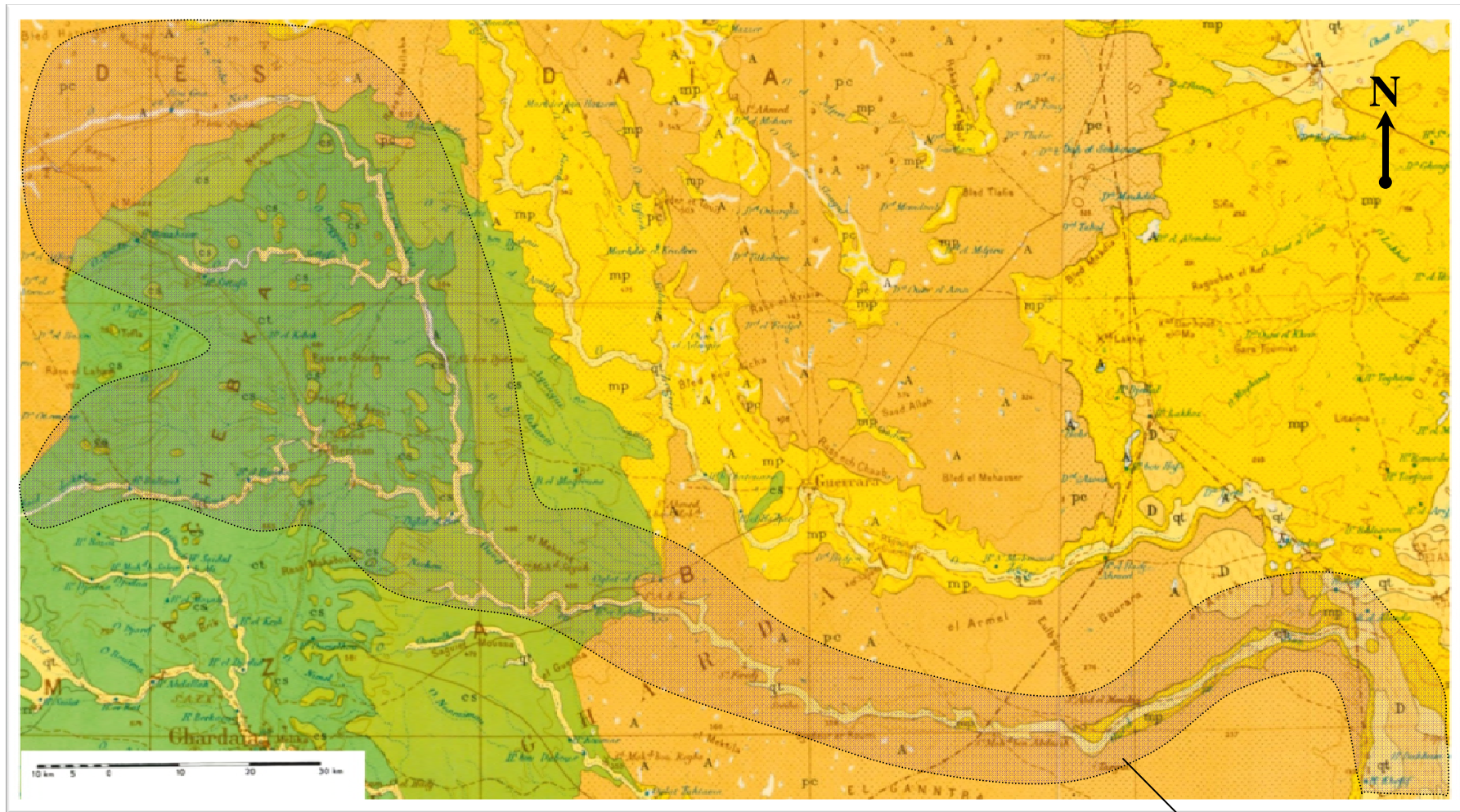
Tableau 12. Caractérisation de la solution du sol (extrait 1/5) du solum AV-3

Horz	Prof (cm)	CE dS/m	pH	Anions (cmol <sup>+</sup> /Kg)				Cations (cmol <sup>+</sup> /Kg)			
				Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
A	0-2	0,209	8,1	1,875	2,25	0	0,150	0,335	2,565	1,08	0,295
C1	2-12	0,162	8,16	1,25	0,375	0	0,795	0,575	0,925	0,97	0,25
C2	12-90	0,167	8,12	0,6	1	0	0,490	0,215	0,685	0,97	0,22
C3	>90	0,187	8,47	0,625	2,25	0	3,330	1,475	4,025	1,425	0,28

Tableau 13. Caractérisation de la solution du sol (extrait 1/5) du solum AV-4

Horz	Prof (cm)	CE dS/m	pH	Anions (cmol <sup>+</sup> /Kg)				Cations (cmol <sup>+</sup> /Kg)			
				Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
A	0-5	0,406	8	3,5	3	0	1,750	1,93	5,07	1,825	0,425
C1	5-13	0,172	8,29	0,625	1,125	0	1,170	1,395	1,105	1,14	0,28
C2	13-27	0,252	8,05	1,625	2,5	0	0,235	0,535	1,865	1,595	0,365
C3	27-35	0,181	8,29	0,625	1,5	0	0,280	0,395	0,605	1,14	0,265
C4	35-45	0,232	8,16	1,875	1,25	0	0,305	0,4	0,7	1,71	0,365
C5	45-60	0,269	8,1	1,125	1,375	0	0,785	0,505	1,395	1,08	0,305
SH	Φ = 10 cm	0,018	8,34	2,25	1,375	0	1,005	0,705	1,895	1,71	0,32
C6	>60	0,199	8,29	1,75	1,25	0	0,430	0,475	1,325	1,31	0,32





