

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur ET de la Recherche  
Scientifique

جامعة جيلالي بونعامة خميس مليانة

Université Djilali Bounaama de Khemis Mililani

كلية علوم الطبيعة و الحياة و علوم الأرض

Faculté des Sciences de la Nature et de la vie et science de la Terre

Département : Sciences biologiques



*Mémoire pour l'obtention du diplôme de master*

*La Nature des Sédiments et l'impact de leur  
épannage : vers une stratégie de gestion et de  
valorisation*

**Domaine:** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière:** Écologie ET environnement

**Spécialité:** Bioclimatologie

**Présenté par:**

-Mlle Hammi Medjdoub Meriem

-Mme Morsli Saida

**Soutenue devant le Jury:**

**Président :** Mr MEHAIGUENE MADJID

MCB

UDBKM

**Promoteur :** Mme HALLOUZ .FAIZA

MCA

UDBKM

**Examineurs :** Mr AMRANI.RACHID

MAA

UDBKM

*Année universitaire : 2019-2020*

## REMERCIEMENTS

*Nos remerciements avant tout à Allah le tout puissant pour la volonté, la santé, le courage et la patience qu'il nous a donné pour pouvoir arriver à ce niveau afin de réaliser ce modeste travail.*

*Au PROPHÈTE MOHAMMED paix et salut sur lui*

*A nos parents qui n'ont pas cessé à tout moment de nous protéger et de veiller à notre instruction.*

*A notre promotrice Dr. HALLOUZ Faiza pour avoir assuré notre encadrement, Pour son aide, pour ses efforts et ses précieux conseils*

*A Mr. MEHAIGUENE MADJID enseignant à UDBKM qui nous a fait l'honneur de*

*Présider notre jury et également pour ses conseils.*

*A membre du jury Messieurs AMRANI Rachid enseignants à UDBKM D'avoir accepté d'examiner et juger ce travail*

*Est Toute l'équipe du BNEDEP (Bureau National Etudes pour le Développement Rural) à Bouchaoui*

*Nos sincères remerciements vont également à :*

*A tous nos enseignants qui nous ont initié aux valeurs authentiques, en*

*Signe d'un profond respect et d'un profond amour !!!*

*Et à tous ceux qui nous ont enseigné tout au long de notre vie scolaire*

*Nous n'oublions pas bien évidemment nos collègues de promotion «Bioclimatologie» en les saluant chaleureusement pour les agréables moments passés ensemble !*

*Qu'Allah réalise vos vœux*

## *Dédicace*

*J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail à Ma famille **HAMMI MEDJDOUB** Et aux personnes les plus chères au monde : mes chers parents*

***A** mon père décédé ; que Dieu lui fasse miséricorde:*

*Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation*

*Et mon bien être. Ce travail est le fruit de ses sacrifices ; pour le bien de mon éducation, il aimait et rêvait de me voir en haute position dans mes études*

***A** ma très chère mère : Tu es l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de Prier pour moi. Et Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver, t'accorder Santé, longue vie et bonheur.*

***Dédicace spéciale** à Mes frères **Abd EL Kader, Ismail, Aboubaker** qui n'ont jamais cessé de croire en moi, ils sont ma source d'amour et de tendresse*

*Ce travail n'aurait Jamais vu le jour... sans ma sœur **Ahlam** et son mari **Mohamed Draï**, bien sûr, ils ont eu une grande faveur dans mon travail.*

***A ma 2ème famille** : mes amies : **Abd El-Rahman Bouhouia, Nihad Hadjer, Nadjat, Amira, Hamza et Krider AËK** et **Khair-Eddine***

***A mon binôme Saida** qui a partagé, elle et sa famille, avec moi les moments difficiles de ce Travail.*

*Sans oublier toute L'équipe du BNEDER en particulier Madame **Sam Hassiba**,*

*Et à Tous ceux qui ont été là pour moi, je leur dis Merci*

***Meriem***

## **Dédicaces**

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance, c'est tout simplement que : **Je dédie ce modeste travail**  
à ...

Mon très cher Père **Sadake** : Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail et le fruit des sacrifices que vous m'avez consentis pour mon éducation et ma formation le long de ces années.

A Ma tendre Mère **Om Al khire** : Tu représentes pour moi la source de tendresse et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études.

A mon très cher mari **Tirsane Abdallah** : Tes sacrifices, ton soutien moral et matériel m'ont permis de réussir mes études. Ce travail est un témoignage de ma reconnaissance et de mon amour sincère et fidèle.

A ma petite fille **Chaimaa**; je t'aime énormément.

A ma grande mère : **Houriya**

A toute ma grande famille **Morsli** et ma belle-famille **Tirsane**

Mes chère sœur **Naima et Adycha**

À mon beau-frère **Muhammad**, sa femme et leur fils **Abd al Moneim**  
Une grande dédicace l'âme de la défunte belle- sœur, l'étudiante **Tirsane Hanane**, qu'**Allah** ait pitié d'elle et l'accueillera dans son vaste paradis  
Je remercie ma chère amie et sœur avec qui j'ai partagé ce Modest travail  
ainsi que toute sa famille **Hammi Medjdoub Meriem**

A mes amies de la promo Bioclimatologie et mes chères fidèles : **Hadjer**,  
**Manal, Asma, Amira**

Et a tous mes chères amies : **Nesrine, Zahra, Hicham, Imane, Hadjere**,  
**Touha, Amira**

A tous mes enseignants pendant tout mon cursus d'étude.

**SAIDA.**

## Résumé

Pour étudier la nature des sédiments et l'impact de leur épandage pour une meilleure stratégie de gestion et de valorisation , des échantillons ont été prélevés dans les barrages de Ghrib (Oued Chorfa) et Sidi M'Hamed Ben Taïba (Oued Ebda-Arib) du grand bassin versant du Cheliff, et y effectuer de nombreuses analyses : physico-chimiques (pH, masse volumique, matière sèche, matières volatiles, carbone organique total, Azote, Phosphore...), Analyse granulométrique, Teneurs en métaux lourds (Arsenic, cuivre, Nickel, Plomb, Zinc, Mercure, Cadmium, Chrome), Analyse des micropolluants. En effet, les résultats ont montré que, le Barrage Ghrib affiche une texture à dominance limono-sableuse et limono-argilo-sableuse, ce sol est équilibré, salé et riche en matière organique avec un taux de phosphore et calcaire plus élevé tandis que les sols du barrage SMBT ont une texture sableuse et Argileuse, pauvre en matière organique et non salé avec un taux de phosphore et calcaire élevé.

Il est vrai que nous n'avons pas effectué toutes les analyses sur les échantillons en raison des conditions actuelles dans le pays et de la propagation du virus corona, mais les résultats que nous avons obtenus, il montre que ces sédiments peuvent être valorisés et récupérés pour être utilisés dans le domaine agricole surtout la vase du barrage Ghrib et l'utilisation des sédiments du barrage SMBT pour la fabrication des briques.

**Mots clés :** sédiments, Cheliff, analyses physico-chimiques, granulométrie, texture, valorisation

## المخلص

لدراسة طبيعة الرواسب وتأثير انتشارها نحو إستراتيجية الإدارة والاسترداد ، تم أخذ عينات من سدي غريب (واد الشرفة) وسيدي محمد بن طيبة (وادي عريب) من مستجمعات المياه الكبيرة في شلف وإجراء العديد من التحليلات هناك: الفيزيائية والكيميائية (درجة الحموضة ، الكثافة ، المادة الجافة ، المادة المتطايرة ، إجمالي الكربون العضوي ، النيتروجين ، الفسفور ...) ، تحليل حجم الجسيمات ، محتوى المعادن الثقيلة (الزرنخ ، النحاس ، النيكل ، الرصاص ، الزنك ، الزئبق ، الكاديوم ، الكروم) ، تحليل الملوثات الدقيقة وبالفعل أظهرت النتائج أن سد غريب يظهر في الغالب قوامًا رمليًا طينيًا وغريني - رمليًا ، وهذه التربة متوازنة ومالحة وغنية بالمواد العضوية مع نسبة أعلى من الفسفور والحجر الجيري. تتميز تربة سدود سيدي محمد بن طيبة بقوام رملي وطيني، فقيرة بالمواد العضوية وغير مملحة مع مستوى عالٍ من الفسفور والحجر الجيري

صحيح أننا لم نجر جميع التحليلات على العينات بسبب الظروف الحالية في الدولة وانتشار فيروس كورونا ، لكن النتائج التي حصلنا عليها تظهر أنه يمكن تقييم هذه الرواسب واستعادتها حيث تستخدم في المجال الزراعي خاصة طمي سد غريب اما طمي سد سيدي محمد بن طيبة فيستخدم لصناعة الطوب(الحجر الأجر)

الكلمات المفتاحية :

التحليلات الفيزيائية والكيميائية، المعادن الحبيبية ، الملمس الرواسب . شلف , استعادة الرواسب

## **Abstract**

To study the nature of the sediments and the impact of their application for a better management and reclamation strategy, samples were taken from the dams of Ghrib (Wadi Chorfa) and Sidi M'Hamed Ben Taïba (Wadi Ebda-Arib) of the large Cheliff water shed,, and carried out numerous analyses: physico-chemicals (pH, volume mass, dry matter, volatile materials, total organic Carbon, Azote, Phosphorus...), Granulometric analyses, Heavy metal grades (Arsenic, Copper, Nickel, Lead, Zinc, Mercury, Cadmium, Chrome), Micropollutant analyses. Indeed, the results showed that, the Ghrib Dam has a predominantly limono-sand and limono-argilo-sand texture, this soil is balanced, salty and rich in organic matter with a higher level of phosphorus and limestone while the soils of the SMBT dam have a Sandy and clay texture, low in organic matter and unsalted with a high level of phosphorus and limestone.

It is true that we have not carried out all the analyses on the samples because of the current conditions in the country and the spread of the corona virus, but the results we have obtained, it shows that these sediments can be valued and recovered for use in the agricultural field especially the sediment of the Ghrib dam and the use of the sediments of the SMBT dam for the fabrication of bricks.

**Keywords:** sediment, Cheliff, physico-chemicals analyses, granulometry, texture, recovery of sediment.

<b>Liste des tableaux</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau I.1</b> Taux de sédimentation dans le monde .....	09
<b>Tableau I.2</b> : Classes granulométriques d'un matériau.....	12
<b>Tableau II.1</b> : Bassin Versant du Haut Chellif .....	23
<b>Tableau III.1</b> : Récapitulatif des mesures des analyses aux laboratoires .....	51
<b>Tableau III.2:</b> Échelle de salinité du sol .....	51
<b>Tableau III.3</b> : La gamme de pH des sols .....	52
<b>Tableau III.4</b> : Échelle d'interprétation de la MO.....	55
<b>Tableau III.5</b> : Échelle d'interprétation de Calcaire Total.....	56
<b>Tableau III.6.</b> Les risques de chlorose ferrique dépendent de la teneur en calcaire actif .....	57
<b>Tableau III.7.</b> Répartition des classes de phosphore assimilable (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) des sols .....	58
<b>Tableau III.8.</b> Valeurs guidesVDSS (valeur de définition de source-sol) de certain polluant.....	60
<b>Tableau IV.1</b> : Échelle d'estimation de CEC (c mol/kg) .....	66

<b>Liste des figures</b>	<b>Page</b>
<b>Figure I.1.</b> Types d'érosion hydrique.....	04
<b>Figure I.2.</b> Érosion en nappe .....	05
<b>Figure I.3.</b> Érosion en ravine Barrage Ghrib .....	05
<b>Figure I.4.</b> Modes du transport solide.....	06
<b>Figure I.5.</b> Mode de transport solide .....	07
<b>Figure I.6.</b> Décantation et tassement des particules fines .....	07
<b>Figure I.7.</b> Origine des sédiments dans l'environnement aquatique .....	10
<b>Figure I.8.</b> Schéma de la composition simplifié des sédiments portuaires .....	11
<b>Figure I.9.</b> Processus de sédimentation .....	12
<b>Figure I.10.</b> Synthèse des réglementations encadrant les filières de valorisation à terre des Sédiments .....	13
<b>Figure I.11.</b> Blocs de bétons réalisés avec des sédiments non-immérgeables traités (droite : Port de Dunkerque, gauche : Rade de Toulon) .....	15
<b>Figure I.12.</b> Briques fabriquées avec un taux de substitution de 70% de sédiments .....	15
<b>Figure I.13.</b> Carte d'Utilisation de la vase des barrages les plus envasés .....	16
<b>Figure II.1.</b> Situation géographique du bassin versant Chélif (ABHCZ, 2004).....	19
<b>Figure II.2.</b> Situation du bassin versant haut Chellif.....	20
<b>Figure II.3.</b> Photo du Barrage Ghrib .....	24
<b>Figure II.4.</b> Photo du barrage Ghrib .....	25
<b>Figure II.5.</b> Carte de .La localisation géographique du sous bassin versant d'oued Chélif-Ghrib...26	26
<b>Figure II.6.</b> Carte Géologique de sous-bassin versant d'Oued Chélif-Ghrib .....	28
<b>Figure II.7.</b> Carte de sol de sous bassin versant d'Oued Chélif-Ghrib.....	30
<b>Figure II.8.</b> Répartition des classes d'occupation du sol des sous bassins des Oued Chélif-Ghrib.....	31
<b>Figure II.9.</b> Carte d'occupation du sol de sous-bassin versant d'Oued Chélif-Ghrib.....	32
<b>Figure II.10.</b> Variation mensuelle de la pluie de barrage Ghrib .....	33
<b>Figure II.11.</b> Variation annuelle des pluies de barrage Ghrib .....	34
<b>Figure II.12.</b> Variation mensuelle de la température de barrage Ghrib .....	35
<b>Figure II.13.</b> variation annuelle de la température de barrage Ghrib .....	35
<b>Figure II.14.</b> Le Diagramme Ombrothermique de Gaussen e Bagnoles de la station de barrage Ghrib entre 2000-2009 .....	36
<b>Figure II.15.</b> Photo du barrage SMBT .....	37
<b>Figure II.16.</b> Carte de La localisation géographique du sous bassin versant d'oued Ebda .....	38
<b>Figure II.17.</b> Carte de sol de sous bassin versante Oued Ebda .....	40
<b>Figure II.18.</b> Répartition des classes d'occupation du sol du sous bassins d'Oued, d'Oued Ebda .....	41
<b>Figure II.19.</b> Carted'occupation du sol de sous-bassin versant d'Oued Ebda .....	41
<b>Figure II.20.</b> Carte Géologique de sous-bassin versant d'Oued Ebda .....	42
<b>Figure II.21.</b> Variation mensuelle de pluie de SMBT .....	43
<b>Figure II.22.</b> Variation annuelle de pluie de barrage SMBT .....	43
<b>Figure II.23.</b> Variation mensuelle de Température du SMBT .....	44
<b>Figure II.24.</b> Variation annuelle de la température de SMBT .....	44
<b>Figure II.25.</b> Le Diagramme Ombrothermique de Gaussen e Bagnoles de la station de barrage SMBT .....	45
<b>Figure III.1.</b> Carte de Localisation des points de prélèvement du Barrage Ghrib .....	47

<b>Figure III.2.</b> Carte de Localisation des points de prélèvement du Barrage SMBT .....	47
<b>Figure III.3.</b> Prélèvement de l'échantillon du vase du Barrage Ghrib .....	48
<b>Figure III.4.</b> Prélèvement de l'échantillon du vase du Barrage SMBT .....	48
<b>Figure III.5.</b> Séchage des échantillons a l'air libre .....	49
<b>Figure III.6.</b> Broyage des échantillons et Tamisage des échantillons (Tamis 2 mm) .....	49
<b>Figure III.7.</b> Images du remplissage des Gobelets .....	50
<b>Figure III.8.</b> Multi paramètre de Conductimètre .....	52
<b>Figure III.9.</b> Multi paramètre de pH-mètre .....	53
<b>Figure III.10.</b> Diagramme de texture .....	54
<b>Figure III.11.</b> Trois photos de l'analyse granulométrique .....	54
<b>Figure III.12.</b> Mesure de la MO par colorimètre .....	55
<b>Figure III.13.</b> Mesure de calcaire totale par Calcimètre de BERNARD .....	56
<b>Figure III.14.</b> Mesure de Calcaire Actif .....	58
<b>Figure III.15.</b> Analyse de phosphore (Étape de filtration par papier filtre sans cendres) .....	59
<b>Figure III.16.</b> Dosage colorimétrique de solution filtrée .....	60
<b>Figure III.17.</b> Analyse des métaux en ICP-MS .....	61
<b>Figure IV.1.</b> Variation de CE en fonction d'échantillon .....	62
<b>Figure IV.2.</b> Variation de pH de la vase en fonction des prélèvements .....	63
<b>Figure IV.3.</b> Diagrammes de texture de prélèvement de barrage Ghrib (échantillon 1) .....	64
<b>Figure IV.4.</b> Diagrammes de texture de prélèvement de barrage Ghrib (échantillon 4) .....	64
<b>Figure IV.5.</b> Diagrammes de texture de prélèvement de barrage Ghrib (échantillon 5) .....	65
<b>Figure IV.6.</b> Variations de CEC de la vase étudiée en fonction des prélèvements .....	66
<b>Figure IV.7.</b> Diagrammes de texture de prélèvement au niveau du barrage Ghrib (échantillon2) .....	66
<b>Figure IV.8.</b> Diagrammes de texture de prélèvement au niveau du barrage Ghrib (échantillon 3) .....	67
<b>Figure IV.9.</b> Diagrammes de texture de prélèvement au niveau du barrage SMBT (échantillon 6) .....	67
<b>Figure IV.10.</b> Diagrammes de texture de prélèvement de barrage SMBT (échantillon 7) .....	68
<b>Figure IV.11.</b> Diagrammes de texture de prélèvement au niveau du barrage SMBT (échantillon8) .....	68
<b>Figure IV.12.</b> Diagrammes de texture de prélèvement au niveau de barrage SMBT (échantillon 9) .....	69
<b>Figure IV.13.</b> Variation de la teneur en carbone dans la matière organique .....	69
<b>Figure IV.14.</b> Variation de la MO (%) en fonction des prélèvements .....	70
<b>Figure IV.15.</b> Variation de calcaire totale (%) des échantillons prélevés .....	71
<b>Figure IV.16.</b> Variation de calcaire Actif % des échantillons prélevés .....	71
<b>Figure IV.17.</b> Variation de phosphore assimilable (ppm) des échantillons prélevés .....	72

## **Liste Des abréviations**

**ABH** : Agence de bassins hydrographiques

**ABH-CZ**. Atlas de bassin hydrographique Cheliff-Zahrez.

**AEP** : Alimentation en eau potable

**ANBT** : Agence Nationale des barrages et transferts

**ANDI** : Agence Nationale de Développement de l'Investissement

**ANRH** : l'Agence Nationale des Ressources Hydriques.

**BNEDER** : Bureau National Études pour le Développement Rural

**BTP** : Bâtiment et travaux publics

**CE** : Conductivité électrique

**C.E.C** : Capacité d'Échange Cationique

°C : degré Celsius.

**DBO** : Demande Biologique en Oxygène

**DND** : Déchets Non Dangereux

**DSA** : Direction des Services Agricoles.

**EPIC**: Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial

**FAO** : Food and Agriculture Organization

**ICP-MS** : spectrométrie de masse couplée à un plasma inductif

**IEM** : Interprétation de l'État des Milieux

**INSID** : Institut National des Sols, de l'Irrigation et du Drainage.

**ISD** : Installation de Stockage de Déchets

**MO** : Matière organique

**Méq**: Milliéquivalent

**pH** : Potentiel hydrogène

**PNE** : Plan National de l'Eau ;

**P** : précipitation

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**: Pentoxyde de phosphore

**SMBT** : Sidi Mohamed Ben Taïba

**T** : Température

**T moye** : Température moyenne

**T max** : Température maximale

**T min** : Température minimale

**T.S** : Transport Solide

**USDA** : Département de l'Agriculture des États Unis

**VDSS** : Valeur de définition de source-sol

Introduction générale .....	01
<b>Chapitre. I. Synthèse Bibliographique</b>	
<b>I.1. Erosion .....</b>	<b>03</b>
<b>I.1.1. Erosion hydrique .....</b>	<b>03</b>
<b>I.1.2. forme de l'érosion hydrique .....</b>	<b>04</b>
<b>I.1.3. Erosion Eolienne .....</b>	<b>06</b>
<b>I.1.4. Transport solide .....</b>	<b>06</b>
<b>I.2. Sédimentation du barrage .....</b>	<b>07</b>
<b>I.2.1. Mode de gestion des sédiments .....</b>	<b>07</b>
<b>I.2.2. Notion sur les sédiments .....</b>	<b>08</b>
<b>I.2.3. sédimentation dans le monde .....</b>	<b>08</b>
<b>I.2.4. Origine et formation des vases .....</b>	<b>09</b>
<b>I.2.5. Constitution des sédiments .....</b>	<b>10</b>
<b>I.2.6. Granulométrie des sédiments .....</b>	<b>12</b>
<b>I.1.8. Processus de sédimentation .....</b>	<b>12</b>
<b>I.1.9. Valorisation des sédiments de Barrages .....</b>	<b>13</b>
<b>I.1.9.1. Valorisations des sédiments .....</b>	<b>13</b>
<b>I.1.9.2. Réglementation relative aux filières de valorisation .....</b>	<b>13</b>
Conclusion .....	18
<b>Chapitre. II. Présentation de la zone d'étude</b>	
<b>II.1. Introduction .....</b>	<b>19</b>
<b>II.2. Géomorphologie .....</b>	<b>20</b>
<b>II.3. Réseau hydrographique et potentialité hydriques.....</b>	<b>22</b>
<b>II.4. Barrage Ghrib .....</b>	<b>24</b>
<b>II.4.1. présentation de barrage Ghrib .....</b>	<b>24</b>
<b>II.4.2. Situation géographique du barrage Ghrib .....</b>	<b>25</b>
<b>II.4.3. Principales caractéristiques de barrage Ghrib : (ANBT, 2008) .....</b>	<b>26</b>
<b>II.4.4. Géologie .....</b>	<b>27</b>
<b>II.4.5. Cadre géologique général .....</b>	<b>28</b>
<b>II.4.6. Géologie de Sous bassin versant Chélif-Ghrib .....</b>	<b>28</b>
<b>II.4.7. Contexte pédologique .....</b>	<b>28</b>
<b>II.4.8. Contexte pédologique de Sous bassin de l'oued Chélif-Ghrib .....</b>	<b>29</b>
<b>II.4.9. Végétation .....</b>	<b>30</b>
<b>II.4.10. Caractéristiques climatiques .....</b>	<b>32</b>
<b>II.5. Barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba (SMBT) .....</b>	<b>36</b>
<b>II.5.1. Présentation de barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba (SMBT) .....</b>	<b>37</b>
<b>II.5.2. Situation géographique du barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba (SMBT) .....</b>	<b>37</b>
<b>II.5.3. Principales caractéristiques du barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba (SMBT) .....</b>	<b>39</b>
<b>II.5.4. Géologie de Sous bassin versant de l'oued Ebda .....</b>	<b>39</b>
<b>II.5.5. Contexte pédologique de Sous bassin de l'oued Ebda.....</b>	<b>40</b>
<b>II.5.6. Végétation de sous Bassin versant d'Oued Ebda .....</b>	<b>41</b>

II.5.7. Situation climatologique .....	42
Conclusion .....	45

### **Chapitre III : Materiel ET Méthodes**

III .1. Préparations des échantillons .....	46
III .1.1.Échantillonnage .....	46
a. Matériel de prélèvement .....	46
b. Présentation de BNEDER .....	48
III .2. Séchage broyage et tamisage des échantillons .....	49
III 3. Analyse des échantillons .....	50
III. 3.1. Méthode d'analyse .....	50
III .3.2. Analyse physico-chimique effectuée sur les échantillons de vase .....	51
III .3.2.1. Analyses physiques .....	51
III .3.2.2. Analyses chimiques .....	55
Conclusion .....	;...60

### **Chapitre IV : Résultat et Discussion**

IV .1. Les analyses physiques .....	62
IV.1.1. Conductivité électrique (mmoh/cm) .....	62
IV.1.2. Potentiel hydrique (pH) .....	63
IV.1.3. Analyses Granulométrique .....	64
IV.2. Analyse chimique .....	69
IV. 2.1. Matière organique(%) .....	69
IV.2.2. Calcaire totale(%) .....	70
IV.2.3. Phosphore Assimilable (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) .....	71
IV.2.4. Calcaire Actif °/° .....	72
Discussion .....	73
Conclusion .....	74
Conclusion Générale .....	76

# **Introduction générale**

### Introduction générale

En Algérie où la disponibilité de l'eau est limitée, sa répartition inégale et sa demande en forte croissance, la perte de capacité des barrages, par leur envasement continu, est considérée comme un problème crucial à l'échelle Nationale.

L'érosion des bassins versants en amont des barrages, sous toutes ses formes est à l'origine de l'envasement des barrages. L'érosion est un phénomène très complexe. Elle englobe non seulement le détachement ou l'ablation des particules de sol, mais aussi leur déplacement d'un point à un autre du bassin versant.

Les conséquences de l'érosion ne se limitent pas à l'envasement des barrages.

L'érosion contribue aussi à la perte de la couche arable, la plus fertile du sol, diminuant, ainsi, sa productivité et dégradant la qualité des eaux de surface. Par ailleurs, les particules de sol qui rejoignent les oueds et les barrages contribuent, d'une part, à rehausser le lit des cours d'eau entraînant un risque plus élevé d'inondation et, d'autre part, à augmenter la turbidité des eaux, ce qui affecte les infrastructures en aval telles que les usines de traitement d'eau potable. Un autre problème important relié à l'érosion des sols est la sédimentation des particules érodées dans les réservoirs des barrages (Roy *et al.* 2006).

Les sédiments sont des particules fines (argiles, limons) à grossières (sables), déplacées et transportées grâce, notamment, aux actions climatiques (vent, marées, ...) et humaines (travaux d'aménagement, exploitation du sol, ...).

La sédimentation des barrages dans les pays de l'Afrique du Nord est très élevée et même spectaculaire. Elle est due directement aux forts taux d'érosion des bassins versants, dont les particules solides sont drainées directement par les cours d'eau et provoqueront à l'entrée des retenues des courants de densité (**Remini, 2019**). Cette sédimentation pose d'énormes problèmes à savoir; la réduction de la capacité, l'obturation des organes de vidange, la sécurité de l'ouvrage, la sédimentation des canaux d'irrigation et elle a même un impact sur la qualité de l'eau.

Il serait alors plus judicieux de mener une réflexion pour une utilisation rationnelle de la vase qui peut être valorisée dans plusieurs domaines.

Les sédiments constituent une ressource d'intérêt, aux propriétés physico-chimiques très spécifiques. Les avancées de la recherche ouvrent aujourd'hui de nouvelles possibilités d'emploi de cette ressource. En effet, ces techniques permettront aux scientifiques et aux industriels de d'utiliser de nouveaux outils, afin de structurer une filière pérenne et viable.

Les sédiments constituent une matière première durable. Plusieurs programmes scientifiques ont prouvé la faisabilité de leur valorisation dans différentes filières économiques :

- Fabrication de briques, ciments ou bétons,
- Réalisation de chemins et de sous-couches routières
- Aménagement paysager

- Reconstitution de sols (valorisation agricole, réhabilitation de friches urbaines)
- Restauration et stabilisation de berges par enrochement béton
- Remblaiement

Dans cette étude, nous avons mené une série d'analyses physiques et chimique sur un échantillon de vase prélevé dans les retenues des barrages Ghrib et SMBT dans la Wilaya d'Ain Defla, ces analyses ont été effectuées au niveau du laboratoire de sol du BNEDER (Bureau National Études pour le Développement Rural) à Bouchaoui.