Bassin versant de N'sa

**Légende**

<b>A</b>	Alluvions actuelles : Daya, chotts, sebkhas, limons et croûtes gypso-salines
<b>D</b>	Dunes récentes
<b>qt</b>	Quaternaire continental : alluvions, regs, terrasses
<b>pc</b>	Pliocène continental : poudingues, calcaires lacustres
<b>mp</b>	Pontien (localement équivalent de Miocène continental antépontien mc)
<b>cs</b>	Crétacé supérieur marin
<b>ct</b>	Turonien

**Figure 02 : Carte géologique de la zone d'étude  
Bassin versant de N'sa  
(S.C.G, 1952)**

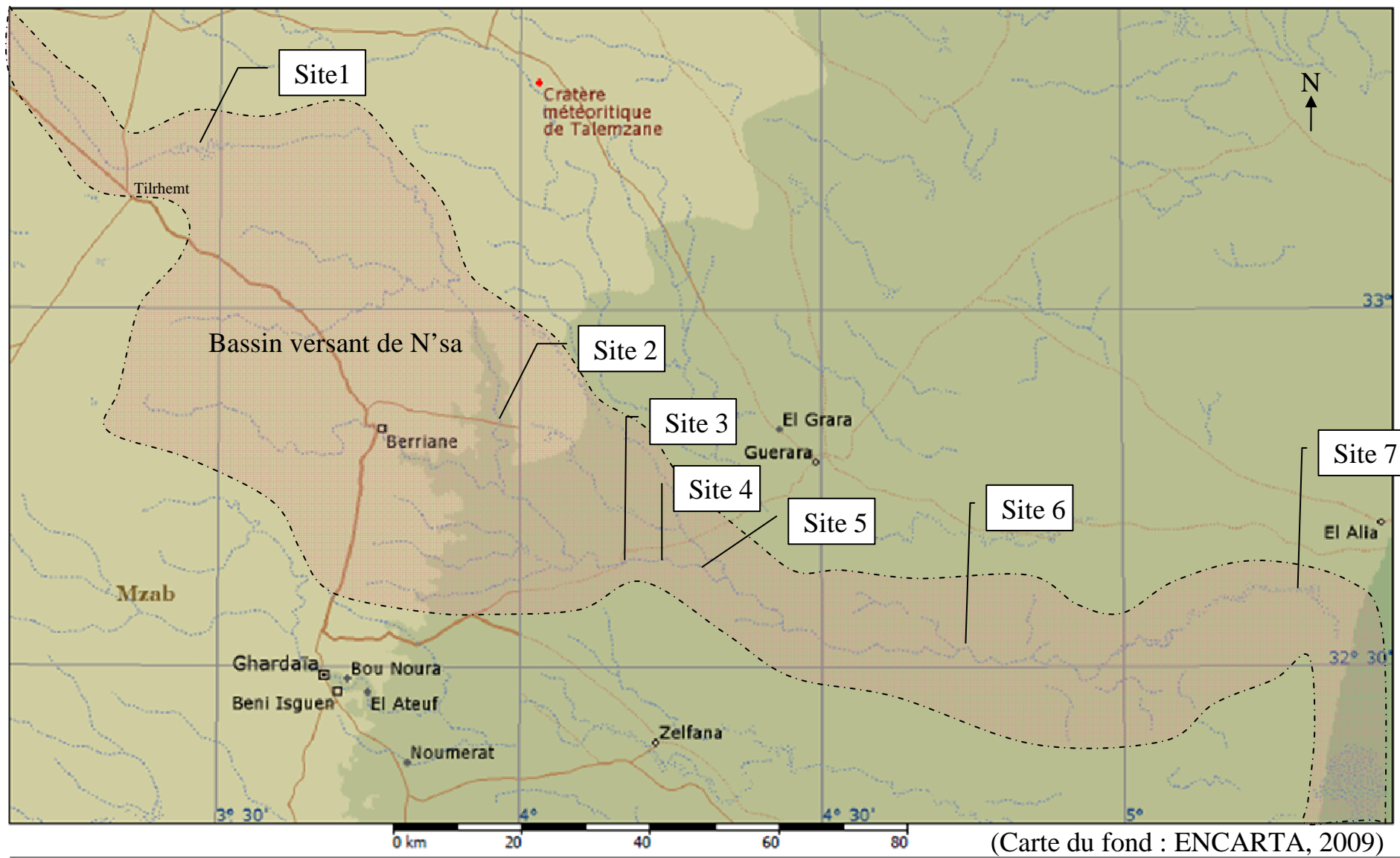


Figure 06 : Localisation des sites d'étude du sol dans le bassin versant de N'Sa