Ce travail permet d'étudier la nature des sédiments et l'impact de leur épandage :vers une stratégie de gestion et de valorisation

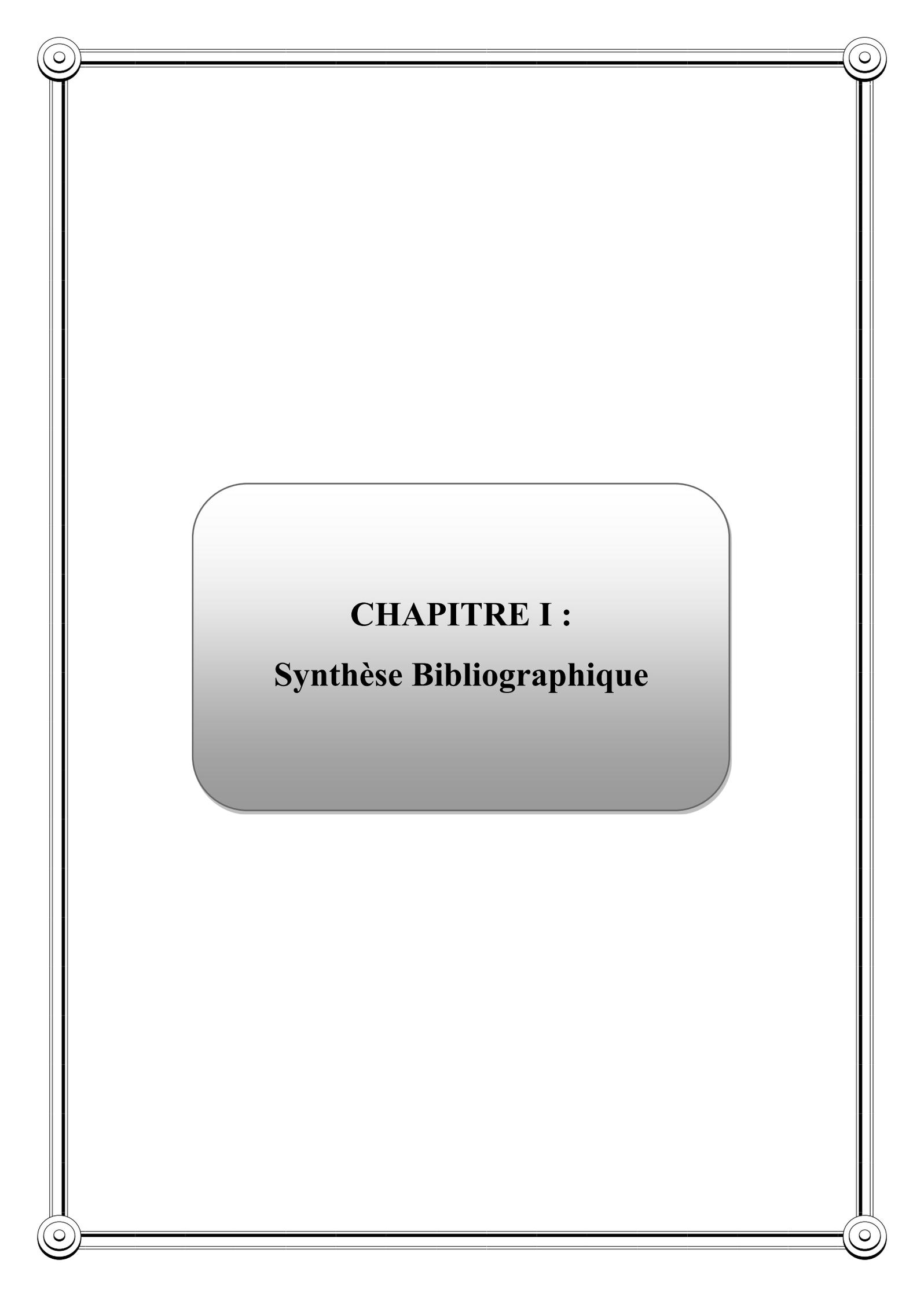
### **Dans le premier chapitre**

Une étude bibliographique cadrant le sujet et rassemble les éléments utilisés par la suite, ce chapitre traite cinq volets qui sont : la description générale des phénomènes, érosion hydrique (origine et mécanisme, la forme de l'érosion hydrique,...), transport solide (modes de transport solide, ...) et Sédimentation du barrage (Mode de gestation des sédiments, Notion sur les sédiments, sédimentation dans le monde), Origine et formation des vases (Constitution des sédiments, Granulométrie des sédiments, Processus de sédimentation), Valorisation des sédiments des Barrages (Valorisation des sédiments en technique routière, dans le béton et le mortier, dans l'élaboration de briques, dans la fabrication du ciment, ...).

**Le deuxième chapitre** est focalisé sur la présentation de la zone d'étude (Barrage Ghrib et SMBT de Wilaya d'Ain Defla): les contextes géographiques de La Wilaya, Hydrologie, la Présentation des barrages, contexte géographique, Principaux caractéristiques, Contexte pédologique, Végétation, géologie, Caractéristiques climatiques.

**Le troisième chapitre** : Concerne les matériels et les méthodes, d'où nous avons effectué des analyses physiques et chimiques (pH, CE, Granulométrie, MO, Calcaire totale et Actif, Phosphore, CEC ....) afin d'étudier la nature des sédiments des échantillons prélevés.

**Enfin, le dernier chapitre** affiche les résultats de l'étude expérimentale et les différentes discussions et interprétations. Par ailleurs, le mémoire se termine par une conclusion générale ainsi que les recommandations nécessaires.



**CHAPITRE I :**  
**Synthèse Bibliographique**

## 1. L'érosion

- **Généralités**

Les études récentes sur la vulnérabilité au changement climatique dans la région méditerranéenne indiquent une tendance à un accroissement à l'aridité qui accélère l'érosion hydrique

L'érosion des sols par la pluie et le ruissellement est un phénomène largement répandu dans les différents pays de la méditerranée. Il continue à prendre des proportions considérables en particulier sur les pentes à cause de la torrencialité des pluies, de la forte vulnérabilité des terrains (roches tendre ; sols fragiles ; pentes raides et couvert végétal souvent dégradé) et de l'impact défavorable des activités agricoles, selon la FAO (1990), la situation continue à se dégrader ; En Tunisie 45% de la superficie totale est menacée par l'érosion hydrique au Maroc 40% et en l'Algérie 45% des zones telliennes sont touchées , soit 12 millions d'hectares **Chetta ,2017**).

- **Définition**

Le terme érosion vient du latin « ERODERE » qui signifie « Ronger », donc l'érosion est le détachement des particules du sol de leur emplacement initial pour les transportés en aval. Malgré que l'érosion à un effet néfaste sur les zones amont, sauf qu'elle enrichit les plaines qui constituent les principaux terrains agricoles (**Ammari , 2012**).

L'érosion existe sous deux formes :

- L'érosion hydrique.
- L'érosion éolienne.

### 1.1. Érosion hydrique

L'érosion hydrique du sol peut se définir comme étant le phénomène par lequel le sol perd, sous l'action de l'eau, certaines ou toutes ses particules (**Brahimi, (2017)**

- **Origine et mécanisme**

La pluie et le ruissellement superficiel sont à l'origine de l'arrachage, du transport et du dépôt de la terre enlevée (**Ammari, 2012**).

Le détachement des particules de la surface du sol peut être assuré de deux manières :

- **La première correspond au rejaillissement des particules sous l'impact des gouttes de pluie (splash) :**

Dans ce cas, il s'opère sur toute la surface du sol exposée aux pluies. L'importance du flux de détachement est contrôlée essentiellement par l'énergie cinétique des gouttes de pluie, elle-même fortement corrélée par l'intensité pluviale, et variable en fonction du couvert végétal.

Les caractéristiques du sol (texture, taux de matière organique, état de surface et d'humidité du sol avant la pluie) influencent aussi directement l'importance du splash.

L'impact des gouttes de pluie brise les agrégats du sol en éléments plus fins qui progressivement entraînent la formation d'une croûte superficielle de quelques millimètres

appelée aussi «croûte de battance» .Celle-ci entraîne une diminution notable de l'infiltration de l'eau dans le sol. Le sol n'étant plus en mesure d'absorber les pluies, l'excès d'eau s'accumule en surface (formation de flaques) puis ruisselle en transportant éventuellement des particules de sol et des nutriments (Cheggour *et al.* 2008).

## 1.2. Forme de l'érosion hydrique

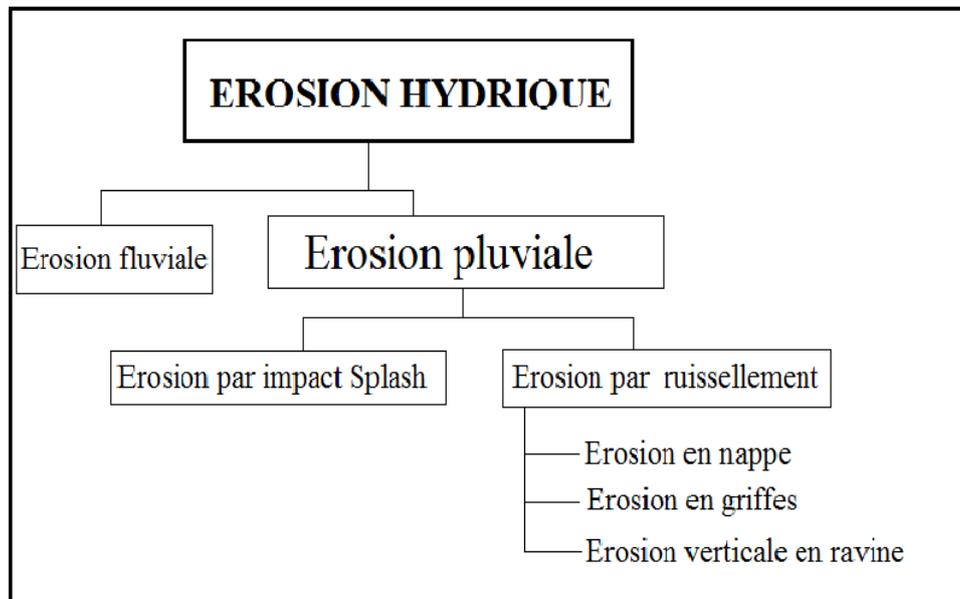


Figure 1. Types d'érosion hydrique (Brahimi, (2017))

### a. Érosion en nappe

Elle se produit lorsque l'écoulement et l'érosion se font sur toute la surface du sol, ce qui provoque une usure homogène non perceptible dans la majorité des cas. Quantitativement, l'érosion en nappe est très modeste. En Algérie, les chercheurs de l'INRF et de l'IRD (Ex. OROSTOM) ont évalué les pertes en terres par ce type d'érosion de 0,10 à 20 t/ha/an (Brahimi, (2017))

Ce type d'érosion entraîne des conséquences morphologiques et pédologiques fâcheuses suite à un décapage de l'horizon superficiel diminuant insidieusement sa réserve en éléments fertilisants et un entraînement préférentiel des particules les plus fines, de la matière organique et du carbonate de calcium.

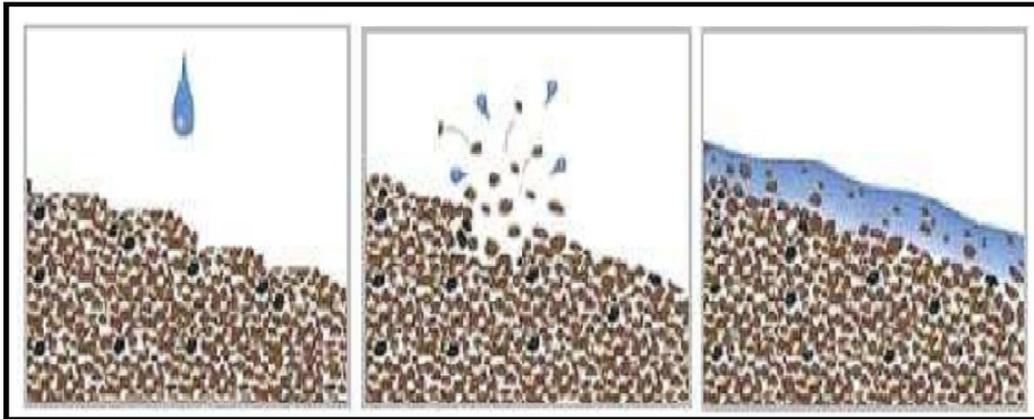


Figure 2. Érosion en nappe (Cheggour *et al.* 2008).

### b. Erosion lineaire, en griffes ou en rigoles

Ce type d'érosion intervient à la suite du ruissellement. Dans un premier temps, des flaques se forment. En débordant, les flaques communiquent entre elles et Des lignes d'écoulement limitées dans l'espace apparaissent selon la ligne de plus grande pente: selon la profondeur de ces lignes, le vocabulaire employé est différent. (korieb ,2018)

### c .Érosion par ravinement

Les ravines suivent la ligne de plus grande pente des versants. Puisque le ruissellement provenant du versant peut atteindre 50 à 80% durant les averses exceptionnelles tombant sur les terres battues ou compactées, l'essentiel du transport solide provient des ravines et des oueds. Lorsque le sol est peu perméable, saturé et peu couvert, le ruissellement est abondant.

Ce dernier creuse des ravines et augmente les pointes de crue des oueds, ce qui favorise le sapement des berges et les glissements de terrain, et par conséquent l'envasement des barrages, la destruction des infrastructures et la dégradation des terres. En Algérie, l'érosion ravinant a déplacé 90 à 300 t. ha-1an-1 ce qui correspond à une vitesse d'altération des versants de 8 à 17 mm.an<sup>-1</sup> (Chetta ,2017)



Figure 3 .Érosion en ravine Barrage Ghrib (HammiMedjdoub et Morsli, Octobre 2019)

### 1.3. Erosion Eolienne

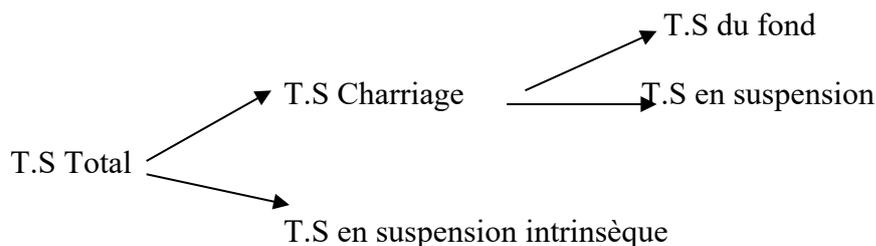
Une érosion linéaire se produit quand le ruissellement en nappe se concentre et acquiert par augmentation de la vitesse d'eau, un pouvoir érosif accru ce qui provoque des incisions linéaires dans le sol de plus en plus profondes (**korieb et Guettar, 2018**).

### 1.4. Transport Solide

Le processus d'érosion, entraînement, transport, dépôt de sédiments est très complexe ; le détachement des particules dans le processus d'érosion se produit suite à l'énergie cinétique de l'impact de la goutte de pluie, ou les forces générées par l'écoulement de l'eau, dès que la particule se détache elle est entraînée et transportée, ce transport dépend des dimensions et du poids de la particule, aussi des forces exercées par l'écoulement sur la particule .

- **Modes de Transport**

Le transport solide total de sédiments est l'ensemble du transport des Particules qui passent dans une section du cours d'eau, les sédiments sont Transportées par plusieurs modes (**Ammari, 2012**)



**Figure 4.** Modes du transport solide (**Ammari, 2012**)

#### a. Transport solide par charriage

Ils concernent les matières minérales en phase solide plus particulièrement les plus gros éléments qui contribuent à la formation et à l'équilibre du lit, principalement la pente. Ces éléments transportés sur le fond par roulement, glissement, saltation et aussi par suspension lorsque le débit liquide est très important (**Brahimi, 2017**).

#### b. Transport solide en suspension

Ils concernent les éléments fins du transport solide qui sont maintenus en suspension, par la turbulence de l'eau, créée par les matériaux du lit.

La quantité de matériaux en suspension dépend uniquement des quantités d'éléments très fins (**Brahimi, 2017**).

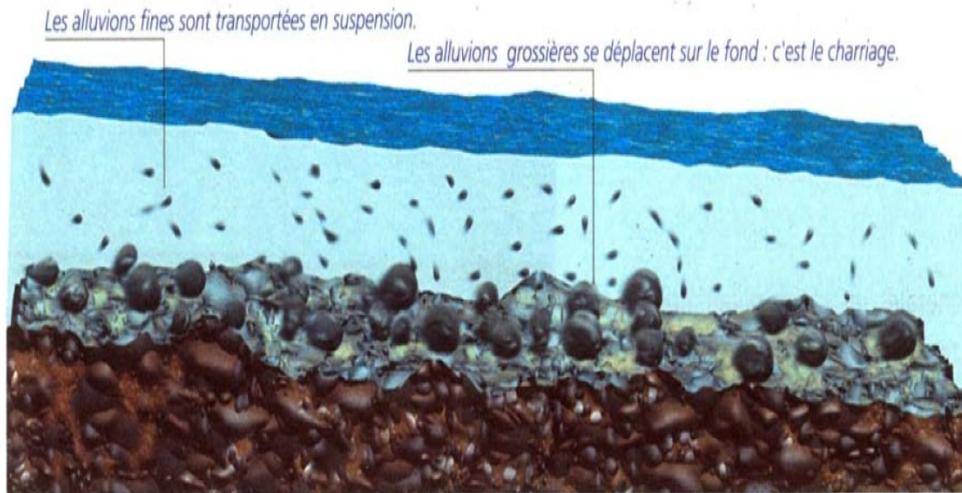


Figure5. Mode de transport solide (Brahimi, 2017)

## 2. Sédimentation du barrage

La sédimentation est un mécanisme qui contrôle et peut limiter la quantité des sédiments déposés, ce phénomène se produit lorsque la capacité d'écoulement du flux est dépassée et ce processus se produit pendant l'érosion hydrique lors de la décélération du ruissellement. Les particules les plus grossières sont les premières à sédimenter, les plus fines étant transportées plus loin. On parle de tri granulométrique (Kaurak, 1990). Les différents mécanismes de l'envasement dépendent du type de retenues (la morphologie des cours d'eau) et les conditions de sédimentation existant à l'amont de la retenue (érosion et transport solide).

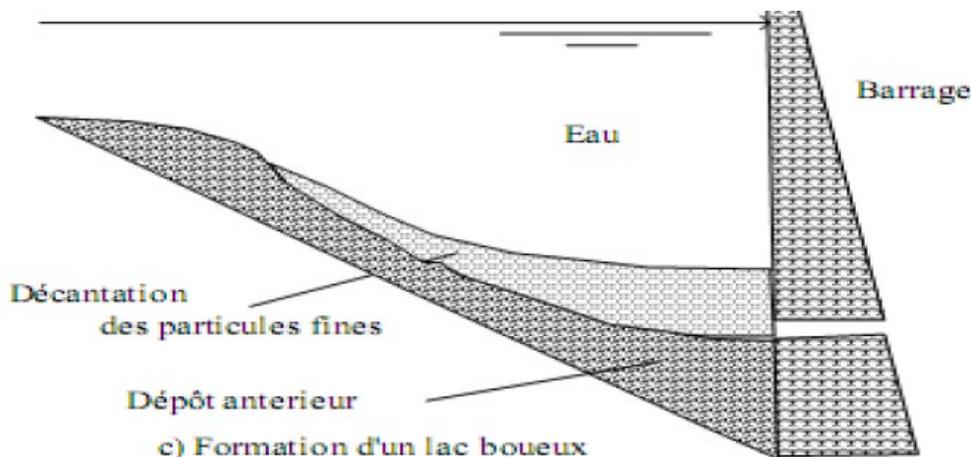


Figure 6. Décantation et tassement des particules fines (Amari, 2012)

### 2.1. Mode de gestion des sédiments

L'opération de dragage génère des quantités importantes de sédiments, le mode de gestion de ces matériaux dépend, entre autres, de leurs caractéristiques (nature, qualité et quantités impliquées) et leurs impacts sur l'environnement, du coût de l'opération, des conditions réglementaires...etc. La gestion des sédiments peut être réalisée selon deux

modes; l'immersion dans une zone autorisée ou la mise en dépôt. (Benaïssa, 2017)

- **Immersion**

C'est un procédé qui consiste à transférer les matériaux du site de dragage à un lieu de rejet ou de confinement situé aussi en milieu aquatique. L'immersion par relargage permet, dans un milieu marin agité, la dispersion de la matière solide ainsi que des polluants, susceptibles d'y être présent, et par suite diminuer la concentration des contaminant.

- **Mise en dépôt**

Les sédiments provenant de dragage peuvent être stockés sous forme de remblais sur terre ou dans un milieu aquatique, mais le souci de protection contre la pollution de l'environnement marin tend à privilégier le dépôt terrestre. Le dépôt à terre constitue une solution alternative quand l'immersion présente des risques pour des zones sensibles, et nécessite d'importantes surfaces de stockage. (Benaïssa, 2017).

## 2.2. Notion sur les sédiments

- **Définition**

Dans le dictionnaire de géologie (Foucault et al., 1980), les sédiments, plus communément appelés vases (mot emprunté au Néerlandais), sont définis comme « un ensemble constitué par la réunion des particules plus ou moins grosses ou de matières précipitées ayant, séparément, subi un certain transport ». La sédimentation désigne l'ensemble des processus par lesquels ces particules organiques ou minérales en suspension et en transit cessent de se déplacer.

Les sédiments, le plus souvent de couleur foncée, grise ou noire, pouvant atteindre des teneurs en eau très supérieures à la limite de liquidité. Les termes de vase et d'argile sont trop imprécis pour caractériser les sols mous (Boutin, 2000).

## 2.3. Sédimentation dans le monde

Tous les barrages du monde sont exposés au phénomène de la sédimentation, mais avec des vitesses qui diffèrent d'une région à l'autre. Ce phénomène a été largement signalé aux Etats Unis, en Russie, à Taiwan, en Chine, en Iran, au Soudan et en Afrique du Nord. Dans cette région, plus de 125 millions de m<sup>3</sup> de vase se déposent annuellement au fond de 230 barrages totalisant une capacité de 23 km<sup>3</sup>. A titre d'exemple, le barrage Mohamed V au Maroc, d'une capacité de 567 Mm<sup>3</sup> reçoit annuellement un volume de vase de 14,5 Mm<sup>3</sup>, soit une perte annuelle de 2,5 % de sa capacité totale. Le barrage de Ghrib en Algérie d'une capacité de 280 hm<sup>3</sup>, reçoit annuellement un volume de 3,2 Mm<sup>3</sup>, soit une perte de capacité annuelle de 1,1 %.

L'Algérie dispose actuellement de 113 barrages dont 52 grands barrages d'une capacité Totale évaluée à 5,2 km<sup>3</sup>. Ces barrages reçoivent annuellement une quantité de vase estimée à 32 Mm<sup>3</sup>. Ces quantités de matériaux proviennent de l'accélération de l'érosion des bassins

versants due aux conditions physiques, géomorphologiques, hydro climatiques et Socio-économiques favorables (Remini, 2004).

**Tableau 1.** Taux de sédimentation dans le monde

<b>Bassin versant</b>	<b>Dégradation Spécifique</b> (t·km <sup>2</sup> ·y <sup>-1</sup> )	<b>Auteurs</b>
Maghreb	265 à 2569	Heusch et Millies-LaCroix, 1971
Maghreb	1000 à 5000	Walling, 1984
Maghreb	397	Probst et Amiotte Suchet, 1992
The Tafna (Algerian)	150	SOGREAH, 1967
Wadi Mazafran (Algerian coastal)	1610	Bourouba, 1997
The Isser (Lakhdaria)	2300	
EasternAlgeria	145	
Syria	5000 à 20000	
Tet, France	40	Bourouba, 1998
Agly, France	103	Boukheir, 2001
Janet watershed (Tunisia)	25.6	Serrat et al., 2001
Mountain of Lebanon	50 à 70	Serrat et al., 1999
Wadi Mina watershed (Algeria)	187	Bencheikha et Gueddari, 2008
WadiSebdou (Algeria)	107-5876	FAO, 1986
Wadi Soubella (Algeria)	126	Achite et Meddi, 2005
WadiMouilah (Algeria)	126.4	Ghenim et al., 2007
The upperTafna (Algeria)	24-4288	Hasbaia et al., 2010
WadiAllalah (Algeria)	2701	Terfous et al. ,(2001)
Wadi Damous (Algeria)	2879	Megnounif et al. (2003)
Wadi Es Sebt (Algeria)	2950	Boudjadja et al. (2003)
Wadi Messelmoune (Algeria)	3029	
Wadi El Hachem (Algeria)	2905	
Wadi Mina (Algeria)	211	Hallouz et al., (2012)
Wadi Mina (Algeria)	860	Hallouz et al., (2018)
Morocco	750	Snoussi et al., 1988
Mississippi (USA)	153	
Amazon (South America)	152	
Seine (France)	17	Ouillon, 1998
Gambia (West Africa)	42	
Indus (Asia)	100	
Ebre (Spain)	290	
Magdalena (Colombia)	920	

(Hallouz, 2018)

#### 2.4. Origine et formation des vases

La formation d'une vase est due à la sédimentation de particules élémentaires ou agglomérées, provenant de l'érosion des sols et des roches, des volcans, des restes d'organismes aquatiques et de leur transport sous l'effet d'hydrodynamique. Les vases ne sont pas neutres d'un point de vue électrostatique, les fines sont chargées négativement, ce qui occasionne une agglomération en présence de cations provenant de l'eau. La formation de ces flocons en présence de leur poids accélère les vitesses de chute de ces particules, qui sédimentent plus rapidement (**Benaissa, 2017**) (Figure7).

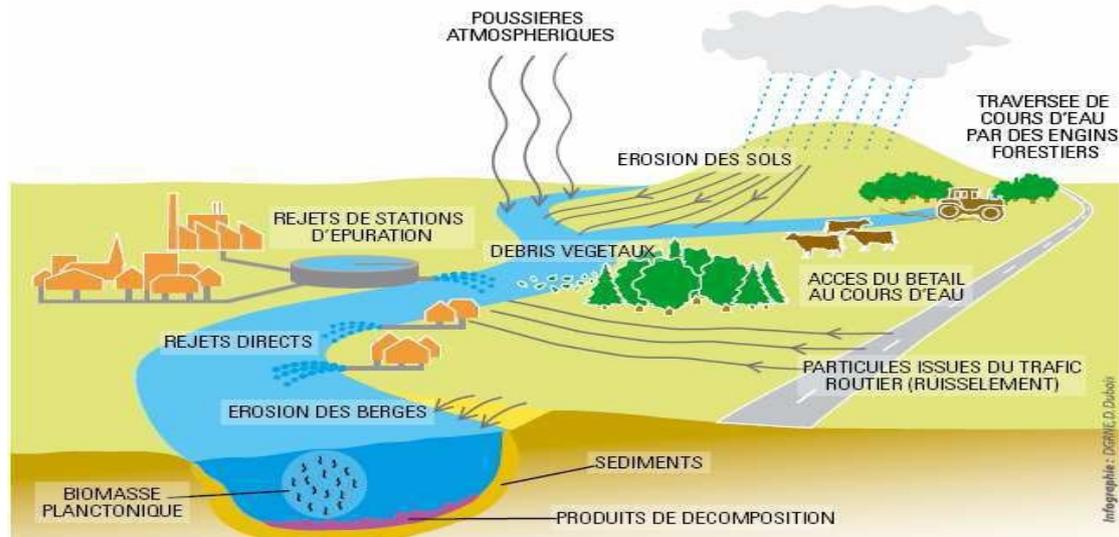


Figure 7. Origine des sédiments dans l'environnement aquatique (**Benaissa, 2017**)

- **Deux origines aux sédiments**

**a. Origine endogène** : les particules proviennent de la production autochtone du milieu. Il s'agit de débris de aérophytes comme les plantes aquatiques, les cadavres de micropyles et d'animaux ;

**b. Origine exogène** : il s'agit des particules qui sont issues du ruissellement des eaux ou bien transportées par les vents. D'origine naturelles ou anthropiques, elles proviennent de l'érosion des sols, de la décomposition de matière végétale, de l'apport de matière en suspension, de matières organiques, de nutriments ou de micropolluants en raison des rejets agricoles, industriels et domestiques. (**Scordia, 2008**).

## 2.5. Constitution des sédiments

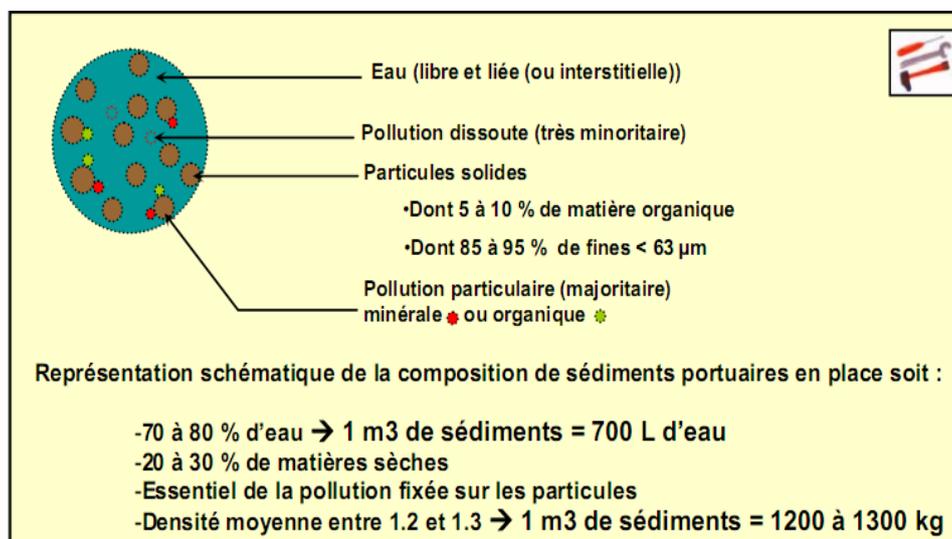
Schématiquement les vases sont constituées en général de 4 éléments principaux (**Agence de l'eau (1), 2002**):

- ❖ La matrice minérale (quartz, feldspaths ou carbonates);
- ❖ La fraction argileuse (kaolinite, illite ou smectite);
- ❖ La fraction organique (débris végétaux, micro-organismes, acides fulviques et

humiques);

- ❖ Une certaine quantité d'eau, présente sous différentes formes.

Nous montrons sur la figure 8 un exemple sur la composition des sédiments portuaires. Ces matériaux représentent des volumes considérables de déchets qui renferment des substances polluantes.



**Figure 8.** Schéma de la composition simplifiée des sédiments portuaires (IDRA Environnement, 2006)

**Argiles :** sont des silicates d'aluminium hydratés qui présentent une structure cristalline en feuillets. Cette constitution permet l'hydratation des argiles, avec parfois un phénomène de gonflement très important. La plupart des argiles sont thixotropiques. Elles perdent leur rigidité en présentant le comportement d'un liquide lorsqu'elles subissent une sollicitation mécanique, et retrouvent leurs caractéristiques initiales au repos. La souplesse des liaisons entre les feuillets, permet aux argiles d'avoir un comportement plastique. La dernière propriété des argiles est l'interaction avec les espèces ioniques. En effet, les charges négatives des argiles sont neutralisées par des cations compensateurs. Or, ces cations peuvent s'échanger avec ceux présents dans le milieu et notamment avec les métaux lourds c'est le phénomène d'adsorption.

En ce qui concerne la **matière organique** des sédiments peuvent se présenter sous formes diverses, il s'agit de débris végétaux, soit des micro-organismes algaires, virus, bactéries ou débris végétaux. (Benaissa, 2017)

D'après Schneider (Schneider 2001) La proportion de matière organique dans la matière sèche des sédiments varie entre 90%, dans le cas de la tourbe, et 2% pour les sables de rivière. La composition de cette matière organique est généralement identique d'un type de sédiment à un autre. En général, la proportion de matière organique est de l'ordre de 2 à 10% pour les sédiments des cours d'"eaux vives" et elle est constituée à 60% de composés humiques. Enfin, la nature de l'eau contenue dans les vases, appelée « eau interstitielle » peut être divisée en quatre catégories (LIFE, 2002):

- ❖ L'eau libre qui n'est pas liée aux fines;
- ❖ L'eau capillaire, liée aux fines par des forces de capillarité;
- ❖ L'eau colloïdale qui hydrate les colloïdes;

L'eau adsorbée qui est liée à la surface des particules et constitue un film autour d'elles

## 2.6. Granulométrie des sédiments

La distribution granulométrique d'un sédiment détermine les caractéristiques granulaires des matériaux et leur distribution statistique de tailles d'une population d'éléments. D'autre part, la répartition de fréquence de taille des grains explique la répartition des sédiments dans un milieu aquatique. En effet, les grosses particules restent en amont tandis que les plus fines se retrouvent en aval.

Les différentes classes granulométriques couramment utilisées sont présentées dans le tableau suivant.

**Tableau 2.** Classes granulométriques d'un matériau

Taille	Denomination
> 20 cm	Blocs
2 cm à 20 cm	Galets et cailloux
2 mm à 2 cm	Gravies
63 µm à 2 mm	Sables (crosiers et fins)
2 µm à 63 µm	Limons (ou silt)
< 2 µm	Vases, boues argileuses

(Scordia, 2008)

## 2.7. Processus de sédimentation

La sédimentation des barrages est due directement aux forts taux d'érosion des bassins Versants, dont les particules solides sont drainées directement par les cours d'eau e Provoqueront à l'entrée des retenues des courants de densité Processus de sédimentation.

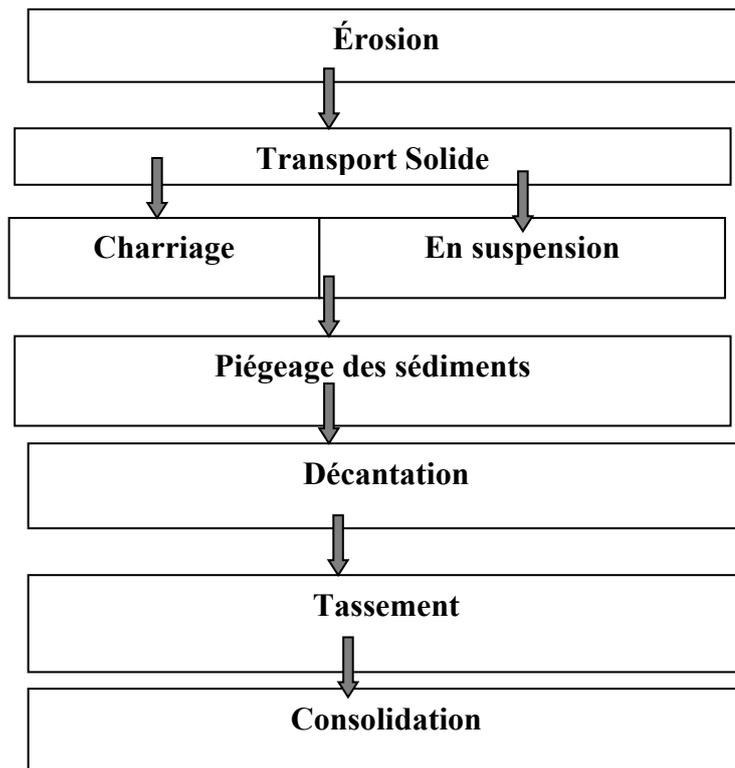


Figure 9 : Processus de sédimentation (Boukemmoum, 2019)

### 3. Valorisation des sédiments de Barrages

Le traitement des vases est l'ensemble des processus utilisés pour améliorer leurs propriétés physiques et mécaniques. Ce traitement peut se faire de deux façons différentes: soit par stabilisation de la vase en lui ajoutant d'autres produits qui améliorent certaines propriétés, soit par une dépollution. Dans tous les cas l'objectif du traitement est la valorisation de la vase. La valorisation des sédiments rejetés s'impose comme solution aux difficultés de stockage et à la nuisance de l'environnement. La transformation des vases et leur utilisation sont des questions peu développées et restent à l'ordre du jour pour de nouvelles réglementations en adéquation avec les notions de protection de l'environnement et le développement durable.

#### 3.1. Valorisations des sédiments

La transformation des vases et leur utilisation sont des questions peu développées et restent à l'ordre du jour pour de nouvelles réglementations en adéquation avec les notions de protection de l'environnement et le développement durable (Boukemmoum, 2019).

#### 3.2. Réglementation relative aux filières de valorisation

Pour illustrer la réglementation relative aux filières de valorisation, un schéma (figure 10) a été établi et présente de manière synthétique les différents textes encadrant les filières de valorisation. Les filières de valorisation n'étant pas toutes encadrées par les mêmes textes, un bilan des différentes exigences est donc présenté à la suite dans la figure n°10.

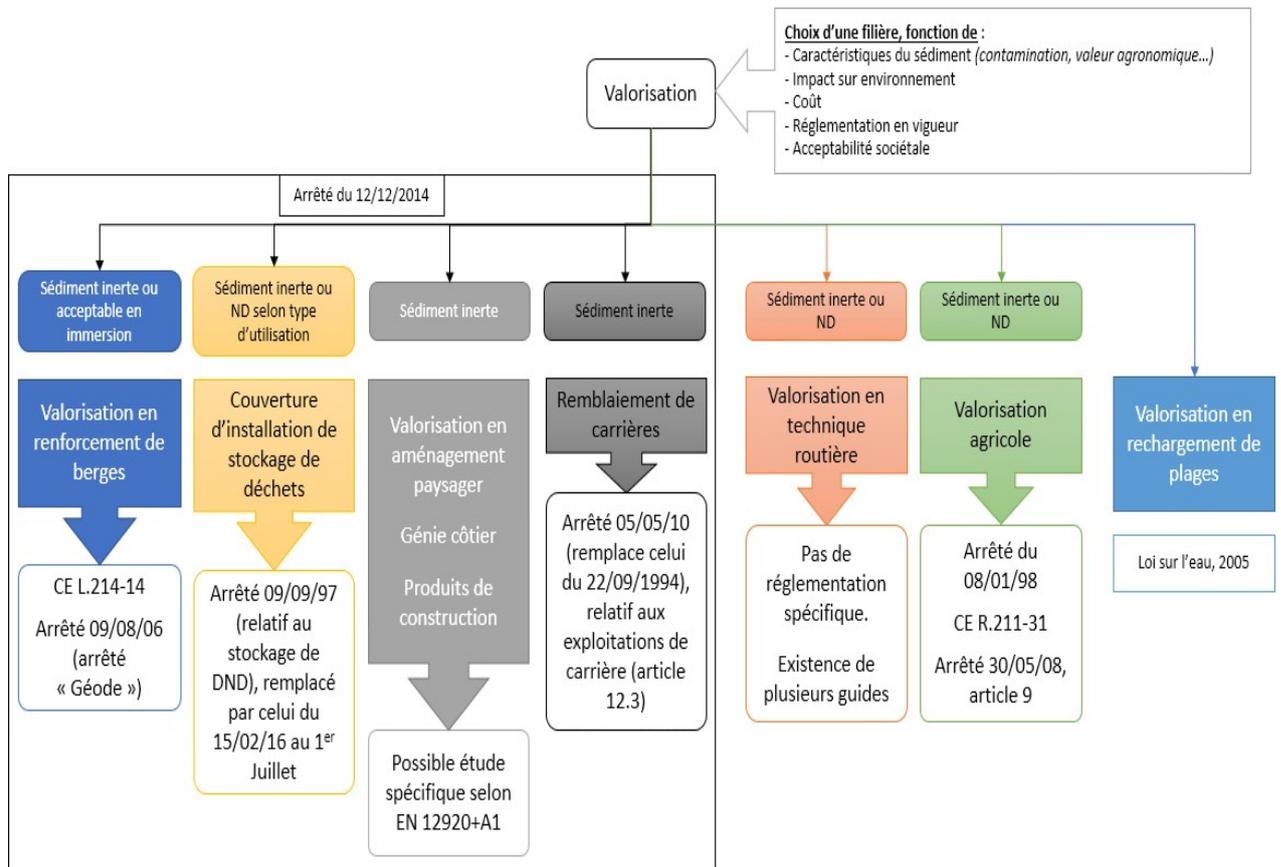


Figure 10. Synthèse des réglementations encadrant les filières de valorisation à terre des sédiments. (Hayet et al., 2017)

**a. Valorisation des sédiments en technique routière**

Les sédiments de dragage peuvent être valorisés en tant que couche de forme dans la construction des chaussées.

• **Utilisation des sédiments de barrages dans la construction des corps de chaussée**

Les projets d’infrastructures dans le domaine des travaux publics nécessitent d’importantes Quantités de matériaux. Les matériaux naturels se font rares et couteux. Confrontées à la nécessité de trouver des granulats en grande quantité et à faible coût, les entreprises routières se sont rapidement intéressées aux matériaux de recyclage.

Ce sujet a été étudié par plusieurs chercheurs. Tous les résultats ont donné des avis favorables sur l’utilisation des sédiments dans la construction des routes. Avant qu’ils soient utilisables, les sédiments doivent être traités pour que leurs caractéristiques physico-mécaniques soient satisfaisantes vis-à-vis des critères géotechniques de la construction routière. Les sédiments se caractérisent par une importante teneur en eau (jusqu’à 200%), en sels (pour les sédiments marins), en argile, en matière organique et parfois en métaux lourds. Ce sont les principaux facteurs qui empêchent l’utilisation des sédiments sans traitement.

Après une identification des caractéristiques physiques, chimiques, minéralogiques et Environnementales, le potentiel d'utilisation des sédiments bruts en techniques routières est évalué. Pour améliorer les propriétés mécaniques des sédiments, le ciment, la chaux et les cendres volantes sont employés dans cette étude.

Pour améliorer, en particulier, les performances mécaniques des sédiments étudiés vis à vis de contraintes imposées pour une utilisation en assise de chaussée, des correcteurs Granulométriques peuvent être utilisés (Seklaoui, 2016).

### b. Valorisation dans le béton et mortier

La production du béton présente un des gros consommateurs de matériaux et les granulats constituent un des matériaux de base de cette filière. En effet, les granulats sont des matériaux régulièrement utilisés dans la fabrication du béton. Ils proviennent très majoritairement de carrières terrestres et sont issus de gisements alluvionnaires dont la ressource s'épuise. De plus, l'exploitation des carrières devient difficile. Dans ce contexte, l'utilisation des sédiments de dragage sous forme de granulats est amenée à se développer pour répondre aux besoins croissants de la filière de fabrication de béton à base de sédiment (Achour, 2013) a étudié la durabilité de deux blocs en béton à base de sédiment marin.

A noter que le port de Dunkerque expérimente avec ses partenaires, l'incorporation de sédiments dans du béton pour la réalisation de bloc de protection des digues (voir figure 11).



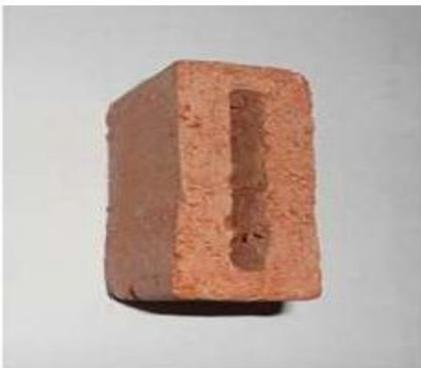
**Figure 11.** Blocs de bétons réalisés avec des sédiments non-immérgeables traités (droite : Port de Dunkerque, gauche : Rade de Toulon) (Boukemmoum, 2019)

**c. Valorisation des sédiments dans l'élaboration de briques**

La composition chimique (% en éléments majeurs) des sédiments bruts et la composition chimique des argiles utilisées pour la fabrication des produits de terre cuite sont comparables. Cette analogie de composition a orienté nos recherches vers la valorisation des sédiments comme matière première dans les briques. Il s'agit d'une étude de faisabilité pour ce type de valorisation. Les sédiments ont été utilisés dans la fabrication de briques par substitution partielle de l'argile entrant dans la formulation. La confection des briques a été réalisée au sein même de la briqueterie Al Andalous de Tanger (**Boukemmoum, 2019**).

La figure 12 montre l'aspect des briques obtenues en substituant 70% de l'argile utilisée par les sédiments de dragage

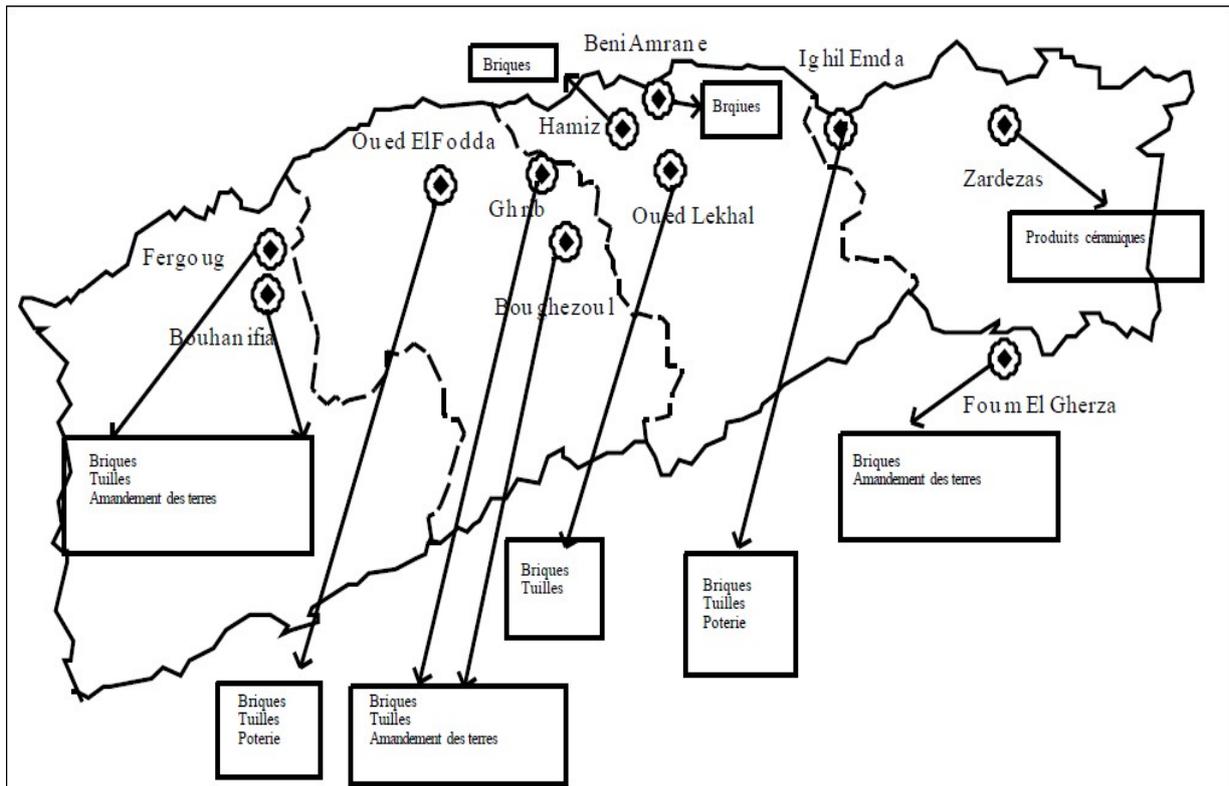
Sédiment de Larache



Sédiment de Tanger



**Figure 12.** Briques fabriquées avec un taux de substitution de 70% de sédiments (**Boukemmoum, 2019**)



**Figure 13:** Utilisation de la vase des barrages les plus envasés (Boukemmoum, 2019)

#### d. Valorisation dans la fabrication du ciment

La composition chimique des sédiments (principalement de la silice, quartz, calcite, ...) rappelle celle de la matière brute utilisée pour la fabrication du clinker. L'idée est que l'on peut les utiliser dans l'industrie cimentaire. Or très peu d'études existent sur ce sujet. C'est en 2004 que l'étude de cette solution a débuté par (Dalton et al.2004) cité dans (Dang T.A., 2011). Ils ont fabriqué du clinker en présence de sédiments et ceci a deux niveaux : au niveau du laboratoire (benchscale) et au niveau semi industriel (pilot scale), la référence étant le ciment Portland ordinaire industriel (full scale).

#### e. valorisation agricole

Valorisation en épandage agricole D'après la (Hayet et al, 2017), la valorisation agricole n'est envisageable que si :

- Les sédiments présentent un intérêt agronomique pour le sol ou pour la nutrition des cultures et des plantations;
- L'usage et la manipulation des sédiments lors de cette opération ne portent pas atteinte à la santé, à l'état phytosanitaire des cultures, la qualité des sols et des milieux aquatiques ;
- L'accord des propriétaires des parcelles concernées par l'opération est obtenu

Sur le plan technique, les sédiments peuvent être épandus sur les terres agricoles par refoulement hydraulique, sous forme de boues liquides, ou sous forme solide, après égouttage et entreposage. L'épandage de boues autres que les boues issues du traitement des eaux usées peuvent être soumis à procédure de déclaration ou d'autorisation au titre de la rubrique 2.1.4.0 de la loi sur l'eau en fonction du volume ou des flux annuels épandus en azote total ou en DBO5.

#### **f. Valorisation en remblaiement de carrières**

Réglementairement, le remblayage des carrières doit être géré de manière à assurer la stabilité physique des terrains remblayés. Il ne doit pas nuire à la qualité du sol, compte tenu du contexte géochimique local, ainsi qu'à la qualité et au bon écoulement des eaux, l'annexe I de l'arrêté du **05/05/2010** précise qu'une terre est considérée comme non polluée dès lors que ses caractéristiques sont cohérentes avec le fond géochimique naturel local.

Lorsque le remblayage est réalisé avec un apport de matériaux extérieurs (déblais de terrassements, matériaux de démolition...), ceux-ci devront être préalablement triés de manière à garantir l'utilisation des seuls matériaux inertes. Lorsque les matériaux extérieurs sont des déchets, seuls les déchets inertes peuvent être admis dans l'installation (**Hayet et al., 2017**).

#### **g. Valorisation en aménagement paysager, en génie côtier et en produits de construction**

La norme NF EN 12920+A1 est recommandée dans le cadre notamment d'une étude spécifique de sédiments en vue d'une de ces trois valorisations (aménagement paysager, génie côtier et produits de construction). Elle préconise entre autres la caractérisation des matériaux avant et après traitement (ou prétraitement), la mise en place et le suivi du scénario de valorisation, la modélisation du transfert de contaminants vers le milieu environnant et la validation des modèles.

Il existe un guide méthodologique, issu des travaux de SEDILAB, sur la valorisation des sédiments de dragage en aménagement paysager publié en 2014 (**Abriak et al., 2014**).

#### **h. Valorisation en couverture d'installation de stockage de déchets**

Cette filière de valorisation est également encadrée par l'arrêté du **12/12/2014**. Les sédiments présentant une nature fine et argileuse peuvent être utilisés dans les couvertures intermédiaires ou finales des ISD. Les sédiments utilisés en tant que matériau nécessaire à l'exploitation doivent respecter les caractéristiques d'admissibilité des Déchets Non Dangereux (DND) définies par l'arrêté du **15/02/2016** relatif aux Installations de Stockage de Déchets Non Dangereux, qui remplacera au 1er Juillet 2016 celui du **09/09/1997**. Dans le cadre d'une couverture définitive de l'installation, seuls des sédiments inertes doivent être utilisés. Les exigences du plan de couverture sont fixées par l'arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter de l'ISD.

Un guide réalisé par le BRGM et l'ADEME a été publié en 2001 afin d'aider aux dimensionnements des couvertures des sites de stockage de déchets non dangereux en intégrant le caractère évolutif du système (**Vernus et al., 2013**).

**i. Valorisation en renforcement/confortement de berges :**

Cette filière de valorisation est également encadrée par l'arrêté du **12/12/2014**. L'article L.215-14 du code de l'environnement encadre également tous travaux d'extraction de sédiments non réalisés par le riverain ou bien non réalisés dans le cadre d'un entretien régulier. Dans ce cas, l'auteur des travaux est soumis à une procédure de déclaration ou d'autorisation selon le volume de sédiments extrait au cours d'une année et selon la concentration en métaux lourds de ces sédiments, définis par l'arrêté du 09/08/2006, relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux :

- Supérieur à 2 000 m<sup>3</sup> (autorisation) ;
- Inférieur ou égal à 2 000 m<sup>3</sup> dont la teneur des sédiments extraits est supérieure ou égale au niveau de référence S1 (autorisation) ;
- Inférieur ou égale à 2 000 m<sup>3</sup> dont la teneur des sédiments extraits est inférieure au niveau de référence S1 (déclaration) (**Hayet et al, 2017**).

**j. Valorisation en couverture de friches industrielles :**

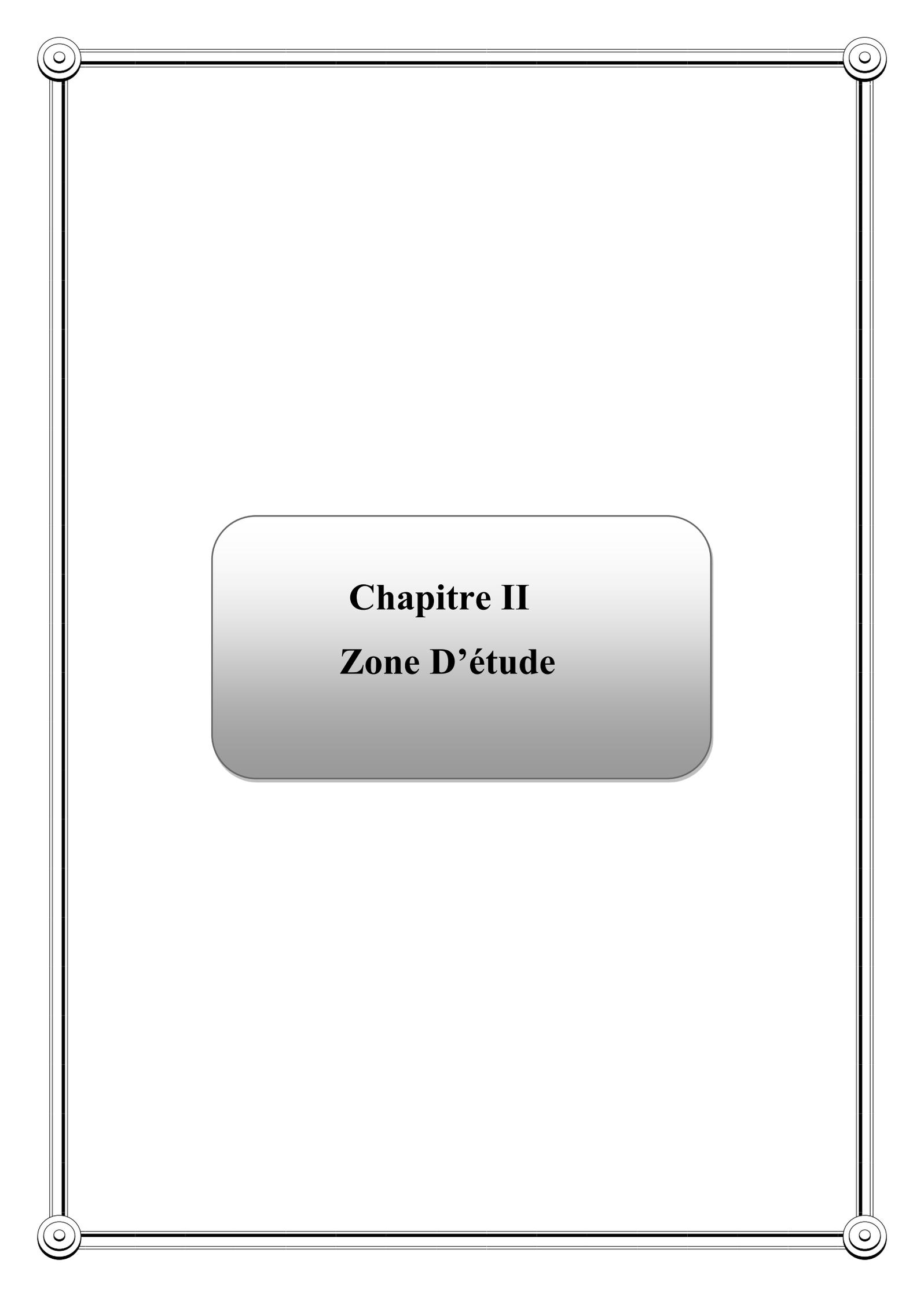
La gestion de sites (potentiellement) pollués suit deux étapes :

- la première étape est la réalisation du schéma conceptuel, qui permet d'appréhender les sources de pollution, les différents milieux de transfert et leurs caractéristiques pour déterminer l'étendue des pollutions, les enjeux à protéger (populations riveraines, ressources naturelles à protéger). C'est le fondement nécessaire à une politique de gestion du risque selon l'usage.
- la seconde étape met en œuvre des actions complémentaires, définies à l'issue d'une démarche d'interprétation de l'état des milieux (IEM) et/ou de plan de gestion.

Ces deux démarches de gestion (IEM et plan de gestion), selon le cas, peuvent être mises en œuvre indépendamment l'une de l'autre, simultanément ou successivement (**Hayet et al, 2017**).

**Conclusion**

Les sédiments constituent une ressource d'intérêt, aux propriétés physico-chimiques très spécifiques. Les avancées de la recherche ouvrent aujourd'hui de nouvelles possibilités d'emploi de cette ressource. Alluviaux donne aux scientifiques et aux industriels de nouveaux outils, pour structurer une filière pérenne et viable, source d'emplois. Cette valorisation dans des filières industrielles peut constituer une véritable opportunité économique pour le territoire, dans le secteur de la chimie, de la construction, du BTP et de l'aménagement de la voie d'eau. Elle constituerait aussi un concours concret et vertueux des entreprises au développement durable du territoire, grâce à la mise en place de circuits d'économie circulaire, à l'amélioration des performances du transport fluvial, etc.



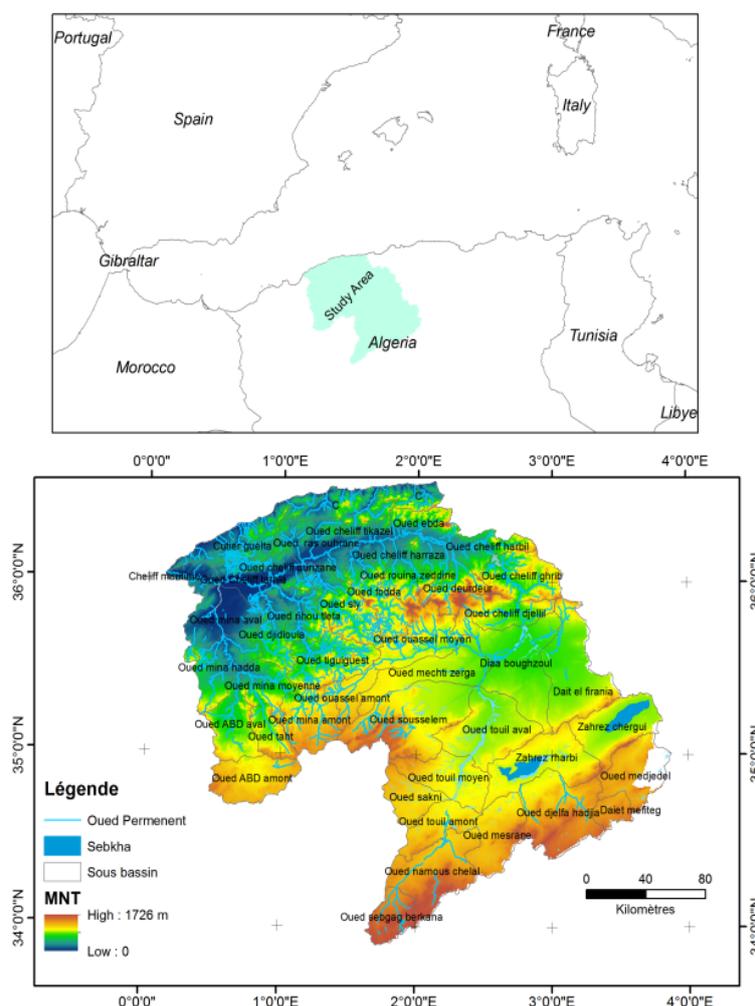
**Chapitre II**  
**Zone D'étude**

## 1. Introduction

Le bassin du Cheliff se situe au centre ouest de l'Algérie du nord, sur une superficie de 47 269 km<sup>2</sup>. Avec plus de 700 km de long, il est plus grand cours d'eau (figure 1),

Le bassin du Cheliff s'étend entre les méridiens 0° et 3°30'Est et entre les latitudes 34° et 36° Nord.

Il couvre quatre sous régions, le Chélif en amont de Boughezoul, le Haut et le moyen Cheliff, le Bas Cheliff, la Mina et le côtier Dahra. Il est limité au Nord par la Méditerranée, à l'Ouest par le bassin Oranais, au Sud par les hautes plaines (Zahrez) et à l'Est par le bassin algérois (Brahimi, 2017).



**Figure 1.** Situation géographique du bassin versant Cheliff-Zahrez (Hallouz et al., 2020)

Le Bassin du Haut Chélif est situé à 110 km au Sud-ouest d'Alger (Figure 2), faisant partie de la plaine du Cheliff et à 350 m d'altitude. La superficie du bassin versant du haut Cheliff est de 1935 km<sup>2</sup>, avec un périmètre de 220 km (Brahimi, 2017).

Elle est limitée naturellement:

- Au Nord par la continuité occidentale du djebel Zaccar Miliana (1578 m d'altitude).
- Au Sud les contreforts de l'Ouarsenis qui culmine près de Bordj Bounaama wilaya de Tissemsilt.
- A l'Est par djebel Gantas (seuil de Djendel)
- A l'Ouest par le mont de Djebel Doui (seuil de Doui)

Ce bassin possède un réseau de distribution sous pression pour l'irrigation par aspersion d'une superficie estimée à 37000 hectares équipés (Khadraoui, 1979).

Le climat de Haut Chélif est caractérisé par un climat méditerranéen, est un climat de transition entre la zone tempérée et la zone tropicale avec un été très chaud et très sec, tempéré seulement en bordure de la mer, l'hiver est très frais et plus humide.

Ce climat est qualifié de xérothermique. Le climat méditerranéen est caractérisé par une concentration hivernale des précipitations, l'été étant sec.

Le réseau hydrographique est caractérisé par un régime d'écoulement temporaire.

En saison pluvieuse, les eaux issues des principaux affluents représentés par les Oueds, Souffay, Boutane.

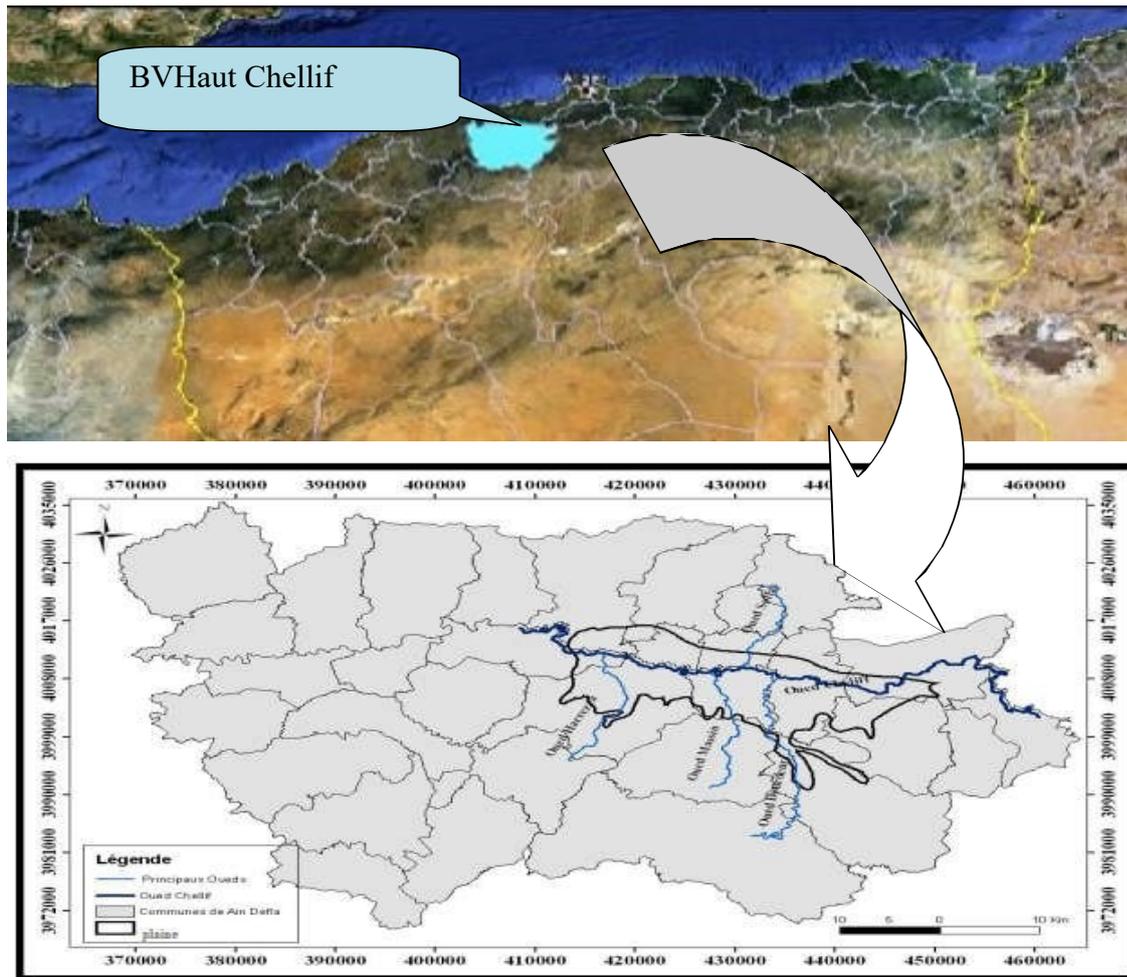


Figure 2. Situation du bassin versant haut Chelif (Chetta et Nekki, 2017)

## 2. Géomorphologie

La vallée du Chélif est constituée par une succession de bassins de sédimentation d'allure synclinale (ABH-CZ, 2004a, b).

Les formations géologiques sont vigoureusement relevées au nord, alors qu'elles ne présentent qu'un léger pendage au sud (ABH-CZ, 2004a). Entre deux bassins se trouve un seuil que le Chélif a dû forcer pour passer.

Il est admis l'existence de trois unités morphologiques :

- le lit majeur du Chélif,
- les piedmonts des bordures nord et sud,
- les niveaux de terrasses.

La vallée du Chélif est caractérisée par des sols d'apport colluvial et surtout alluvial.

La pédogenèse est très marquée par des phénomènes d'hydromorphie, d'halomorphie, de tirification et de rubéfaction qui sont liés aux propriétés morphologiques. Dans le périmètre du Haut Chélif, il est possible de distinguer trois principaux types de sols :

- les sols alluviaux sableux de la terrasse moderne du Chélif, qui sont peu évolués, profonds et perméables.
- les sols alluviaux de texture limoneuse de la terrasse récente du Chélif, qui sont faiblement argileux.
- les sols des terrasses anciennes, qui sont rouges sur tuf ou sur croûte décalcifiée en surface. La structure tectonique joue un rôle prépondérant dans la morphologie de cette région (Berrouaghia).

A l'allochtone correspond des sommets élevés mais au relief assez mou et à l'architecture anarchique. Par contre, à l'autochtone Crétacé correspondent des reliefs orientés généralement de l'est vers l'ouest, parallèles aux axes et replis tectoniques. Cet ensemble est dominé par la terminaison occidentale des Bibans dont la masse de flysch culmine à 1.249 m. Seule la vallée de l'Oued El Akoum est orientée du nord vers le sud, constituant une excellente voie de passage pour la grande route Alger-Laghouat.

A l'est de Berrouaghia, une dépression topographique correspondant aux marnes du Crétacé supérieur sépare les Bibans de la zone sud-tellienne, et facilite les communications en direction de l'est (FICHEUR, 1902; ABH-CZ, 2004a, b). Le quaternaire est assez réduit. Outre quelques placages d'éboulis sur les pentes, il est constitué essentiellement de remplissage d'alluvions plus ou moins fins dans les lits des oueds, avec localement des restes de terrasses plus anciennes témoignant d'une reprise de l'érosion actuelle. (Djezzar, 2015).

Le Miocène affleurant dans la partie septentrionale de la feuille, constitue la bordure méridionale du grand bassin de Médéa, qui se prolonge à l'ouest par le bassin du Chélif et à l'est vers Bouira. Une série oligocène de même faciès que celle connue plus à l'est sur la feuille Souagui au Draâ el Mensdjel, où l'on observe sur plusieurs centaines de mètres des grès grossiers à huîtres, des marnes sableuses grises et des calcaires détritiques, attribués à l'Oligocène (FICHEUR, 1902; ABH-CZ, 2004a).

Au niveau du Sénonien autochtone, il est distingué du bas vers le haut (Djezzar, 2015).

- une épaisse série de 460 m de marnes grès bleuté, à petites intercalations calcaires (calcaires sub lithographique brun-clair et calcaire argileux gris) avec au milieu de la série, une passée de 70 m de marnes grises à boudins et miches calcaires abondants; les marnes sont ferrugineuses au-dessus de cette passée.

- une Cuesta de calcaire bien lité, gris calcaire dont l'épaisseur varie de 8 à 15 m du sud vers le nord est située au niveau des calcaires organogènes à Bryozoaires.

- gros bancs massifs de calcaires gris-clair à pâte fine, et avec à la base de rares niveaux marneux à débit schisteux.

### 3. Réseau hydrographique et potentialité hydriques

Les potentialités hydriques et les composantes du réseau hydrographique sont abordées en décrivant l'oued Cheliff, les barrages et les retenues collinaires. Il est question aussi de l'importance des périmètres irrigués et des besoins en irrigation ainsi que de l'envasement des barrages.

- **Oued Cheliff**

L'Oued Cheliff qui s'étend sur une distance de 725 km traverse le bassin versant le plus important du pays avec une superficie de 43.750 km<sup>2</sup>, un réseau hydrographique de 6.500 km et des apports totaux (bassin Cheliff Zahrez) estimés à 1 227 Hm<sup>3</sup>, où les apports aux barrages, ne dépassent guère la valeur de 870 hm<sup>3</sup>.

Les eaux de surface ne sont pas toutes exploitables du fait de l'irrégularité interannuelle très prononcée des écoulements. Il est le seul cours d'eau algérien, qui prend sa source dans l'Atlas saharien, près d'Aflou dans les monts du djebel Amour.

Deux barrages sont installés le long de cet Oued. Bougezoul tempère les crues en provenance du Haut bassin de l'Oued Cheliff et du Ghrib dont le comblement de la retenue est ralenti par la décantation des eaux du premier barrage (TOUAZI et al. 2011; ABH, s.d.). Plusieurs autres ouvrages de déviation des eaux pour l'irrigation sont construits tout le long de son parcours (Djendel, Oum Drou, Boukader, Sidi-bel Attar).

L'Oued Cheliff reçoit les eaux de plusieurs affluents et nappes souterraines. En période d'étiage, il n'est alimenté que par les lâchés du barrage Ghrib situé à l'amont ou par les affluents comme celui de l'Oued Mina. Le régime d'écoulement mensuel et annuel de l'Oued Cheliff est extrêmement irrégulier/ En général l'apport de l'Oued est important de septembre à mai et particulièrement déficitaire, sinon sec en période d'été.

L'Oued Cheliff traverse successivement 9 zones, celles de Laghouat, de Djelfa, d'oued Touil, de Tiaret, de Tissemsilt, de Nahr Ouassel, d'oued Mina-haut) Médéa, Ain-Defla, (oued Cheliff), Chlef (oued Fodda - oued Sly), Relizane (oued Rhiau, oued Mina-bas), Mostaganem (déversement) (Touazi et al., 2011; ABH-CZ, 2010).

Dans la littérature, seul l'Oued Ebda est situé sur la rive droite du Chélif et dont le bassin est entaillé dans le massif du Djebel Bou Maad et le Zaccar. Les autres oueds occupent toute la rive gauche du Chélif (Tab. 1). Pourtant d'autres oueds sont situés sur la rive droite et ne sont pas cités dans la bibliographie; il s'agit d'Oued Rihane et d'Oued Botane.

Ce dernier est issu d'Oued Guergour. Oued Bouzid, Oued El anasseur et Oued Sidi Sbaa prennent naissance de Djebel Zaccar de Miliana. Les oueds qui alimentent le bassin versant du haut Cheliff sont présentés dans le tableau

Tableau 1. Bassin versant du Haut Cheliff

N°	Bassin versant	Code ANRH	Superficie (km <sup>2</sup> )
1	Oued Cheliff Ghrib (Haut Cheliff)	01 14	1378
2	Oued Cheliff Harbil (Haut Cheliff)	01 15	780
3	Oued Deurdeur (Haut Cheliff)	01 16	851
4	Oued Cheliff Harreza (Haut Cheliff)	01 17	754
5	Oued Ebda (Haut Cheliff)	01 18	660
6	Oued Rouina Zeddine (Haut Cheliff)	01 19	890
7	Oued Cheliff Tighzel (Haut Cheliff)	01 20	581

(ANRH, 2005)

- **Présentation générale de la zone étude**

Notre étude traitera deux (02) barrages seulement, à savoir:

-Barrage Ghrib (sous bassin versant de l'Oued Chélif-Ghrib).

-Barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba (sous bassin versant de l'oued Arib-Ebda)

## 4.. Barrage Ghrib

### 4.1. Présentation du barrage Ghrib

Dans cette partie, nous allons donner une présentation générale du Barrage Ghrib qui est le plus connu et le plus visité, un des grands réservoirs que l'Algérie a construits depuis plus d'un demi-siècle.

Cette faveur est due pour une bonne part à sa proximité d'Alger, aux facilités d'accès, au charme indiscutable du site, raisons déterminantes pour une certaine catégorie de visiteurs, qui sont peut-être également sensibles à la grandeur de l'œuvre humaine réalisée.

Le barrage Ghrib a cumulé des difficultés de toutes sortes pendant sa construction, ces difficultés étaient de deux ordres :

D'une part, sujétions de fondation, car le lieu, s'il était topographiquement bon, était géologiquement médiocre ;

D'autre part, incertitudes résultant de la mise en œuvre de technique nouvelles, l'ouvrage étant le premier de ce type en Algérie « surélévation » (Azizou et Madani, 2015).



**Figure 3.**Photo du Barrage Ghrib (cliché HammiMedjdoub et Morsli, Octobre 2019)

Le barrage Ghrib, situé sur l'Oued Chélif est un ouvrage important, qui fait partie du complexe d'aménagement de la vallée du Chélif. Il est construit en amont du périmètre du

Chélif, permettant de fournir de l'eau indifféremment à chaque périmètre à savoir :

Le haut, moyen et le bas Chélif.

Cependant ce barrage est confronté aux problèmes d'alluvionnement et d'envasement de la retenue, une situation fort préoccupante, puisque le taux d'envasement du réservoir a atteint les 3,20 Mm<sup>3</sup>/an (ANBT, 2007).



**Figure 4.**Photo du barrage Ghrib (cliché HammiMedjdoub et Morsli, Octobre 2019)

#### **4.2. Situation géographique de barrage Ghrib**

Le barrage Ghrib est situé dans la vallée du Cheliff à 07 Km en amont du centre d'Oued Chorfa, à 45Km de Khemis Miliana, à 30Km au Sud-ouest de Médéa et à 150Km à l'ouest d'Alger.

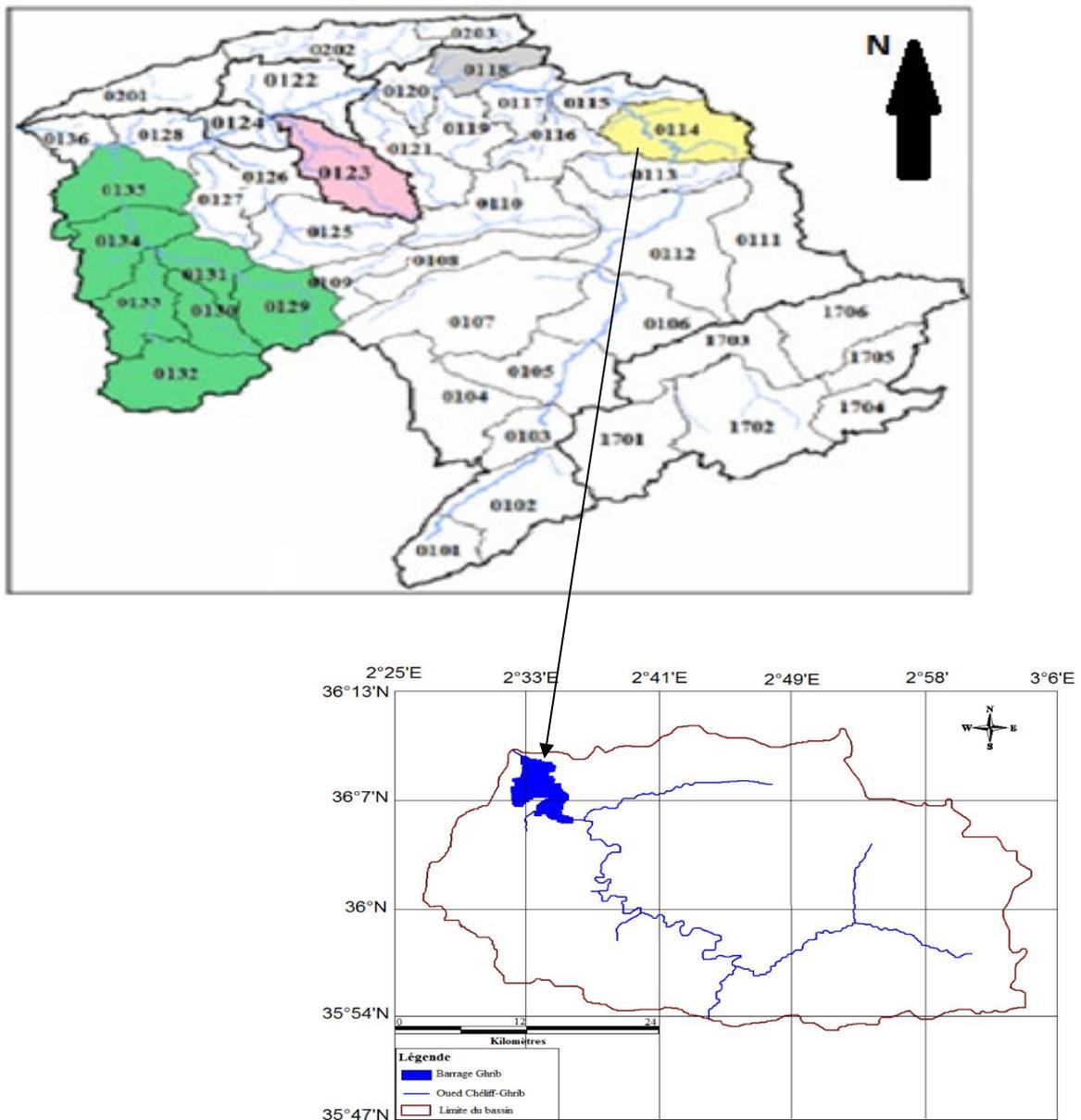
En amont du Ghrib, l'Oued Cheliff est régularisé par le barrage de Boughezoul qui est situé à 20Km au Sud de Boughari (Médéa) et à 110Km du Ghrib. Le barrage Ghrib a été construit en 1928 en bordure Nord de la chaîne Tellienne, au point où l'Oued Cheliff quitte son orientation Sud –Nord pour prendre la direction Ouest. Mais, ce n'est qu'en 1939 que sa mise en eau a eu lieu. Il est situé à une longitude de  $02^{\circ}35'9.37''$  E et à une latitude de  $36^{\circ}9' 19.06''$ N.

Le site du barrage est repéré par les coordonnées Lambert suivantes.

X=487.25 m

Y=318.4 m

Z=450 m      **(Azizou et Madani, 2015).**



**Figure 5.** Carte de .La localisation géographique du sous bassin versant d'oued Chélif-Ghrib (Brahimi, 2017)

#### 4.3. Principales caractéristiques du barrage Ghrib : (ANBT, 2018)

- Wilaya : Ain Defla
- Commune : Oued Chorfa, Oued : Cheliff
- Type : Enrochement avec masque amont
- Déversoir (ancien): Creager
- Profondeur Maximal de la digue du barrage (65m)
- Déversoir (après surélévation) : hausses fusibles
- Début et fin de travaux : du 1927 au 1939

- Année mise en eau : 1939
- Capacité initiale : 280 Mm<sup>3</sup>
- Année de la surélévation Déversoir (après surélévation) : 2005.
- Capacité dernière levée bathymétrique de 2004 : 115,307Mm<sup>3</sup>
- Précipitation moyen annuelle 300 mm.
- Envasement annuel : 3,18 Mm<sup>3</sup> .an-1
- Cote retenue normale (ancien) : 427,50m
- Cote retenue normale (après surélévation) : 432,00m
- Surface du bassin versant 23300Km<sup>2</sup>.
- Apport moyen annuel: 148,5Mm<sup>3</sup>
- Taux d'envasement du barrage : 58.81%
- Volume régularisé: 105 Mm<sup>3</sup>
- Capacité après surélévation : 185,32 Mm<sup>3</sup>
- Hauteur : 105 m
- Longueur : 270 m
- Déversoir hausses fusibles: 4 5000 m<sup>3</sup> /s
- Vidange de Fond : 100 m<sup>3</sup> /s

#### 4.4. Géologie

La géologie d'un bassin versant est un facteur très important du régime des cours d'eau qui drainent ce bassin. En période de crue, les volumes écoulés seront d'autant plus grands que le bassin sera plus imperméable. En période de basses eaux, les débits seront d'autant plus forts que les nappes sont plus nombreuses et importantes.

Enfin, la géologie influe indirectement sur l'évapotranspiration par l'effet thermique dû à la couleur des sols et par le développement de la végétation en fonction des sols (albédo) (**Laborde, 2009**).

Le bassin versant du Chéelif occupe une portion de l'Algérie dont l'orographie est à la fois simple et typique. Des chaînes montagneuses, parallèles à la côte, séparées par des zones déprimées ou par de hautes plaines, en constituent les principaux traits. Cette disposition correspond à la structure géologique, mais sa réalisation fut assez récente puisqu'elle ne s'est traduite définitivement dans le relief qu'au cours de la période Miocène (**Brahimi, 2017**).

#### 4.5. Cadre géologique général

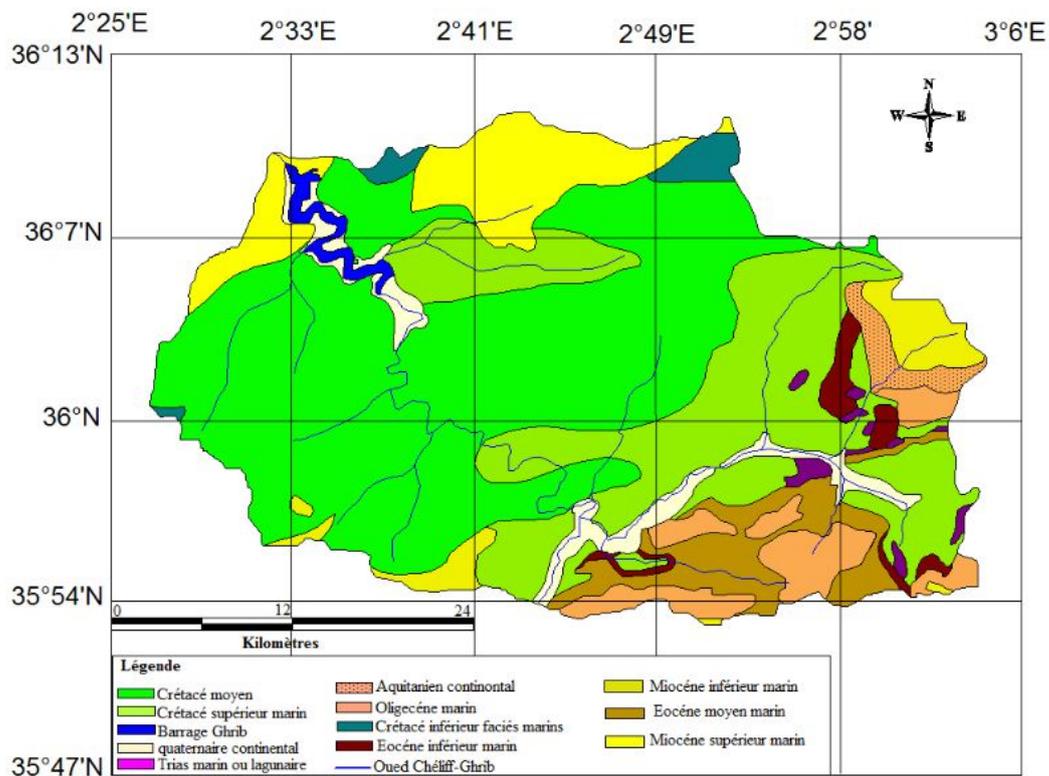
Le Chélif est une exception notable parmi les fleuves nord-africains; c'est le seul oued qui draine une partie des hauts plateaux, et c'est un de ceux qui possèdent le cours le plus long et le débit le plus grand .Il doit ces caractères à la structure profonde des pays qu'il traverse.

#### 4.6. Géologie de Sous bassin versant Chélif-Ghrib

Le Chélif pénètre à Boghari dans les montagnes du Titteri (Médéa) grâce a un grand accident transversal .Il draine alors une région où affleurent les formations éocènes riches en phosphates de l'yprésien-Thanetien. Puis le Chélif traverse le pays crétacé qui forme l'essentiel des zones montagneuses du bassin versant immédiat.

A hauteur du barrage Ghrib, le Chélif pénètre dans le bassin Miocène et le paysage changer complètement. Les alternances des marnes et des grès et les pendages faibles (quelques degrés) ont donné naissance à une morphologie en gradins et le Chélif a pu creuser une large vallée notamment à l'aval de Dolfussville (Oued Chorfa).

Ce bassin Miocène est assez complexe: des mouvements tectoniques importants l'ont affecté au cours de la sédimentation; des nappes de glissement y ont été mises en évidence récemment. .  
(Brahimi, 2017)



#### 4.7. Contexte pédologique

Le sol agit de différentes manières sur le régime d'une rivière. Sa nature et surtout sa couleur interviennent dans le bilan thermique; par son influence sur le développement et la

nature de la végétation, il agit indirectement sur l'évapotranspiration. Mais ce sont surtout les propriétés mécaniques des sols qui importent en hydrologie et ce sont les seules qui soient étudiées séparément du point de vue bilan (surtout à l'échelle fine de l'écoulement consécutif à une averse).

Un sol peut être soit compact (roche) et dans ce cas son étude relève de la géologie, soit meuble et c'est alors une question de pédologie (**Roche, 1963**).

Les sols du bassin versant Chélif sont composés de quatre grands ensembles (Boulaine, 1956) :

- Les sols alluviaux peu évolués : ce sont les sols qui sont en voie de formation à partir des alluvions déposées par le Chélif et par ses affluents majeurs et qui ne présentent pas encore de caractères d'évolution bien marqués. Ils se sont donc formés à partir des alluviaux les plus jeunes : celles des dépôts sableux du lit majeur et du bourrelet alluvial. Ces sols se développent dans le lit majeur de l'oued Chélif et de ses affluents.
- Les sols hydro morphes ou sols engorgés par l'eau : Il s'agit de sols dans lesquels la présence de l'eau domine la pédogénèse pendant une partie de l'année. Ces sols sont connus sous des noms divers : sols de marécages, sols hydromorphes, sols engorgés par l'eau, etc.....  
On trouve ces sols dans tous les plains de Chélif.
- Les sols halomorphes ou sols salés : la classification utilisée est basée sur la teneur de chlorure. Ces sols sont surtout répandus dans la plaine de Relizane.
- Les sols automorphes ou sols lessivés : sont les sols qui se forment dans de bonnes conditions de drainage. Il comprend les sols évolués, les sols dunaires et les sols alluviaux et les sols calciques.

#### 4.8. Contexte pédologique de Sous bassin de l'oued Chélif-Ghrib

Selon la carte pédologique du Barbut (1954) (figure n°7) effectuée à une échelle grossière (1 :500 000), on trouve dans ce sous bassin les différents types de sols suivants :

- Sols alluviaux : Ces sols se développent dans le lit majeur de l'oued Chélif-Ghrib et de ses principaux affluents.
- Sols calcaires : Ces sols sont peu épais, formés d'un seul horizon mélange de cailloux calcaires qui sont des morceaux de la carapace sous-jacente. Ces sols sont en effet toujours situés sur une carapace. On les trouve dans les bordures de l'oued principal, et sur le rebord des glacis anciens.
- Sols calcaires humifères : ces sols sont plus profonds, d'une couleur plus sombre et moins caillouteuse, Ils sont trouvés dans la partie Nord-est et la partie Est du sous bassin.
- Sols insaturés et sols insaturés humifère : Ce type de sol est moins fréquent dans ce sous bassin, il se trouve dans la partie Est de sous bassin en alternance avec des sols calcaires humifères.
- Roche mère : l'affleurement de roche mère se trouve à la partie amont du sous bassin

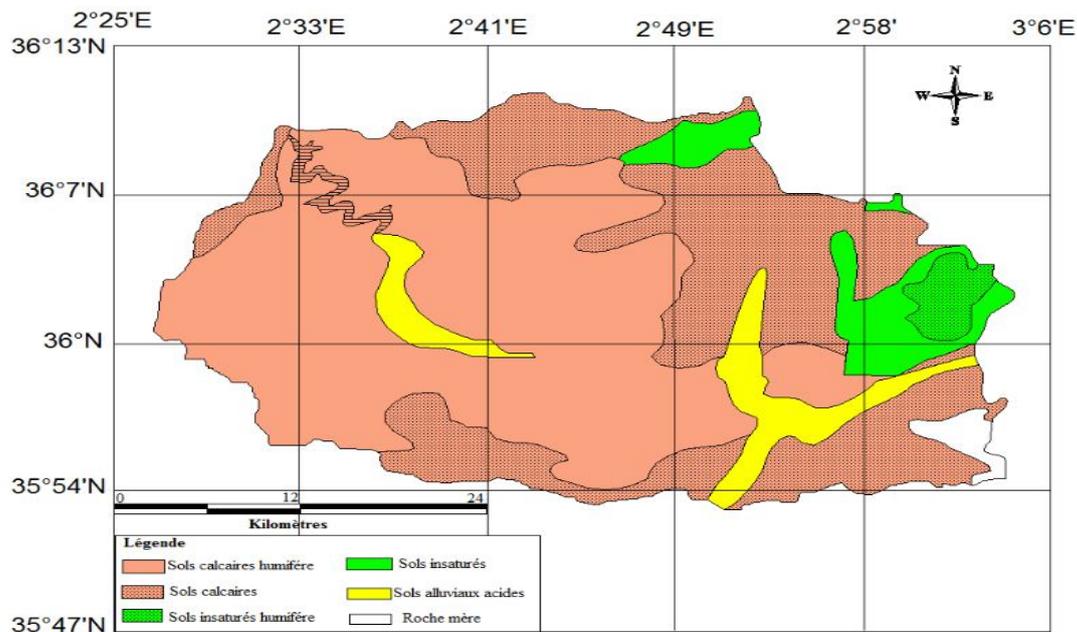


Figure 7. Carte de sol de sous bassin versant d'Oued Chélif-Ghrib (Brahimi, 2017)

#### 4.9. Végétation

Le couvert végétal influe beaucoup sur les quantités d'eau disponibles pour l'écoulement de surface. En effet l'évapotranspiration par les végétaux est très importante et elle varie selon la nature des végétaux (forêts, cultures, prairies...etc.).

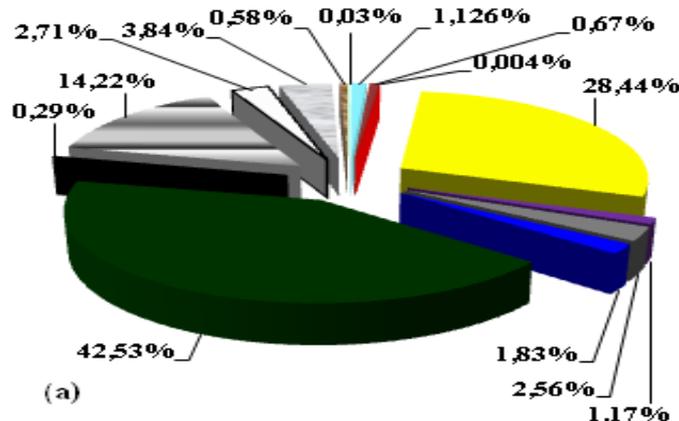
Par ailleurs, la végétation joue également un rôle atténuateur important en période de crue : en effet, lorsque la végétation est développée, le ruissellement est retardé et la pointe de crue est atténuée. Par ailleurs, l'écoulement étant plus long, la part d'eau reprise par l'évapotranspiration augmente et le volume de la crue diminue.

Pour caractériser le couvert végétal, on utilise le pourcentage des surfaces occupées par chaque type de végétation (Laborde, 2009).

Pour étudier la distribution du couvert végétal au niveau des sous bassins d'étude, nous avons pris la classification de diverses formes de culture suivante (INSID, 2011) :

- ❖ **Grande culture** : elle rassemble toutes les cultures annuelles telles que les céréales (blé dur, blé tendre, orge, cultures fourragères sous toutes ses formes) les cultures industrielles, les légumes secs etc....
- ❖ **Culture maraîchère** : Sous cette appellation sont regroupées les cultures légumières de pleins champs ou sous serre.
- ❖ **Culture arboricole** : Cette classe concerne les parcelles occupées par des arbres ou d'arbustes fruitiers.
- ❖ **Viticulture** : Ce sont des surfaces occupées par de la vigne.
- ❖ **Polyculture** : Cette classe concerne l'espace occupé par différentes cultures sur un ensemble de parcelles de petites tailles.
- ❖ **Oléiculture** : Il s'agit de parcelles d'oliviers avec une densité de plantation supérieure à 35 arbres à l'hectare.

- ❖ **Zone de parcours** : Cette classe comprend tous les parcours steppiques et Sahariens. Les défrichements sont associés à cette classe
- ❖ **Forêt – maquis – reboisement**  
 Dans cette classe il est regroupé :
  - Les forêts : formations végétales principalement constituées d'arbres, de buissons et d'arbustes.
  - Les maquis : formations forestières basses et fermées ; composées principalement de buissons, d'arbustes et de plantes herbacées.
  - Les reboisements ainsi que les zones touchées par des incendies récents.
- ❖ **Sable** : Dans cette classe on retrouve le voile sableux, placage éolien sur versant exposé, dunes isolées ou regroupées tels que les cordons dunaires.
- ❖ **Zone à sol nu à affleurements rocheux** : Cette classe concerne les sols nus ou recouverts par une végétation herbacée ou autre avec un taux de recouvrement inférieur à 15%. Elle concerne aussi les regs, les éboulis, les falaises, les affleurements rocheux et les zones affectées par l'érosion intense.
- ❖ **Plan d'eau** : Étendues d'eau, naturelles ou artificielles. Dans cette rubrique sont représentées également les surfaces d'eau des barrages, les retenues collinaires, les Sebkhass, les Chotts et les Daiias.

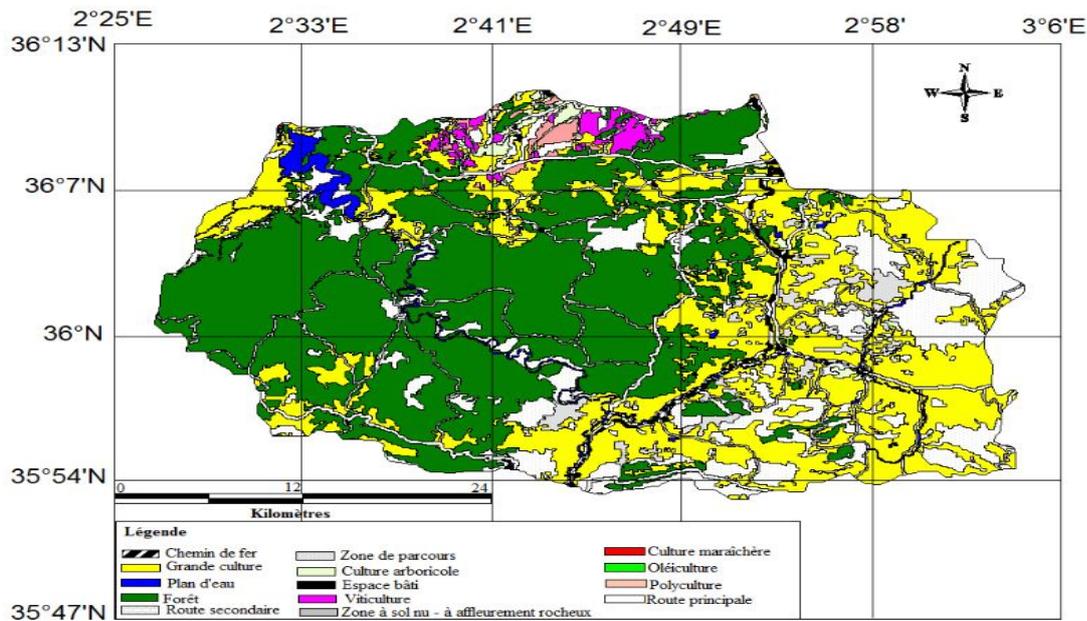


**Légende**

 Forêt	 Route principale	 Grande culture	 Oléiculture
 Espace bâti	 Route secondaire	 Culture arboricole	 Plan d'eau
 Zone de parcours	 Chemin de fer	 Zone à sol nu	
 Culture maraîchère	 Polyculture	 Viticulture	

**Figure 8.** Répartition des classes d'occupation du sol des sous bassins des Oued Chélif-Ghrib (Brahimi, 2017)

La distribution du couvert végétal (figure n° 8), montre qu'au niveau du sous bassin versant de l'Oued Chélif-Ghrib, les formations forestières (forêts, maquis et reboisement), occupent 58270 ha représentant le pourcentage le plus élevé, soit 42,53%, suivie par les grandes cultures avec toutes les espèces confondues et les parcours qui occupent respectivement 43065 ha soit 31,43% et 19480 ha soit 14,22 de la superficie totale, ce qui signifie que la topologie du sous bassin est **sylo-agro-pastorale**.



**Figure 9.** Carte d'occupation du sol de sous-bassin versant d'Oued Chélif-Ghrib (INSID, 2011).

On y distingue un Burdigalien et, d'après (Dalloni, 1939), «aux poudingues, grès et calcaires de la partie inférieure, succèdent des marnes gréseuses...Le Cartennien supérieur, marneux, blanchâtre...correspond à un dépôt assez profond analogue au Schlier..., parmi ces puissants dépôts miocènes qui représentent le fond de l'ancien golfe du Chélif, le Vindobonien prédomine de beaucoup et forme à peu près exclusivement le Djendel comme le Gontass, s'étendant au pied des massifs secondaires jusqu'à la bordure cartennienne et parfois au-delà...,aussi des argiles helvétiques s'intercalent ici ,très près de la base, des grès grossiers et des poudingues, des calcaires à Lithothamnium et à Polypiers. Les argiles «helvétiques » passent graduellement aux niveaux supérieurs gréseux qui forment la crête du Gontass...Ils correspondent au Tortonien et des poudingues s'y intercalent».

Sur ces formations miocènes encore peu atteintes par l'érosion, se trouvent de beaux sols rouges (sur les grès et les poudingues) et des sols analogues aux tirs pétrographiques des auteurs marocains (sur les marnes). C'est le domaine des céréales et aussi du tabac (Boulaine, 1956).

#### 4.10. Caractéristiques climatiques

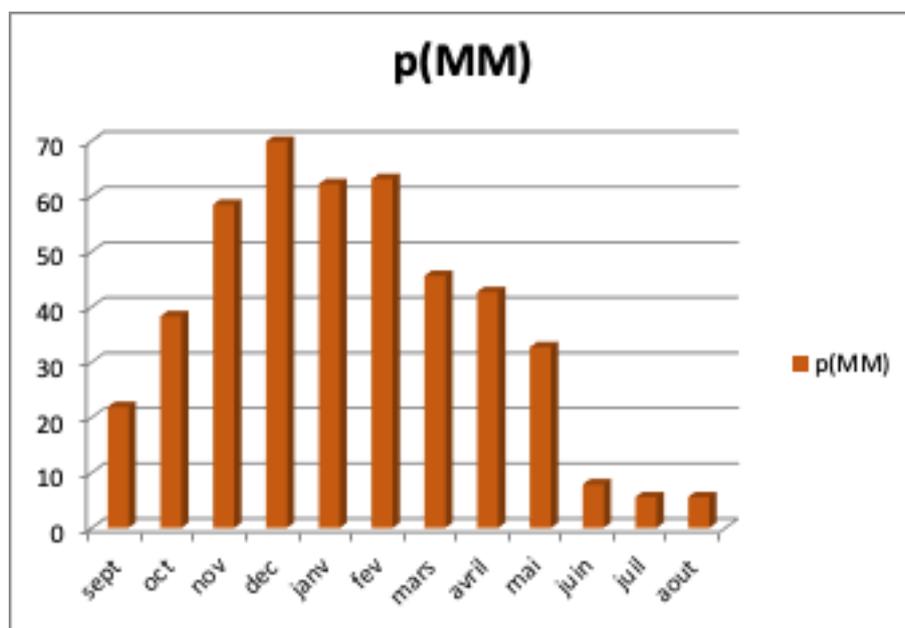
L'Oued alimentant le barrage de Ghrib est l'oued Cheliff qui prend naissance au Djebel Ammour dans l'Atlas Saharien près d'Afflou, c'est le seul cours d'eau algérien qui, prenant sa source dans l'Atlas Saharien, vient se jeter dans la Méditerranée (Monographie de Barrage, 1965). Il reçoit son premier affluent important du Nahar Ouassel qui de Sers ou, il devient alors le Cheliff et s'engage dans l'Atlas tellien où le barrage du Ghrib le retient un moment. Le bassin versant du Cheliff couvre une superficie de 23.300Km<sup>2</sup> il comprend : Une partie Tellienne entre le Ghrib et le barrage Boughezoul où la pluviométrie moyenne annuelle varie entre 350mm et 600mm. Une partie des hauts palataux où la pluviométrie moyenne annuelle est de 300mm. Le climat d'une région est influencé par de nombreux paramètres climatiques :

- La température

- La précipitation (Beggat et Bouchahmi, 2017).

### a. Précipitation mensuelle

La moyenne mensuelle est moins significative que la moyenne annuelle, il explique par le fait que dans le climat méditerranéen, un mois donné peut facilement être complètement sec telle année et recevoir l'année suivante près de la moitié des précipitations annuelles. (Hammouda et Mataam 2003).



**Figure10.** Variation moyenne mensuelle des pluies de barrage Ghib

La figure 10 représente la variation de la pluviométrie moyenne mensuelle des pluies du barrage Ghib. La période (1980-2011) montre que la saison pluvieuse s'étale du mois d'octobre à avril avec un maximum pluviométrique de 69.9 mm atteint au mois de Décembre. En outre, les mois de Juin, Juillet, et Août représentent la période sèche avec un minimum enregistré en mois de Juillet et Août avec 5.6 mm.

En effet, la variation mensuelle des précipitations est très marquée car les mois de l'hiver ont des valeurs élevées en particulier les mois de Décembre et Février.

### b. Précipitation moyenne annuelle

Les Précipitations moyennes annuelles sont données pour caractériser la quantité de l'eau en un lieu. Les données des précipitations moyennes annuelles de la station du barrage Ghib pour la période allant de 1980 à 2013 sont enregistrées dans le tableau (voir annexe ...) et sont représentées sur le graphe (figure n°11).

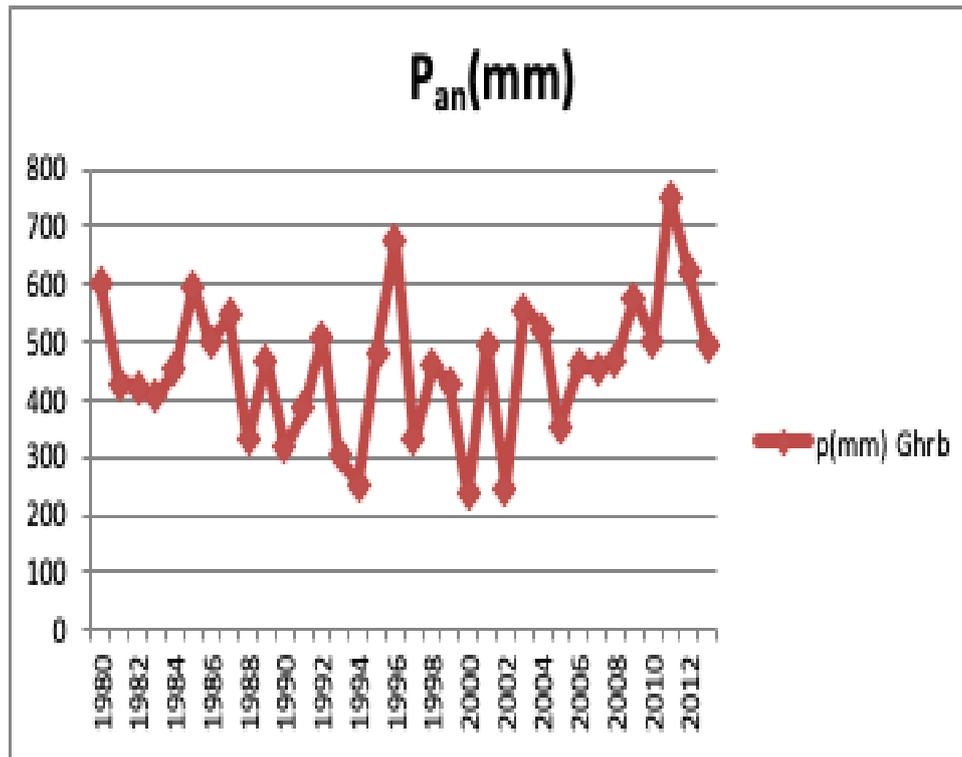


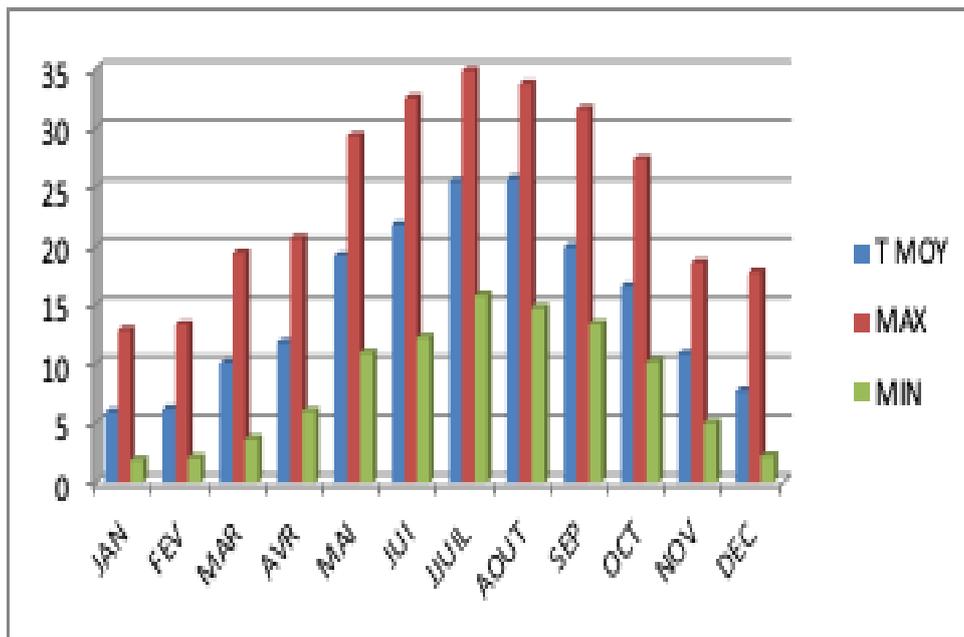
Figure 11. Variation annuelle des pluies de barrage Ghrib

D'après la figure n° 11, on a remarqué une variabilité et une irrégularité pluviométrique annuelle et les années qui marquent une forte précipitation sont (1980, 1996, 2011, 2012,) avec des valeurs très élevées dépassant les 600 mm/an, tandis que Les années (1994, 2000 et 2002) sont plus sèches avec des valeurs inférieures à 300 mm/an.

### c. Les Températures

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'être vivants dans la biosphère (**Ramade, 1984**). A partir d'une série des données de 10 années d'observation (2000-2009), récupérée au niveau de l'archive d'administration du barrage Ghrib, une analyse a été effectuée afin de définir le régime thermique de la région (**Azizou et Madani 2015**).

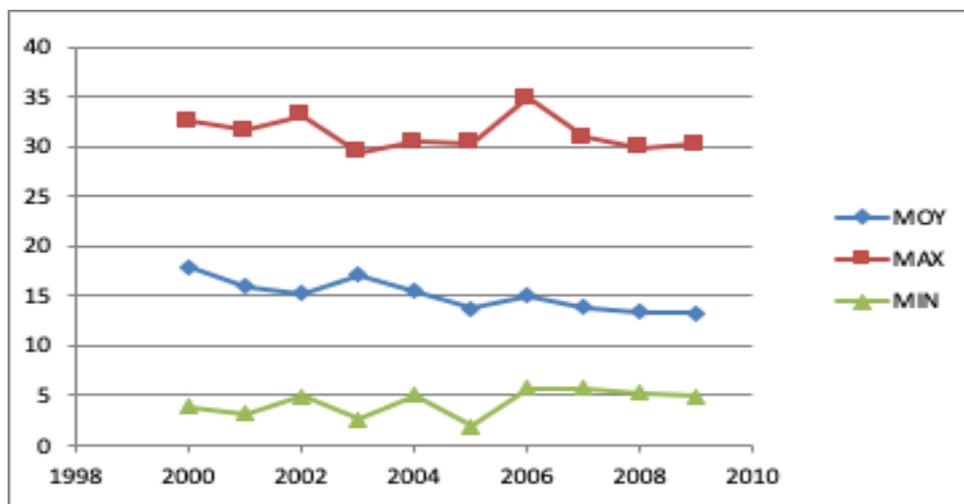
**d. La moyenne mensuelle de température**



**Figure 12** . Variation mensuelle de la température de barrage Ghibb

La figure n° 12 représente la variation mensuelle de la température au niveau du barrage Ghibb. A partir de ce graphe on remarque que la moyenne mensuelle varie entre 5.96°C enregistrés pendant le mois de Janvier à 25.86°C enregistrée pendant le mois d'Aout.

**e. La température moyenne annuelle**



**Figure13.** Variation annuelle de la température

A l'échelle annuelle, le graphe n° 13 montre une faible moyenne interannuelle de température moyenne, avec une moyenne thermique de 15.11°C. A signaler aussi que l'année 2000 était la plus chaude dans cette période avec des enregistrements de température de 17.97°C contre l'année 2009 était la plus froide avec une valeur de température moyenne annuelle de 13.24°C. L'étude de la courbe de la température minimale annuelle du mois le plus

froid, montre une moyenne de 1.9°C (janvier 2005). L'étude de la courbe de la température maximale annuelle du mois le plus chaud, montre une moyenne de 34.84°C (juillet 2006).

#### f. Indice Ombrothermique de Bangouls et Gaussen (1952)

Ce diagramme permet de calculer très facilement le nombre de mois sec, les saisons sèche et de comparer d'une manière élégante les régions à climat semblable (Hufty, 2005).

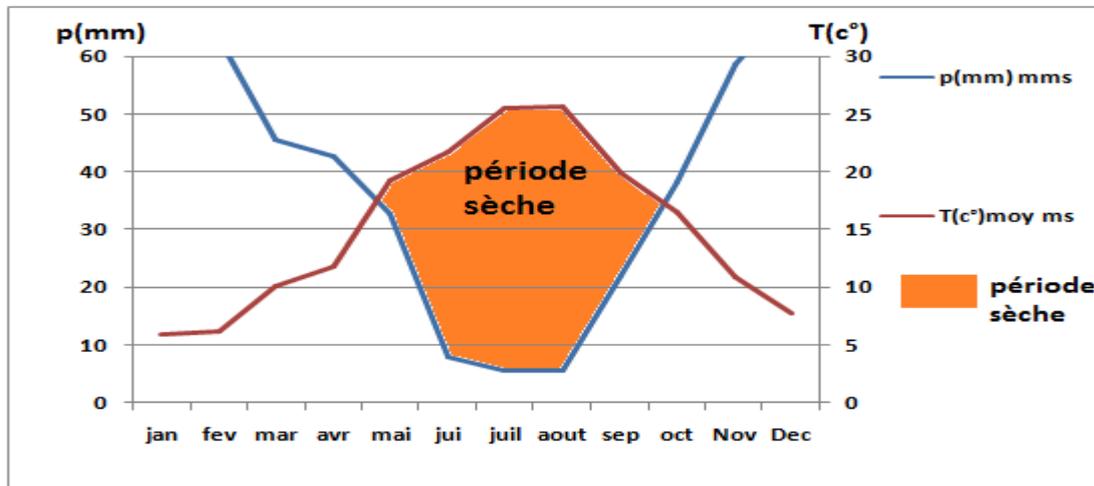


Figure 14. Le Diagramme Ombrothermique de Gaussen e Bagnoles de la station de barrage Ghrib entre 2000-2009

La figure n°14représente le diagramme Ombrothermique du barrage Ghrib, ce type de graphe permet de représenter l'ensemble des précipitations mensuelles et des températures moyennes mensuelles avec une échelle  $P = 2T$ .

Le diagramme montre une saison sèche qui s'étale sur environ 6 mois, allant de du début du mois de mai jusqu'à la mi-octobre.

### 5. Barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba (SMBT)

Le bassin versant d'Oued Ebda faite partie du bassin du Cheliff. Il se situe en rive droite de l'Oued Cheliff dans les monts du Zaccar. Sa superficie est de 273 km<sup>2</sup>. Les altitudes y varient de 270 m au droit du site à 507 m à djebel Zaccar el Gharbi, point culminant du bassin avec plusieurs sommets dépassant 1000 m.

Le réseau orographique du bassin (cuvette du barrage) est constitué par un cours d'eau saisonnière ou pérennes dont on peut citer parmi les plus importants :

- Oued Ferhat et Oued Belhassene qui drainent la partie NORD-OUEST de barrage
- Oued Zeboudj qui draine la partie NORD.
- Oued El Had qui draine la partie Nord-est.

(Liferki, 2016)

### 5.1. Présentation de barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba (SMBT)

Cette morphologie est présentée par l'étude successive des caractéristiques de forme et de relief. Les différences très grandes dans les perméabilités des alluvions présentes sur les zones d'emprunt d'oued el Had et oued Ebda ont dicté de mettre en place les alluvions les plus perméable (oued Ebda) dans la recharge amont et celles, moins perméable (Oued el Had) dans la recharge aval.



**Figure 15.** Photo du barrage SMBT (cliché HammiMedjdoub, Mars 2020)

Les qualités médiocres des terrains de fondation et la sismicité élevée de la région ont rendu nécessaire le recours à une structure massive, de faible hauteur immergée, en mesure de supporter sans dommages les effets du séisme de projet. La morphologie de la rive gauche ne permet pas l'implantation d'un seuil déversant frontal de dimensions suffisantes pour permettre le passage du débit de la crue de projet. Le choix a donc été fait de réaliser un seuil latéral courbe, de longueur développée égale à 100 m. Les paramètres morpho-métrique jouent un rôle prépondérant dans la répartition des eaux à l'échelle d'un bassin versant. (Liferki, 2016)

### 5.2. Situation géographique du barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba (SMBT)

L'aménagement du SMBT est implanté sur Oued Ebda, affluent de la rive droite du Cheliff, à l'exutoire d'un bassin versant de 273 km<sup>2</sup> avec un apport annuel régularisable de 56 Mm<sup>3</sup>. Le barrage de SMBT est emplanté dans une région à vocation agricole, dont l'habitation se situe en dehors de la cuvette de barrage, la construction du barrage permet de mobiliser un volume de 75Mm<sup>3</sup>, il a permis de répondre à la double destination, à savoir : Assurer un complément d'eau potable de l'agglomération de Ain Defla et des villes de Arib, Khemis Miliana et

Mkhatria. Satisfaire les besoins agricoles des périmètres d'El-Amra et d'Abadia d'une superficie nette de 8500 ha (Liferki, 2016).

L'aménagement est situé à 8 km au nord-est du chef-lieu de la wilaya de Ain Defla ; dans la daïra d'El-Amra à la commune de Arib. Le site se trouve sur l'Oued Ebda immédiatement au sud de la confluence de deux oueds situés au nord : Oued Ferhat et Oued El-had qui partent dans le bassin versant et s'étendent jusqu'aux montagnes de Djebel Boumaadet Djebel Zeccar Garbi

Le site du barrage est repéré par les coordonnées Lambert suivantes :

X=439603 m

Y=335559 m

Z=270,00 m (Labadlia, et Benzerhouda 2017).

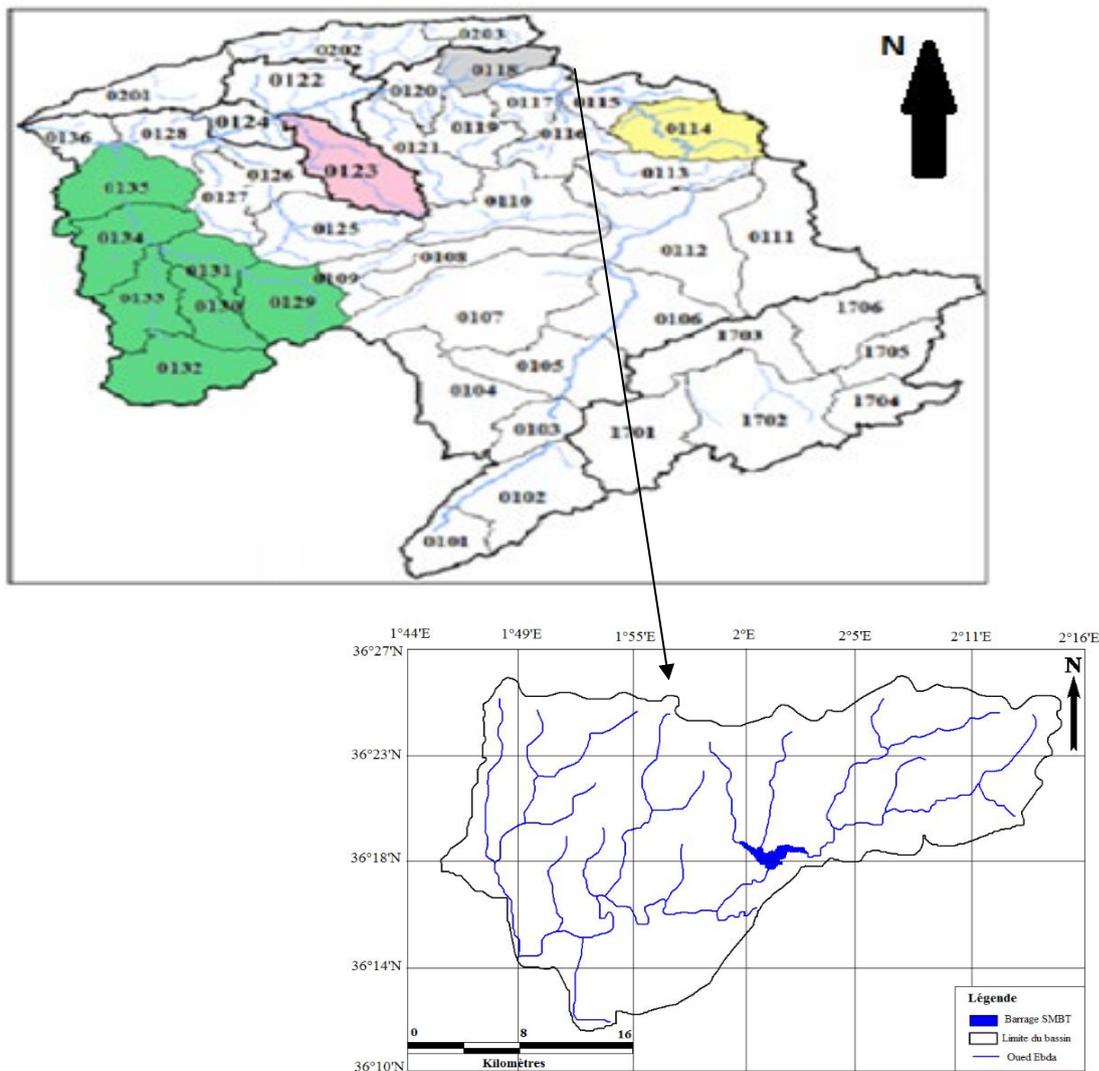


Figure 16. La localisation géographique du sous bassin versant d'oued, Ebda (Brahimi, 2017)

### 5.3. Principales caractéristiques du barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba SMBT (ANBT 2018)

- Date mise en service 2005
- Superficie du bassin versant 194 Km<sup>2</sup>
- Apport moyen interannuelle du bassin versant 49 Mm<sup>3</sup> contre 29 Mm<sup>3</sup> estimé par l'ABH
- La capacité du barrage 75 Mm<sup>3</sup>
- Volume régularisé 56 Mm<sup>3</sup> /an
- Apport moyen annuel 76 Mm<sup>3</sup>
- Précipitation moyen annuel 938 mm
- Volume annuelle des apports solide 330000 m
- Crue probable de projet 2647 m<sup>3</sup>/s
- Hauteur haut sol : 52 m (Djezzar, 2015)
- Destination : Alimentation en eau potable des villes de Ain Delta, Mekhatrïa, Arib, Khemis Miliana, Sidi Lakhdar, El Attaf et Rouina d'une population totale de 182 450 habitants (2003), avec un volume de 35,6 Mm<sup>3</sup> et il renforcera aussi l'irrigation du périmètre de Amra Abadia avec un volume de 37,5 Mm<sup>3</sup> (Liferki , 2016)
- Climat : semi-aride

### 5.4. Géologie de Sous bassin versant de l'oued Ebda

Le nord du bassin versant est constitué exclusivement des bancs calcaires à joints siliceux et de calcschistes marneux imperméables qui occupent 50 % de la surface du bassin avec une pente assez forte et un pendage tourné vers le sud. Au sud, on trouve dans le djebel de Zeccar des bancs calcaires. Le centre du bassin est formé par du flysh du Crétacé formant des collines molles.

Les inclusions marneuses dans les bancs calcaires provoquent de grands glissements de terrains, ainsi que des ravins le long des versants, marquant ainsi une forte sensibilité à l'érosion du bassin versant de l'oued Ebda (Meddi et Meddi, 2012).

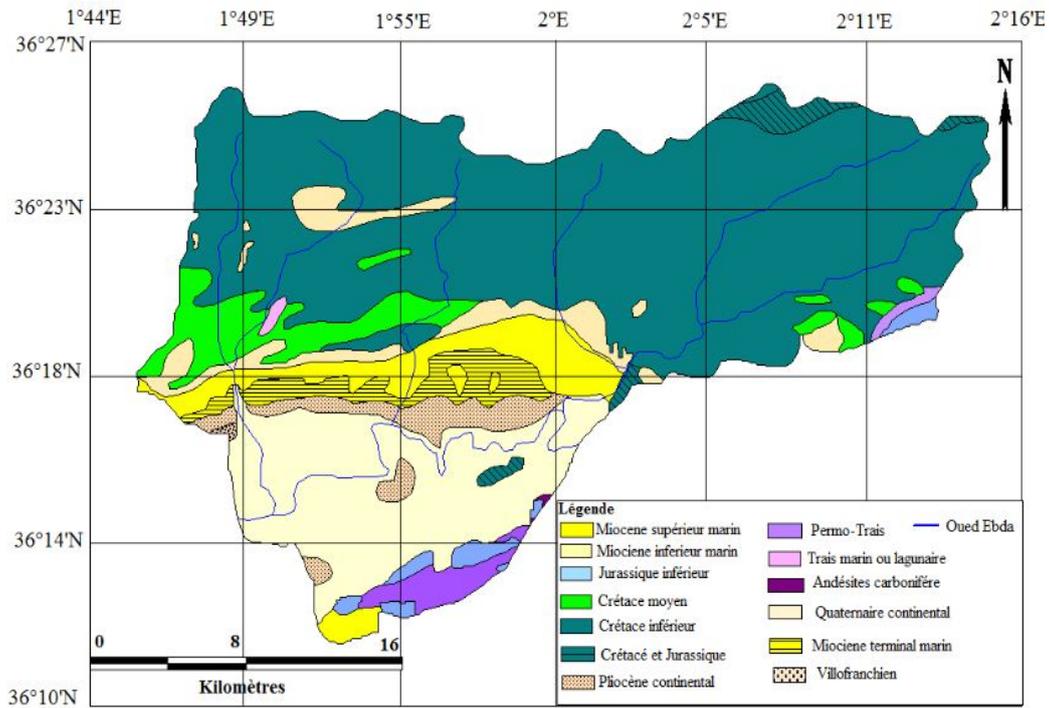


Figure 20. Carte Géologique de sous-bassin versant d'Oued Ebda (Bétier et al., 1952).

### 5.5. Contexte pédologique de Sous bassin de l'oued Ebda

On trouve dans cette région l'association classique de sol engorge par l'eau à couvert d'eau temporaire, et de sols tarifiés, les eaux qui étaient responsables de la formation du marais étaient surtout les eaux de ruissellement provenant du massif crétacé schisteux situé entre le Zaccar et le Doui. Au pied du Djebel Doui s'est formé un glacis constitué par des niveaux emboîtés dont les sols se sont formés à partir d'alluvions très peu calcaires. Sur les schistes et le calcaire de Douion trouvés des sols généralement jeunes, à cause de l'érosion, lorsqu'ils sont évolués, il s'agit de sols lessivés rouges et parfois humifères. Le bas des pentes est couvert de colluvions et la dépression est occupée par des sols hydro morphes avec des horizons d'accumulation de calcaire.

Au niveau du village de Duperré (Ain Defla), on trouve des sols hydro morphes à encroûtement calcaire et des sols colluviaux.

Au nord de Duperré (Ain Defla) et au Sud de Kherba (El Amra), le cours de l'oued Chélif est bordé de dépôt sableux du lit majeur et la terrasse récente est partout recouverte de sols alluviaux complexes dont la texture est relativement grossière pour une formation de ce genre. Des lambeaux de terrasses plus anciennes recouvertes de sols évolués, décalcifiés, rubéfiés et lessivés.

Autour d'El Amra (Ex. Kherba) s'étale un vaste glacis d'accumulation qui se raccorde à des niveaux anciens. Au S-E du village il subsiste même dans ce niveau un lambeau du cours

primitif du fleuve qui a été préservé de l'érosion, à la suite de la formation d'une grande boucle de l'oued (**Boulaine, 1956**).

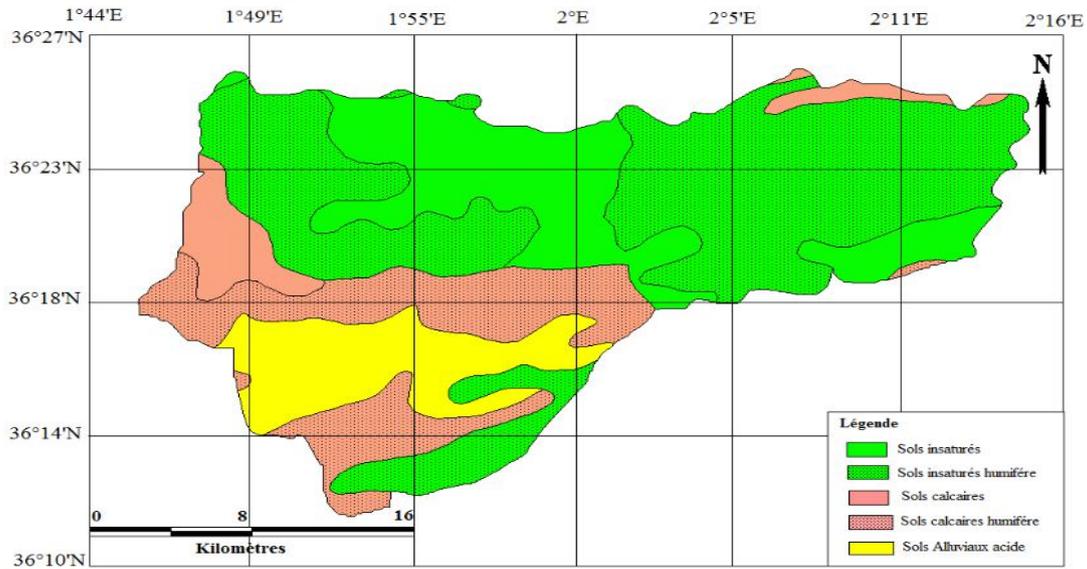
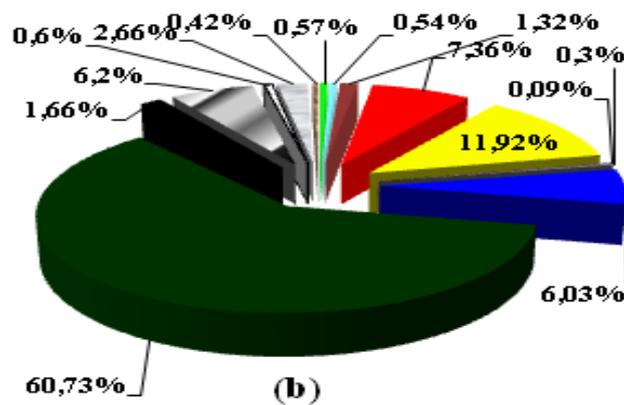


Figure 17. Carte de sol de sous bassin versante Oued Ebda ((**Brahimi, 2017**))

5.6 .Végétation de sous Bassin versant d'Oued Ebda



**Légende**

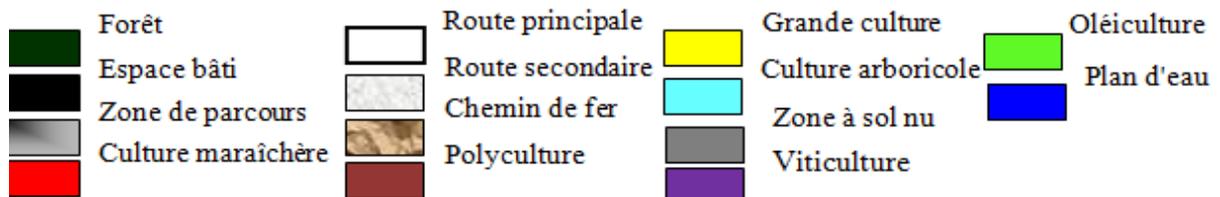
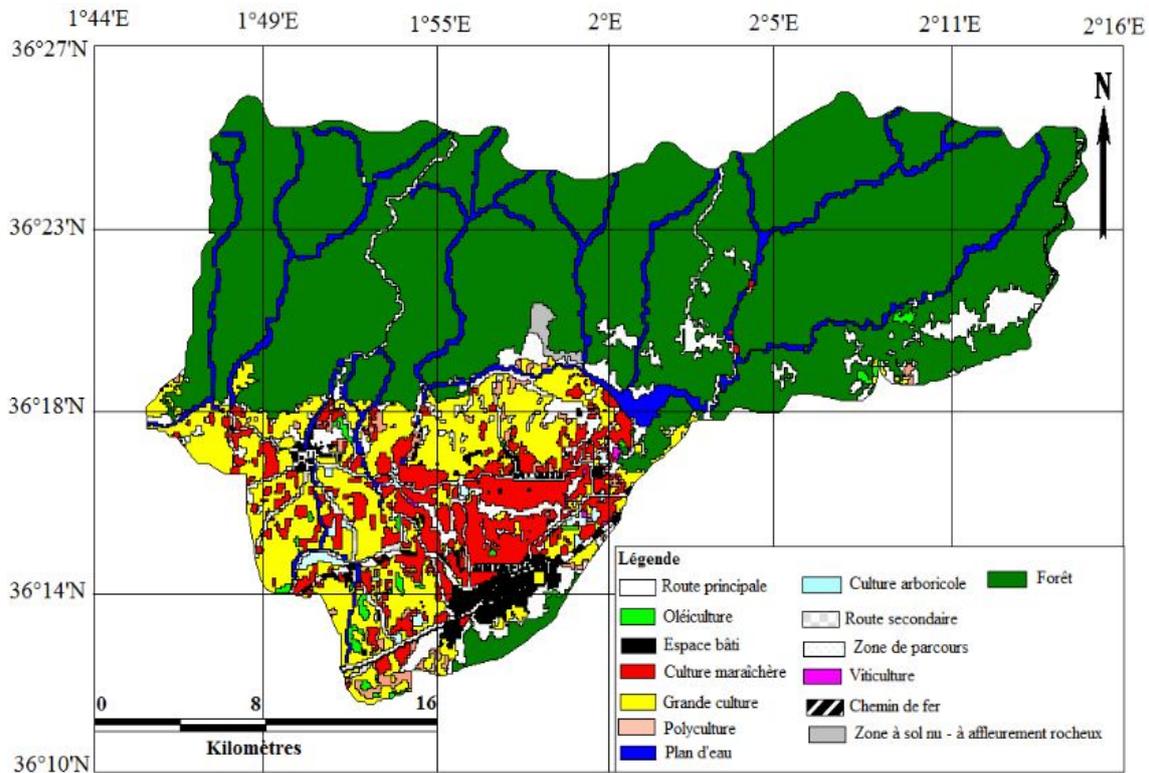


Figure 18. Répartition des classes d'occupation du sol des sous bassins d'Oued, Ebda (**Brahimi, 2017**)

La distribution du couvert végétal (figure 18), montre qu'au niveau du sous bassin versant de l'oued Ebda, les formations forestières (forêts, maquis et reboisement), occupent plus de la moitié de l'espace du sous bassin versant 60,73%, suivie par l'agriculture 21,8%, ce qui comprend que la topologie du sous bassin est **sylvo-agricole**.



**Figure 19.** Carte d'occupation du sol de sous-bassin versant d'Oued Ebda (INSID, 2011).

### 5.7. Situation climatologique

La zone d'étude présente un climat méditerranéen semi-aride avec un Caractère de continentalité très marqué et un écart de température de 20°C entre les Températures du mois de janvier et celle d'août. L'été s'étend sur 5 à 6 mois environ avec des masses d'air chaud à partir du mois de mai. La pluviométrie reste variable et atteinte 870mm en moyenne par an. Une série d'étages climatiques qui va du subaride au fond de la vallée au subhumide sur les reliefs. Cette situation est liée à l'orographie : plus l'altitude est élevée plus l'étage est humide. De même pour l'enneigement qui touche les reliefs de plus de 600 m d'altitude, dont 45% entre novembre et janvier, La températures peut atteindre les 40°C. (Étude des propriétés physico-chimiques et Bactériologiques de l'eau du barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba) (Liferki, 2016).

### a. Précipitation mensuelle:

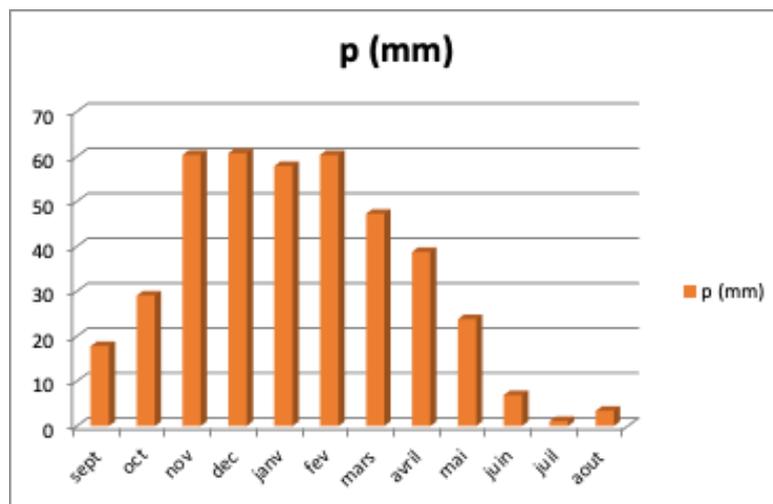


Figure 21. Variation moyenne mensuelle des pluies à Arib

La figure n° 21 représente la variation de la pluviométrie moyenne mensuelle des pluies d'Arib. En effet, pendant la période 1980-2014, la saison pluvieuse s'étale du mois de novembre à février avec un maximum pluviométrique qui atteint **60,73** mm au mois de Décembre. En outre, les mois de Juin, Juillet, et Août représentent la période sèche avec un minimum de 1.09mm enregistré au mois de Juillet.

La variation mensuelle des précipitations est très marquée car les mois d'hiver qui ont enregistrés des valeurs élevées en particulier pendant les mois de novembre, décembre et février.

### .b. Précipitation annuelle

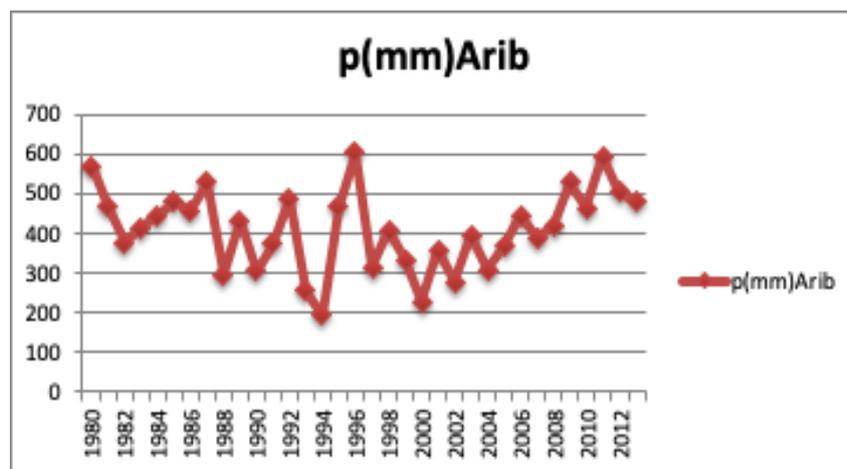
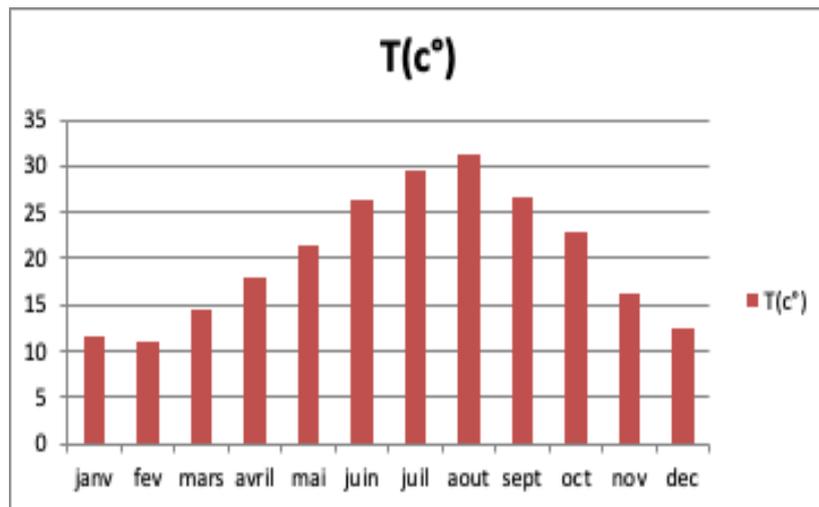


Figure 22. Variation annuelle des pluies d'Arib

D'après la figure n° 22, une variabilité et une irrégularité pluviométrique annuelle sont remarquées, ainsi, les années qui marquent une forte précipitation sont 1980, 1987, 1996, et 2011 avec des valeurs très élevées dépassant les 500 mm/an, tandis que les années 1993, 1994, 2000 et 2002, se sont les plus sèche avec des valeurs inférieures à 300 mm/an.

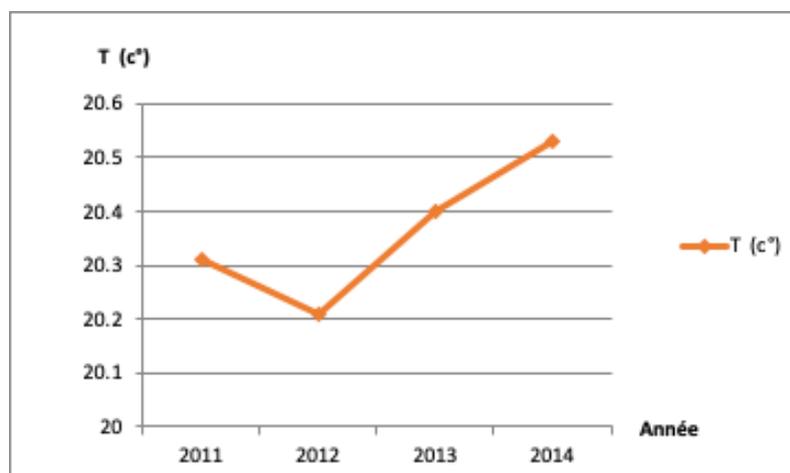
### c. La moyenne mensuelle de température



**Figure 23.** Variation mensuelle de la température de barrage SMBT (2011 - 2014)

La figure n°23 représente la variation mensuelle de température du barrage SMBT. A partir de ce graphe, on remarque que la moyenne mensuelle varie entre 11°C pendant le mois de Janvier à 31°C pendant le mois d'Aout.

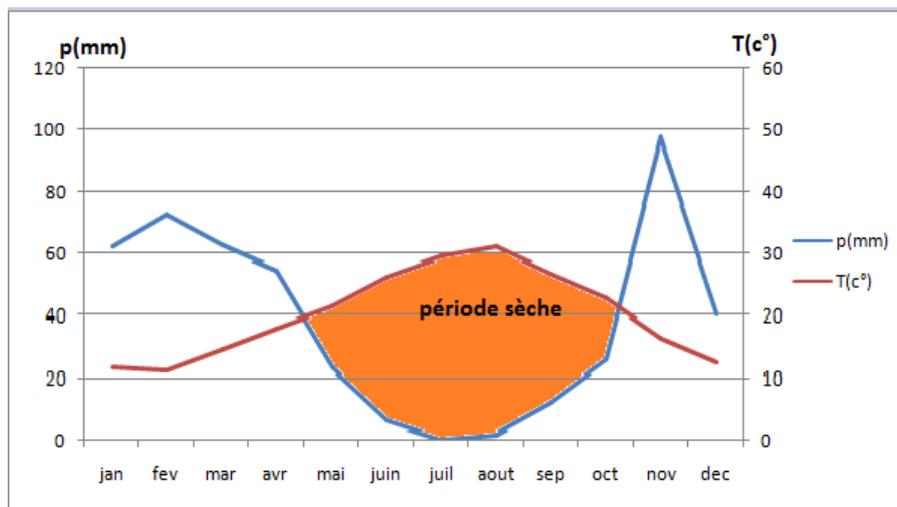
### d. La température moyenne annuelle



**Figure 24.** Variation annuelle de la température de barrage SMBT (2011 à 2014)

A partir de la figure n° .24 qui représente la variation annuelle des températures annuelles du barrage SMBT, on remarque que la Température a diminué de 2011 à 2012 et a augmenté au cours de la période de 2012 à 2014.

## e. Indice Ombrothermique de Bangouls et Gausсен (1952)



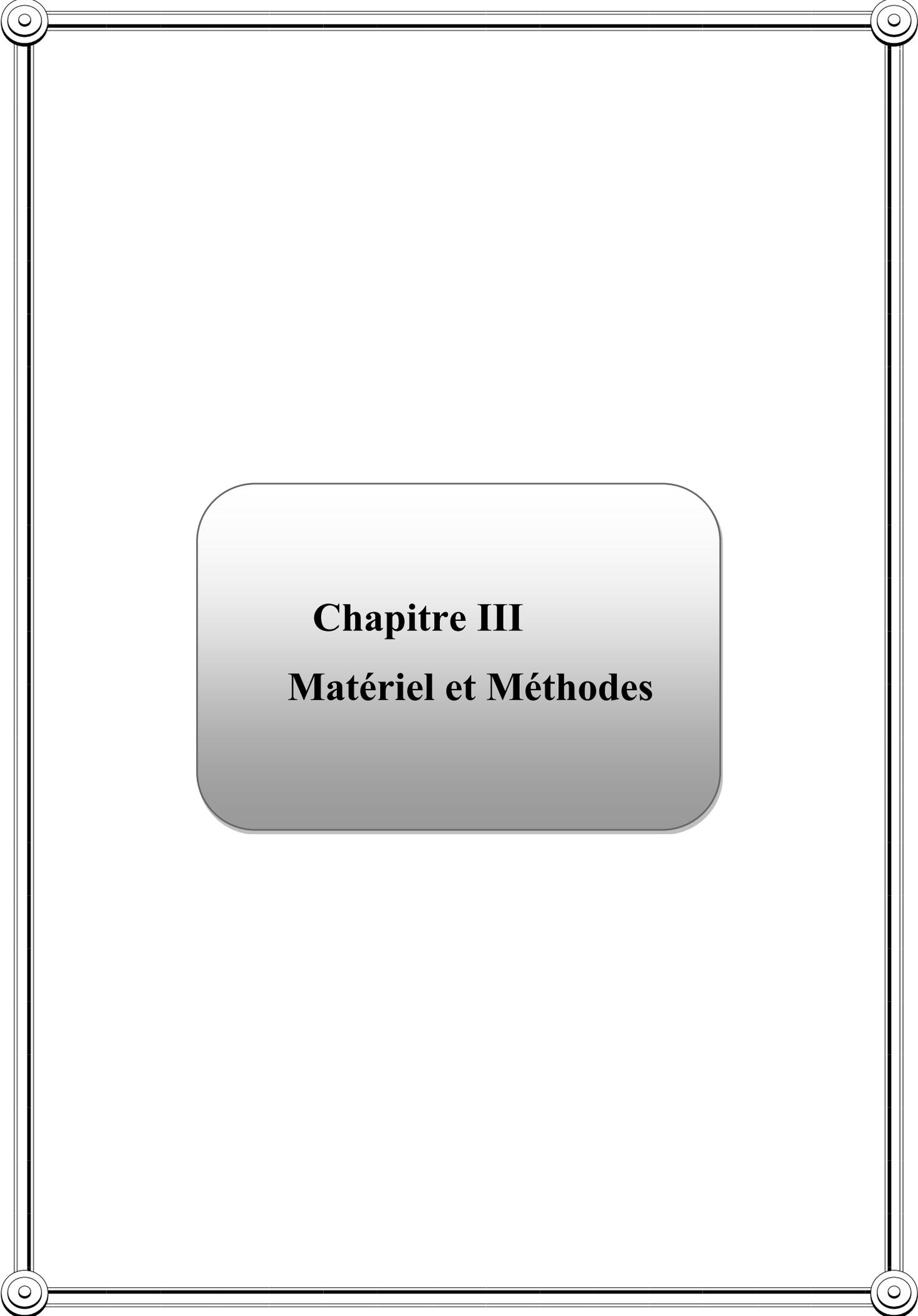
**Figure 25.** Le Diagramme Ombrothermique de Gausсен e Bangouls de la station de barrage SMBT (2011-2014)

Le diagramme Ombrothermique (figure n°25) montre l'évolution de deux phénomènes météorologiques (la Température et la précipitation). Il marque deux périodes saisonnières de la région d'étude, période humide qui s'étale de la fin du mois d'octobre jusqu'au mois de Mai et une période sèche observée du début du mois de Mai jusqu'à la fin du mois d'octobre.

### Conclusion

Les barrages de Ghrib et de Sidi Mohamed Ben Taïba sont parmi les barrages les plus importants en Algérie spécifiquement dans la wilaya d'Ain Defla, ils ont été construits dans la wilaya de Ain de Defla afin de pouvoir assurer la vie agricole et subvenir aux besoins des agriculteurs, bien qu'ils soient dans la même wilaya, mais il y a plusieurs différences entre eux, y compris le sol, la végétation, le climat .... Etc., ils présentent, aussi, une merveilleuse diversité biologique.

En effet, notre choix a été fait sur ces deux sites pour réaliser des analyses physico-chimiques du sol des deux barrages afin d'en bénéficier à l'avenir et de suivre tous les problèmes auxquels ils sont confrontés.



**Chapitre III**  
**Matériel et Méthodes**

## Introduction

L'objectif de ce travail est de connaître la nature des sédiments et l'impact de leur réutilisation. Plusieurs analyses physico-chimiques du sol des barrages Ghrib et SMBT (Wilaya d'Ain Defla) ont été effectuées afin de trouver des solutions au phénomène de sédimentation et adopter une stratégie de gestion et de valorisation dans différentes filières économiques tel que la fabrication de briques, réalisation de chemins et de sous-couches routières, aménagement paysager et valorisation agricole, réhabilitation de friches urbaines ...etc.

### 1 .Préparations des échantillons

#### 1.1. Échantillonnage

L'échantillonnage de vase consiste à faire des prélèvements des échantillons dans deux zones d'étude; de façon systématique et dans des endroits et des moments différents, le premier prélèvement a été effectué en mois d'octobre2019 sur le Barrage de Ghrib et le deuxième en mois de mars 2020 sur le Barrage de Arib (SMBT) (voir les figures 1et 2).

#### 1<sup>er</sup>prélèvement (barrage Ghrib)

Le prélèvement s'est effectué sur la base d'un échantillon de vase du barrage, pour identifier sa texture, et pour cela 2 sites ont été choisis du barrage Ghrib:(trois (3) échantillons ont été prélevés dans l'endroit qui s'appelle Shaaiba-dib et deux autres (2) échantillons dans un autre endroit appelé Sidi Al-Taher

#### 2<sup>ème</sup>prélèvement (Barrage SMBT)

Ces prélèvements ont été choisis dans 2 sites du barrage SMBT : deux (02) échantillons à droite de la station flottante et 2 autres à gauche.

#### a. Matériel de prélèvement

- Des sacs plastiques
- Une pelle
- Des étiquettes



**Figure 1.** Localisation des points de prélèvement du Barrage Ghrif (Google Earth)



**Figure2.** Localisation des points de prélèvement du Barrage SMBT (Google Earth)

● Points de prélèvement



**Figure3.** Prélèvement de l'échantillon du vase du Barrage Ghrif (cliché HammiMedjdoub et Morsli Octobre 2019)



**Figure4.** Prélèvement de l'échantillon du vase du Barrage SMBT (HammiMedjdoub et Morsli Mars 2020)

Les échantillons sont mis dans des sacs en plastique et ils seront acheminer au laboratoire pour réaliser les différentes analyses physiques et chimiques.

Les analyses ont été effectuées au laboratoire de sol du BNEDER (Bureau National Études pour le Développement Rural) (Bouchaoui, Chérage, Wilaya d'Alger) pendant la période de stage pratique (du 03 mars au 19 mars 2020).

### **b. Présentation du BNEDER**

Fondé en 1976, le Bureau National d'Études pour le Développement Rural (BNEDER), est un établissement public (EPIC), placé sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche.

Fort de son expérience et grâce à son équipe pluridisciplinaire, le BNEDER a réalisé depuis sa création, plus d'un millier de projet d'études dans le domaine du développement agricole et rural. Son expertise et son savoir-faire, ont fait de lui le leader national dans le monde agricole, soit un partenaire privilégié pour tout décideur, opérateur ou investisseur, intéressé par ses secteurs d'activités et domaines de compétences (BNEDER, 2020)

## **2. Séchage broyage et tamisage des échantillons**

Avant de procéder à toutes les analyses, les échantillons sont soumis au séchage, broyage et tamisage à 2mm de diamètre, ensuite la terre fine est conservée jusqu'au moment des analyses.

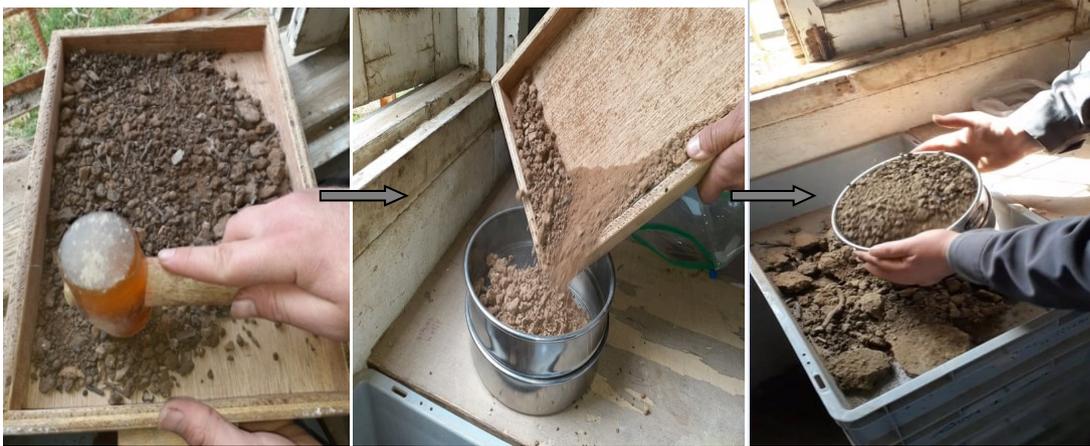
### **a. Séchage des échantillons**

- Le séchage a été fait dans un endroit sec (l'air libre) pendant quelque jour



**Figure 5.**Séchage des échantillons a l'air libre (Cliché : HammiMedjdoub 2020)

### **b. Broyage et tamisage les échantillons**



**Figure 6.** Broyage des échantillons et Tamisage des échantillons (Tamis 2 mm) (Cliché HammiMedjdoub03/ 2020)

### c. Réduction de L'échantillonnage

Lorsque la quantité de l'échantillon séché, émotté et tamisé est importante, il faut mélanger l'échantillon convenablement, il faut donc :

- Former un cône en aplatisant son sommet
- Diviser le cône en quatre(4) portions égales (quadrants) à l'aide d'une règle propre, prélever deux (2) portions ou quadrants diagonaux opposés et remettre les deux autres dans le sac
- Combiner les deux portions ou quadrants
- Répéter ce processus jusqu'à obtention de la quantité nécessaire pour remplir un gobelet
- Rangement des échantillons à analyser et acheminement au laboratoire
- Classer les gobelets dans l'ordre chronologique de numérotation (voir les figures suivant) :



Graine mélange et cône

première division

second division



Quartiers opposés pour mélanger

les gobelets remplis

Figure 7. Images du remplissage des Gobelets (Cliché : HammiMedjdoub 03/2020)

### 3. Analyse des échantillons

#### 3.1. Méthode d'analyse

Le tableau suivant montre les différentes mesures et analyses effectuées.

Tableau 1. Récapitulatif des mesures des analyses aux laboratoires :

	Paramètres mesurés	Méthodes
physique	Conductivité électrique (CE)	Conductimètre (Multi paramètre)(Extrait de pate saturée)
	Potentiel hydrique (pH)	PH -mètre (Multi paramètre) (Extrait de pate saturée)
	Granulométrie	Pipete de robinson Tamisage
chimique	Matière organique (MO)	Méthode colorimétrique
	Calcaire totale	Calcimètre de BERNARD
	Calcaire actif	Méthode de Drouineau
	Phosphore Assimilable	Méthode colorimétrique (Méthode d'extraction TRUOG)
	Métaux lourd	ICP-MS

Source : (Yahiatene, 2006)

#### 3.2. Analyse physico-chimique effectuée sur les échantillons de vase

##### 3.2.1. Analyses physiques

###### a. Mesure de la conductivité électrique (CE) de l'extrait de la pâte saturée

La Conductivité électrique de la pâte saturée (CEe) est une méthode qui a servi de standard pour mesurer la charge en sels solubles dans le sol. Elle est mesurée selon la méthode préconisée par le laboratoire de Riverside; (Richards, 1954).

Tableau n° 2- Échelle de salinité du sol (Labadliaet Benzerhouda, 2017)

CE ms/cm à 25°C	Degrés de salinité
$CE \leq 0,6$	Non salé
$0,6 < CE \leq 1,2$	Peu salé
$1,2 < CE \leq 2,4$	salé
$2,4 < CE \leq 6$	Très salé
$CE > 6$	Sols extrêmement salés

**-Principe : (Mode opératoire voir annexe)**

La salinité globale de la pâte saturée est déterminée par la mesure de la (CE) exprimée en dS/m et corrigée à une température 25°C. La mesure faite par l'appareil de conductimètre. (Nomane, 2011).



Figure 8. Multi paramètre de Conductimètre

**b. Mesure de du pH**

Le pH de la solution qui entoure les particules de terre à l'état naturel est sujet à des variations en fonction des changements dans les rapports terre/solution motivés par le climat, la culture et d'autres facteurs (Nomane, 2011).

Tableau 3. La gamme de pH des sols

pH	Désignation des sols
$PH < 4,4$	Extrêmement acides
4,5 - 5,5	Très acides
5,5 – 6,5	Moyennement acides
6,5 – 7,5	Neutres
7,5 – 8,5	Légèrement à moyennement alcalin
8,5 - 9	Alcalins
$PH > 9$	Très alcalins

(Gauchers et Soltser. ,1981)

**-Principe :(Mode opératoire voir annexe)**

Le potentiel hydrogène (pH) mesure l'activité chimique des ions hydrogènes ( $H^+$ ) en solution ; il mesure donc son acidité ou sa basicité. Le pH est le paramètre servant à définir si un milieu est acide ou basique. Il est la mesure du nombre d'ions d'hydrogène ( $H^+$ ) présents dans le sol. La mesure est effectuée sur une suspension sol/solution soit dans le témoin soit dans des solutions normales de KCl par la méthode électrométrique à au moyen d'un pH-mètre à lecture directe. Le pH est un mode d'expression de la concentration en ions hydrogène dans un apport terre fine/eau (1/2.5) (Nomane, 2011).



Figure 9. Multi paramètre de pH-mètre

**c. Granulométrie**

L'analyse granulométrique est une définition de la texture du sol à partir de la répartition pondérale des particules classées par dimension. Parmi les constituants du sol, il y a lieu de distinguer deux fractions : les éléments grossiers (pierres, graviers, fragments organiques) et la terre fine (sable de 2 à 0,05 mm, le limon de 0,05 à 0,02 mm et l'argile inférieure à 0,002 mm). Dans certains cas il est intéressant d'apprécier la proportion des éléments grossiers que contient le sol, compte tenu du rôle qu'ils jouent (réserve en eau, dilution du stock des éléments assimilables, réduction de la cohésion et du tassement) (Gagnard et al. 1988).

Le prélèvement des argiles et des limons fins a été effectué à l'aide de la **pipette Robinson**, les sables fins et grossiers ont été récupérés par **tamissage**, les limons grossiers ont été déduits par différence (Oumerzouk et Bouharas, 1993). et la texture en fin de compte, est obtenue grâce à un triangle des textures (voir figure 10), dont les trois cotés correspondent respectivement aux pourcentages des éléments du sol calculés (Godwin et al. 2013).

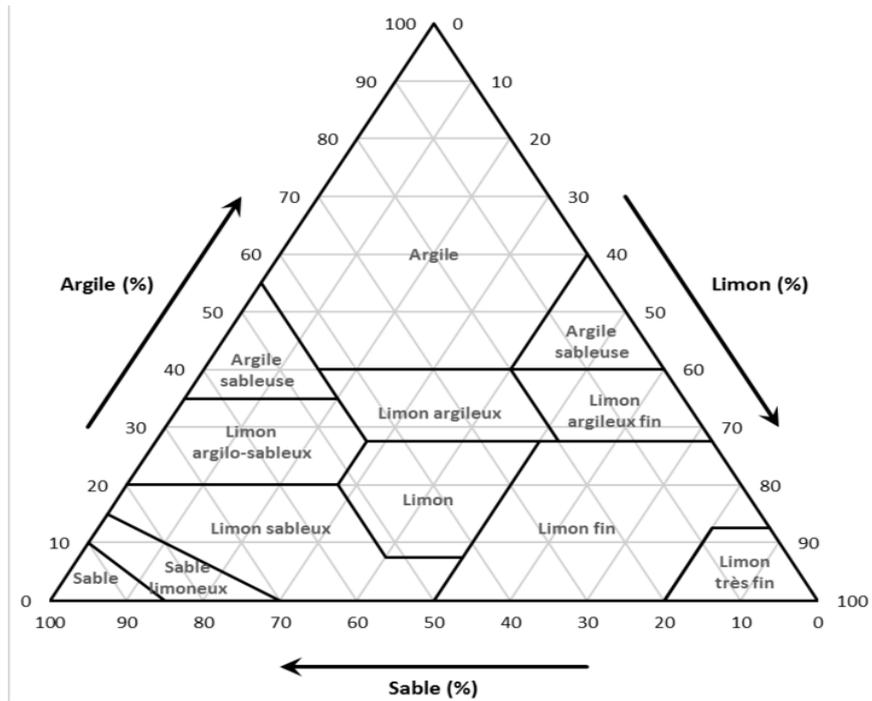


Figure 10. Diagramme de texture (USDA, 2016)

**-Principe de méthode d'analyse : (Mode opératoire voir annexe)**

Dans cette méthode l'argile et le limon sont prélevés dans une suspension stable de terre tout en respectant des conditions de temps ; de profondeur ; de température.

Le prélèvement doit se faire avec un soin extrême pour éviter une perturbation du milieu en lente sédimentation. La qualité des résultats est liée à la grande reproductibilité des manipulations (Yahiatene 2006).



Figure 11.trois photos de l'analyse granulométrique (Cliché HammiMedjdoub, 2020)

### 3.2.2. Analyses chimiques

#### a. Matière organique (MO)

La matière organique du sol est un indicateur important de la dégradation de la qualité des sols de par sa contribution dans la stabilité du sol, l'augmentation de la capacité de rétention en eau du sol, la fixation des éléments minéraux, et le substrat pour les microorganismes du sol. Le contenu en matière organique des sols est influencé globalement par les facteurs climatiques, la végétation, la texture du sol, les conditions topographiques, influençant le microclimat et le drainage et les pratiques culturales (Drouet, 2010).

**Tableau 4.**Échelle d'interprétation de la MO :

Classe du sol	MO (%)
Très pauvre	<0,7
Pauvre	0,7-1,5
Moyennement pauvre	1,5-3
Riche	3-6
Très riche	>6

(Beggari et Bouchahmi, 2017)

#### -Principe de méthode colorimétrique : (Mode opératoire voir annexe II)

Le carbone organique présent dans l'échantillon de sol est oxydé par du bichromate de potassium en excès, en milieu sulfurique et à 135°C. Le chrome VI (orange) est réduit par la matière organique en chrome III (vert). Puis, le chrome III formé est dosé par colorimétrie. En effet, la quantité de chrome III est proportionnelle à la teneur en carbone organique présente dans le sol. La réaction chimique est la suivante :



**Figure 12.**Mesure de la MO par colorimètre (Cliché HammiMedjdoub, 2020)

**b. Calcaire total**

Parmi les différents éléments chimiques qui entrent dans la composition du sol, le « calcaire » joue un rôle essentiel non seulement dans la nutrition des plantes mais encore dans la pédogenèse.

**Tableau 5.**Échelle d’interprétation de Calcaire Total

CaCO3 (%)	Sol
CaCO3 <1%	Non calcaire
<1CaCO3<5%	Peu calcaire
5<CaCO3<25%	Modérément calcaire
25<CaCO3<50%	Fortement calcaire
50<CaCO3<80%	Très fortement calcaire
CaCO3>80%	Excessivement calcaire

(BAISE, 2000)

**-Principe : (Mode opératoire voir annexe)**

Un poids déterminé (0,5 à 2 g) de terre fine est attaqué dans un récipient (fiolle à tubulure intérieure ou erlenmeyer équipé d’un entonnoir à robinet) par de l’acide chlorhydrique pur.

Lors de la réaction qui s’en suit, un certain volume de gaz (CO<sub>2</sub>) est dégagé, correspondant à un taux de calcaire d’un échantillon donné.

Pour éviter les corrections de température et de pression, on compare le résultat trouvé à celui donné au même moment par une quantité connue de **carbonate de calcium pur (cacO<sub>3</sub>)**, préalablement séché à l’étuve (Yahiatene, 2006).

$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CO_2 + CaCl_2 + H_2O \dots \dots \dots (2)$

**Figure 13.**Mesure de calcaire totale par Calcimètre de BERNARD (Cliché HammiMedjdoub, 2020)

### c. Calcaire Actif

La teneur en calcaire total ne renseigne pas sur la solubilité de ce calcaire. Quand elle > 10 %, on dose « Le calcaire actif » = celui que se dissout après 2 h de contact dans l'oxalate d'ammonium (Drouineau, 1942)

Le calcaire actif est la fraction du calcaire total susceptible de se dissoudre facilement et rapidement dans la solution du sol. Elle correspond peu ou prou à la fraction fine au plan granulométrique (taille des argiles, soit moins de 2 µm). Elle permet de maintenir une saturation calcique élevée de la CEC et, indirectement, un pH basique stable. Pourquoi analyser le calcaire actif ?

La présence de calcaire actif peut induire, dans certains sols pauvres en fer libre, un risque de chlorose ferrique, auquel certaines productions sont sensibles. C'est le cas en horticulture (fraise par exemple), en arboriculture ou en viticulture. Dans certains cas, il peut être utile de doser, dans le même extrait, la teneur en fer, ce qui permet de calculer l'indice de pouvoir chlorosant (diagnostic essentiel pour le choix du porte-greffe en viticulture) **LANO, 1994**.

**Tableau 6.** Les risques de chlorose ferrique dépendent de la teneur en calcaire actif

%CaCO <sub>3</sub> « actif »	Risques de chlorose ferrique
4 à 5 % CaCO <sub>3</sub> « actif »	Pas ou peu chlorosant
De 5 à 7 % CO <sub>3</sub> « actif »	Légèrement chlorosant
7 à 12 % CaCO <sub>3</sub> « actif »	Chlorosant
12 à 20 % CaCO <sub>3</sub> « actif »	De très chlorosant
> 20 % CaCO <sub>3</sub> « actif »	Extrêmement chlorosant

(Maritxu et al., 2017)

#### -Principe : (Mode opératoire voir annexe)

Le calcaire Actif est le calcaire très fin, susceptible de libérer du calcium dans le sol.

Il est défini comme étant le calcaire solubilisé par une solution d'oxalate d'ammonium N/5 à pH 9.



Après action de la solution oxalique, on dose par manganimétrie l'excès d'oxalate d'ammonium



(Yahiatene, 2006)



**Figure 14.** Mesure de Calcaire Actif (Cliché HammiMedjdoub, 2020)

#### e. Phosphore Assimilable

Le phosphore est un des éléments majeurs indispensables à la croissance et au développement des végétaux. Il joue en particulier un rôle essentiel dans la mise en place du système racinaire, la photosynthèse et la reproduction du végétal. Leur variation dépend aux propriétés physico-chimiques du sol (Mater, 2014).

#### -Pourquoi mesurer la teneur en phosphore assimilable ?

Connaître la teneur du sol en phosphore assimilable est indispensable pour optimiser au plan agronomique et économique la fertilisation complémentaire en fonction des besoins du sol et des cultures et maintenir durablement sa fertilité phosphatée (LANO, 1994)

**Tableau 7. Répartition des classes de phosphore assimilable ( $P_2O_5$ ) des sols**

Classe du sol	$P_2O_5$ (ppm)
Très faible	<15
Faible	15-30
Bien pourvu	30-45
Elevé	45-100
Très élevé	>100

(Delaunoy, 2008)

**-Principe :(Mode opératoire voir annexe)**

Le choix de réactif d'extraction, du pH, a été souvent justifié par deux (2) types de considérations : (Yahiatene, 2006)

- ✓ On vise à reproduire ou simuler **l'action des racines** sur le milieu externe de la **mésosphère (excrétion H<sup>+</sup> d'acides)**.
  - **TRUOG** : Acide sulfurique dilué + Ammonium sulfate
  - **OLSSSEN** : Sodium bicarbonate
  - **DYER** : Acide citrique
- ✓ On adopte un agent **complexant** capable de libérer les ions **liés aux absorbants**.
  - **JORET – HEBERT** : Oxalate d'ammonium
- **Méthode d'extraction (TRUOG)** :

-Pour raison pratiques: commodité et rapidité, nous avons donc opté pour la méthode Truog.

-La méthode TRUOG définit le phosphore "assimilable" comme étant le phosphore soluble dans l'acide sulfurique à 0,002 N.

-Le milieu est tamponné à pH 3,0 par addition de sulfate d'ammonium à 3g/l.

**-Note :**

Cette méthode convient beaucoup mieux aux sols neutres ou faiblement calcaire (pH 6 à 7,5)



**Figure 15.** Analyse de phosphore (Etape de filtration par papier filtre sans cendres) (Cliché HammiMedjdoub, 2020)



Figure 16. Dosage colorimétrique de solution filtrée (Cliché HammiMedjdoub, 2020)

#### f. Métaux lourds

Les métaux lourds proviennent principalement de l'érosion des roches et des sols et des activités humaines. Comme pour les matières organiques, les métaux lourds sont repartis dans des diverses fractions des sédiments. Les métaux lourds lié aux phénomènes de précipitation représentent sous les différentes formes : ions, complexes, adsorbés à la surface des particules, et peuvent être fixés sur les particules minérales et les matières organiques des sédiments (Benaissa, 2017).

Tableau 8. Valeurs guides VDSS (valeur de définition de source-sol) de certain polluant

Polluant	VDSS (mg/kg)
Pb	200
Zn	4500
Cr	65
Cu	95
As	19
Ni	70
Cd	10
Hg	3,5

(ALSAC, 2007)

**-Principe méthode d'analyse : (Mode opératoire voir annexe)**

Le protocole de prétraitement des sols avant analyse des métaux est utilisé en routine au laboratoire. Il est efficace, conforme aux normes en vigueur et indépendant du choix analytique en aval. Il ne fait donc pas l'objet de modification pour le dosage en ICP-MS (analyse par spectrométrie de masse couplée à un plasma inductif). Ce prétraitement est constitué de deux étapes avant analyse : préparation puis minéralisation (ALSAC, 2007).

**-ICP-MS** : cette technique permet l'analyse simultanée d'un très grand nombre de métaux avec une limite de quantification basse (permettant les analyses de traces métalliques dans les matrices chargées) (Flandres-analyses) (1983)

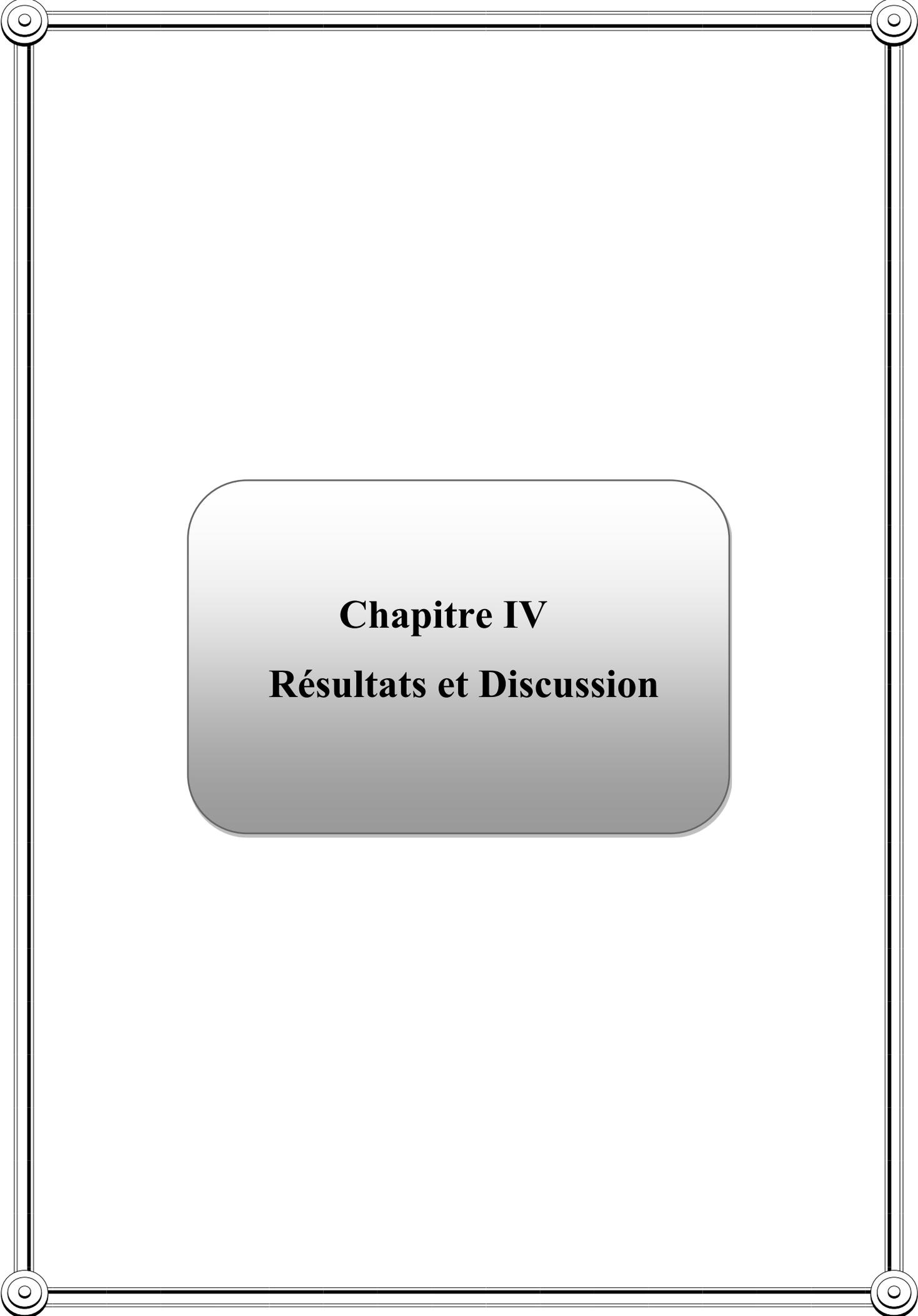


**Figure 17.**Analyse des métaux en ICP-MS (Flandres-analyses) (1983)

**Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons présenté toutes les préparations des échantillons, toutes les analyses (physique et chimique, qui ont été effectuées sur ces échantillons et toutes les appareils utilisés de ces analyses).

Ces analyses de sols sont des procédures visant à caractériser la composition et les qualités physicochimiques des sols. Ce sont des applications de la pédologie permettant d'avoir une idée sur la nature des sédiments.



**Chapitre IV**  
**Résultats et Discussion**

## Introduction

Ce chapitre est consacré à la lecture et l'interprétation des différents résultats trouvés lors de la réalisation des analyses physique et chimique de la vase (sédiments) des barrages Ghrib et SMBT. Ces analyses ont été effectuées au niveau du laboratoire du BNEDER-Bouchaoui.

### Rappel

#### 1<sup>er</sup> prélèvement : Barrage Ghrib

-Les échantillons : 1, 4 et 5 prélevés à partir d'endroit appelé Shaaiba Dib.

-Les échantillons : 2 et 3 prélevés à partir d'endroit appelé Sidi Taher.

#### 2<sup>ème</sup> prélèvement : Barrage SMBT

-Les échantillons : 6 et 7 prélevés à partir du côté droit de la station flottante

-Les échantillons : 8 et 9 prélevés à partir du côté gauche de la station flottante

### 1. Les analyses physiques

Les paramètres physiques déterminés sur nos échantillons de vase sont la conductivité électrique, pH et la granulométrie.

#### 1.1. Conductivité électrique (mmoh/cm)

Les valeurs de la conductivité électrique mesurée sont affichées sur la figure suivante

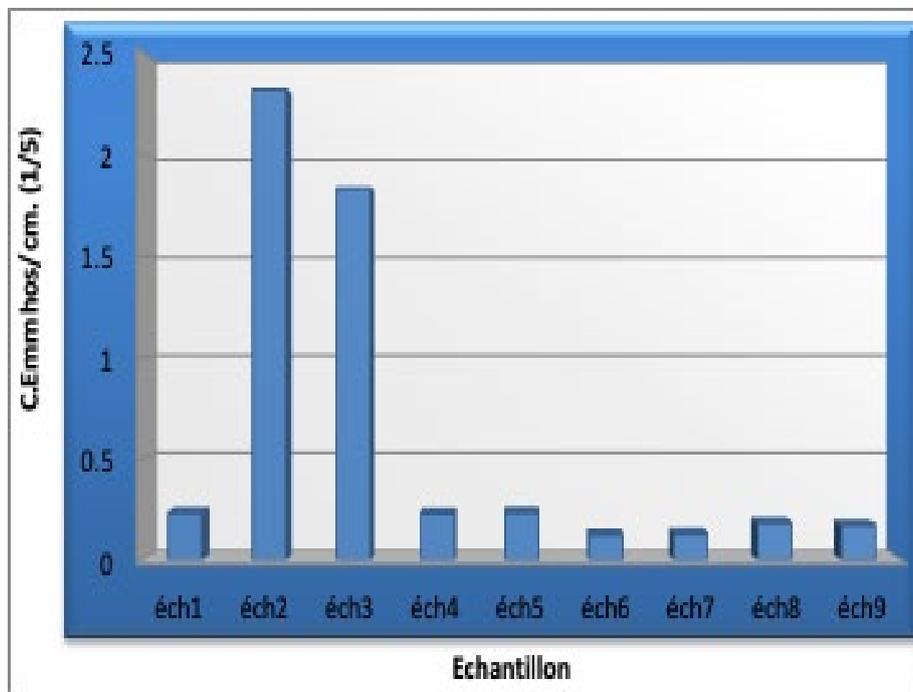


Figure 1 .variation de CE en fonction d'échantillon

Selon la figure n° 1 : la valeur de la conductivité électrique pour les échantillons(1, 4,5) varie entre **0,22** à **0,23**, cela indique que l'ensemble des vases prélevées dans cet endroit est **non salé**, par contre les échantillons :(2et3 ) la CE estimée à **1,83** jusqu'à **2,32**, ce qui signifie que cette vase est **salé** cause de l'érosion des sols agricoles contenant des engrais chimiques, malheureusement ces derniers vont aussi, polluer les eaux douces des barrages et des nappes, ce qui peut entraîner l'eutrophisation et affecter la vie de poissons.

-Pour le 2<sup>ème</sup> prélèvement du Barrage SMBT : la valeur de la CE, dans l'ensemble des échantillons prélevés (6, 7, 8 et 9), varie entre **0,12** à **0,18**, donc tous les échantillons de vase sont de type **non salé**, probablement parce qu'il n'y a pas de terres agricoles à proximité du point de prélèvement.

### 1.2. Potentiel hydrique (pH)

Le pH du sol permet d'indiquer l'acidité actuelle de la vase, les valeurs de pH, des différents échantillons de nos sites étudiés dans les deux prélèvements, sont présentées dans la figure suivante :

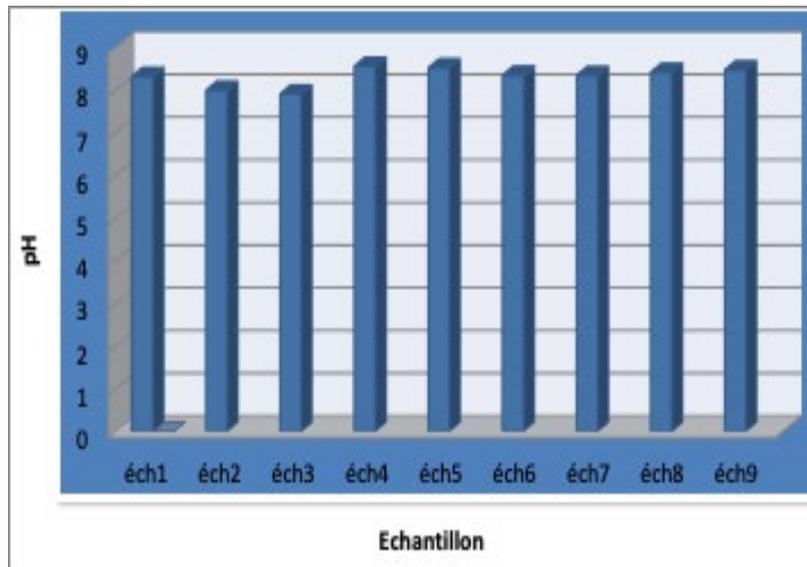


Figure 2. Variation de pH de la vase en fonction des prélèvements

D'après le résultat obtenu dans la figure n°2, on remarque que dans tous les prélèvements des vases, les valeurs du pH varient entre **7,9** à **8,5**, ce qui signifie que ces sites sont **moyennement alcalins**, les pH des sols à réaction alcaline sont souvent des sols calcaires, ou dont le complexe absorbant est saturé par des ions sodium. Un sol alcalin peut entraîner une solubilisation incomplète de certains éléments comme le fer et le manganèse et entraîner, par exemple, une chlorose ferrique.

### 1.3. Analyse granulométrique

Les analyses granulométriques effectués sur les échantillons prélevés, au niveau des barrages Ghrib et SMBT, ont donné les résultats affichés sur les figures suivantes :

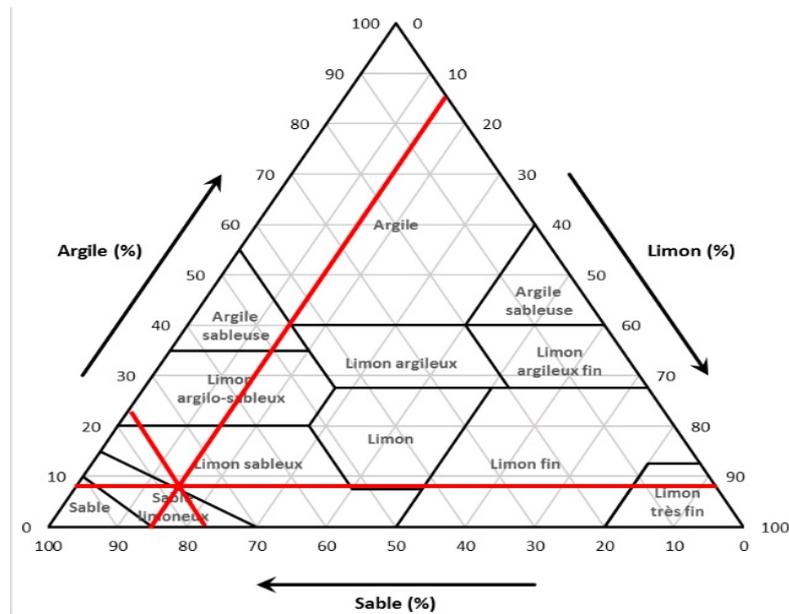


Figure 3. Diagrammes de texture de prélèvement de barrage Ghrib (échantillon 1)

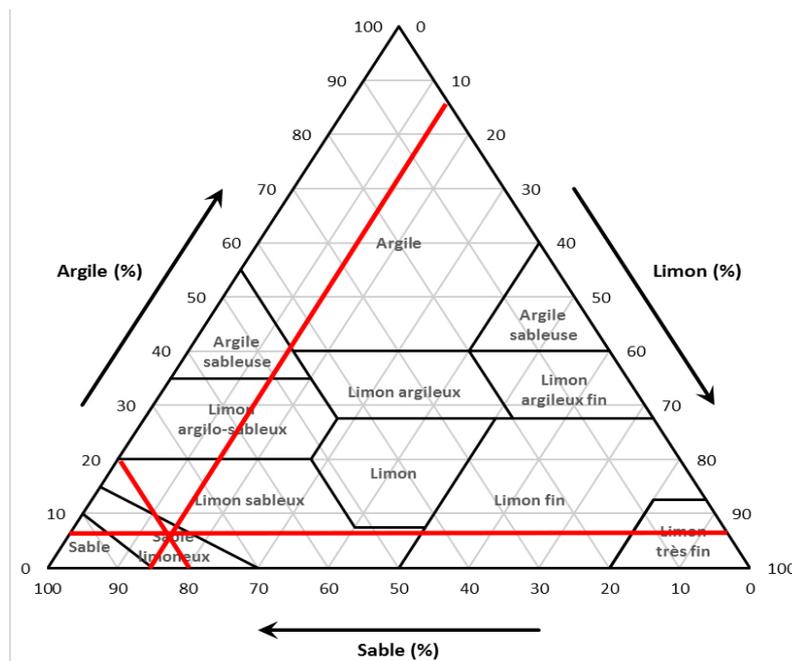


Figure 4. Diagrammes de texture de prélèvement de barrage Ghrib (échantillon 4)

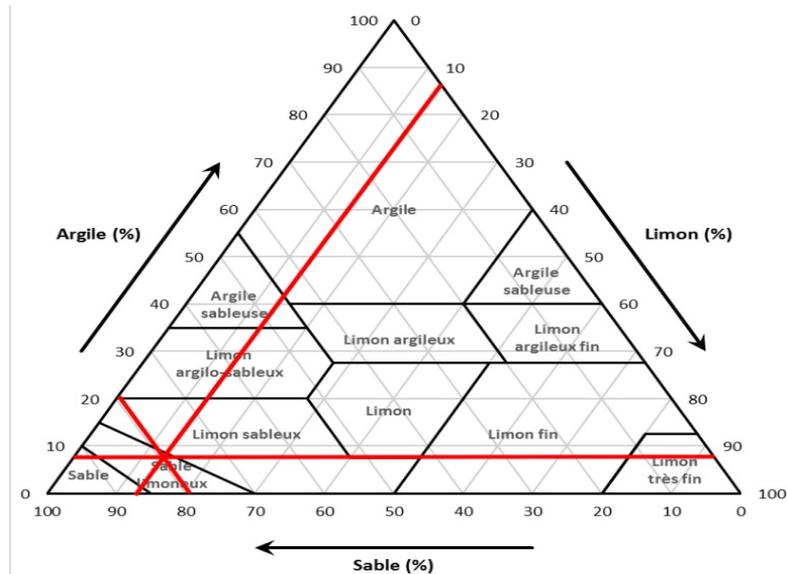


Figure 5. Diagrammes de texture de prélèvement de barrage Ghrib (échantillon 5)

Il ressort de ces figures (3,4, 5 et 6) que les particules analysées pour l'échantillon 1,4 et 5 sont de texture **sable limoneuse** avec capacité d'échange cationique faible variant entre **3 à 4 méq/100g**, selon l'échelle d'estimation de CEC(tableau1)la vase est à dominance sableuse ce qui indique que l'échange des cations est facile entre le sol et la plante ( Domain agricole )

Tableau 1. Échelle d'estimation de CEC (c mol/kg)

C.E.C. en cmol <sup>+</sup> /kg	1 à 8	8 à 15	15 à 25	25 à 35
	<ul style="list-style-type: none"> <li>C.E.C. faible</li> <li>Sols à dominante sableuse</li> <li>Échange facile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>C.E.C. moyenne</li> <li>Sols à dominante limoneuse</li> <li>Échange assez facile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>C.E.C. élevée</li> <li>Sols à dominante limono-argileuse</li> <li>Échange peu facile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>C.E.C. très élevée</li> <li>Sols à dominante argileuse et/ou humifère</li> <li>Échange difficile</li> </ul>

.La **capacité d'échange cationique** d'un sol est la quantité de cations que celui-ci peut retenir sur son complexe adsorbant à un pH donné.

La CEC est utilisée comme mesure de la fertilité d'un sol en indiquant la capacité de rétention des éléments nutritifs d'un sol donné.

La CEC correspond donc au nombre de sites négatifs proposés à l'adsorption par l'argile et la matière organique du sol (MO). Chaque sol a une CEC bien précise qui correspond à la quantité de cations qu'il peut fixer, à un pH donné. Ces cations peuvent être des acides faibles ou des acides forts (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> notamment). Il est préférable que ce soient des acides faibles qui occupent les sites de fixation : Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> car ceux-ci sont les plus intéressants d'un

point de vue nutritif pour la plante... Plus le sol est riche en argile et matière organique, plus sa CEC est importante (Wikipédia, 2020).

Ci-dessous la figure qui représente la variation de CEC de la vase étudiée :

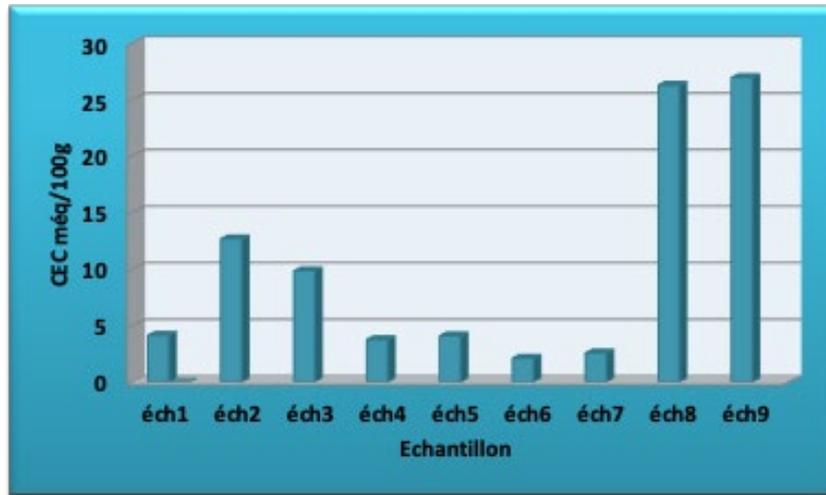


Figure6. Variations de CEC de la vase étudiée en fonction des prélèvements

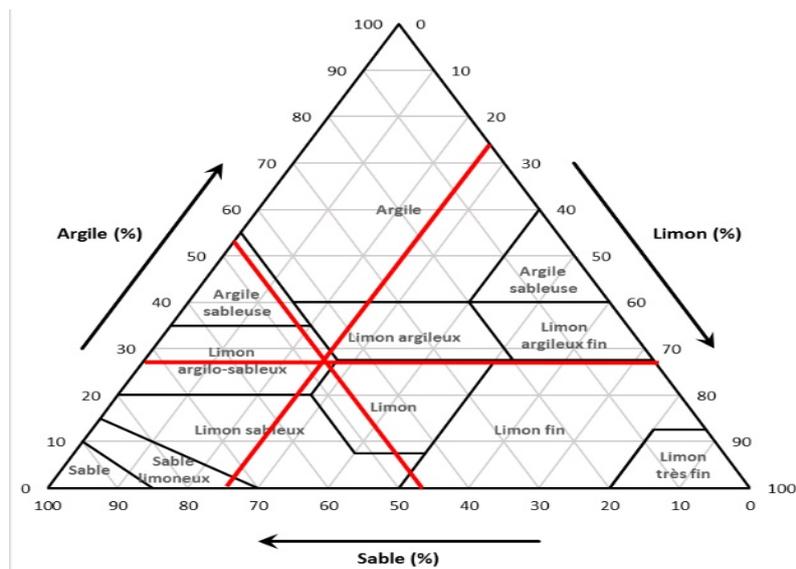


Figure 7. Diagrammes de texture de prélèvement au niveau du barrage Ghrib (échantillon2)

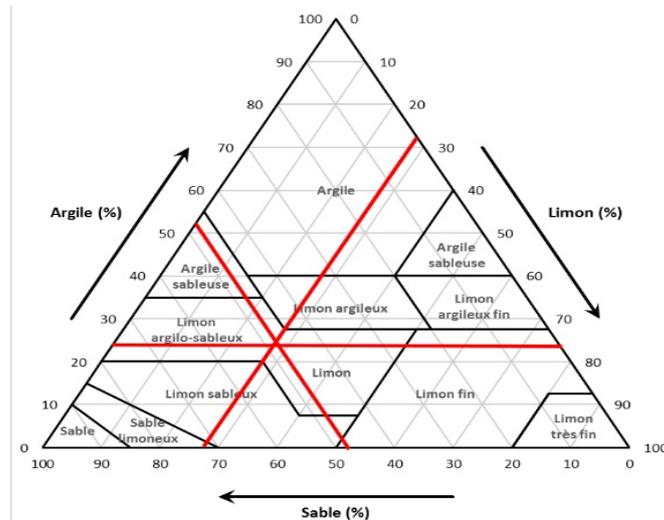


Figure 8. Diagrammes de texture de prélèvement au niveau du barrage Ghrib (échantillon 3)

Selon les figures n° 7 et 8, la texture de la vase d'échantillons 2 et 3 est **limono-argilo-sableuses** CEC moyenne qui varie entre **9 à 12mécq/100g**, ce qui signifie que ces échantillons sont à dominance limoneuse et un échange assez facile.

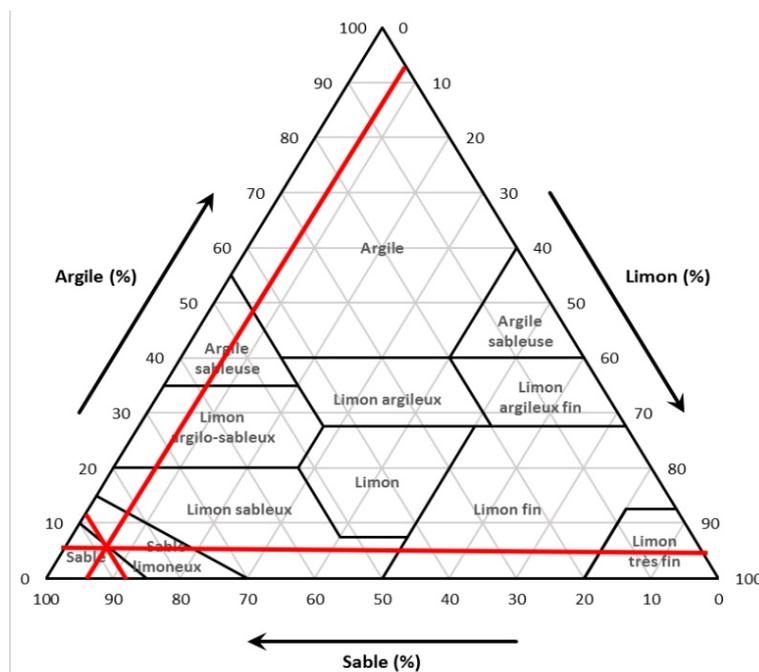


Figure 9. Diagrammes de texture de prélèvement au niveau du barrage SMBT (échantillon 6)

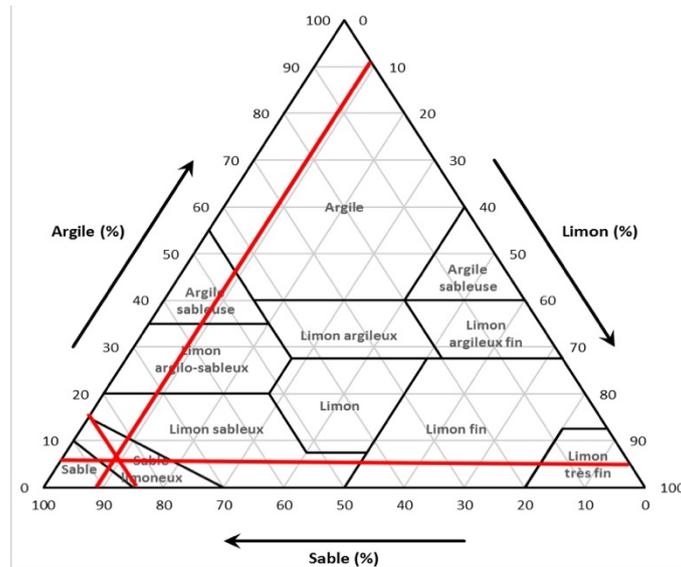


Figure 10. Diagrammes de texture de prélèvement de barrage SMBT (échantillon 7)

D’après les figures n° 9 et 10, la texture de la vase prélevée(échantillon 6 et 7) est **sableuse** avec une capacité d’échange cationique facile qui a enregistré **2még/100g**, ce qui signifie que ces échantillons sont à dominance sableuse.

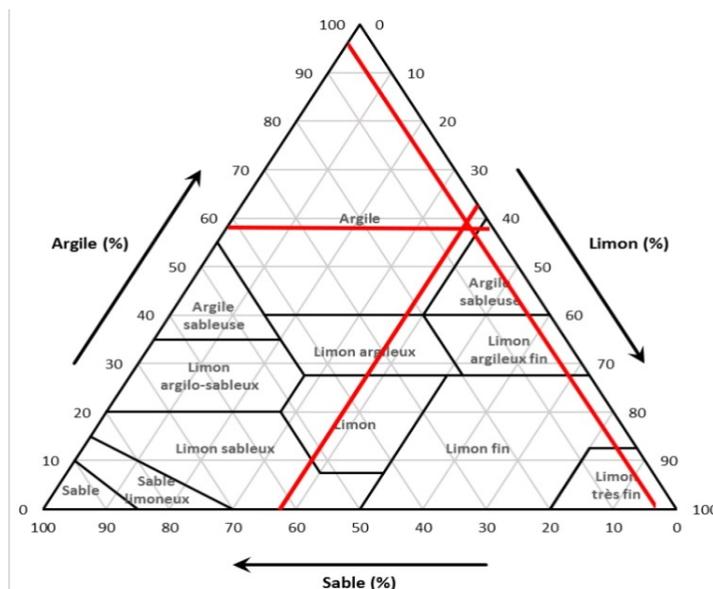


Figure 11. Diagrammes de texture de prélèvement au niveau du barrage SMBT (échantillon 8)

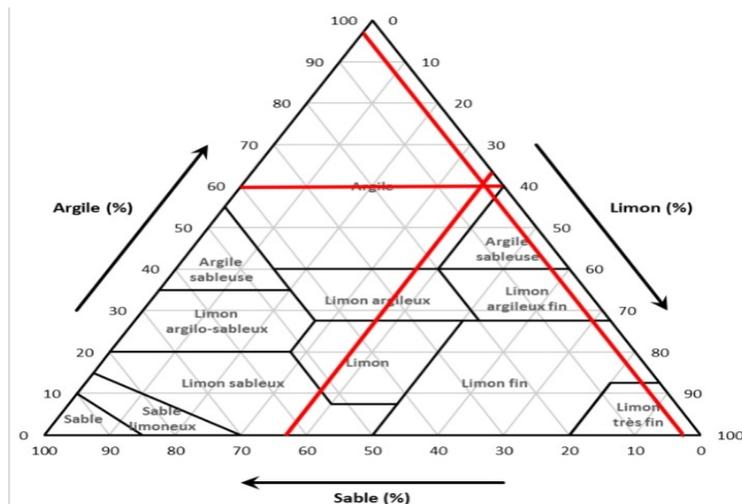


Figure 12. Diagrammes de texture de prélèvement au niveau de barrage SMBT (échantillon 9)

A partir des figures n°11 et 12, la vase étudiée (échantillon 8 et 9) possède une texture argileuse à capacité d'échange cationique difficile et élevée et qui varie entre **10 et 12még/100g** ce qui indique que la vase est à dominance argileuse ou humifère.

## 2. Analyses chimiques

### 2.1. Matière organique(%)

Les résultats d'analyse de la matière organique des sols prélevés sont présentés dans les figures 3 et 4 :

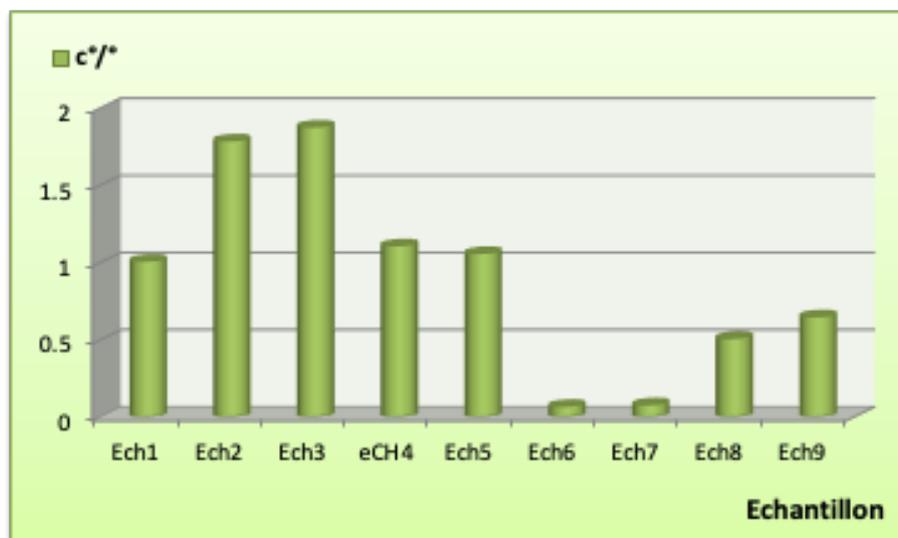
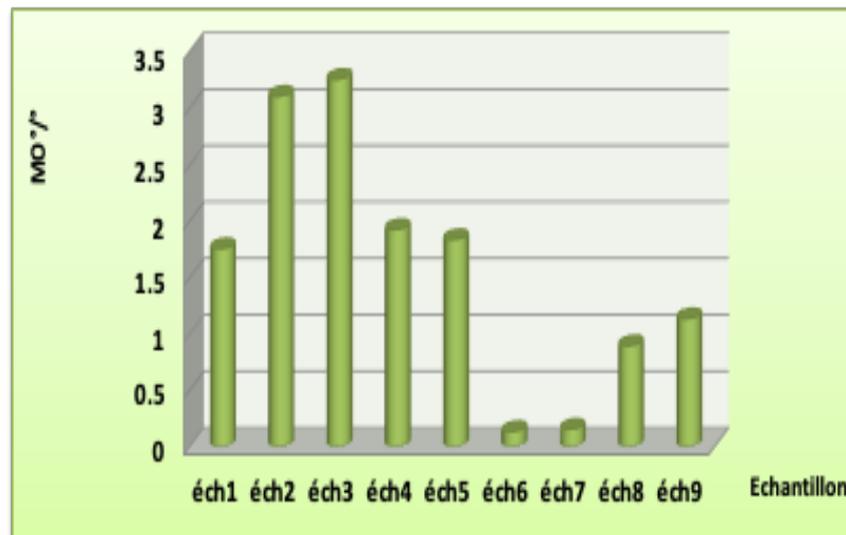


Figure 13. Variation de la teneur en carbone dans la matière organique

Pour calculer la teneur en matière organique du sol, la teneur en carbone du sol est multipliée par un coefficient de valeur égale à 1,724, cette valeur correspond la proportion moyenne de carbone dans la matière organique du sol (cette proportion doit être égale à 58%). Puisque le rapport C/MO=0,58 et le rapport MO/C= 1,724.

$$C^{\circ}/\circ = M^{\circ}/\circ / 1,724$$



**Figure 14.** Variation de la MO (%) en fonction des prélèvements

Il ressort de la figure n° 14 que le taux de matière organique dans les prélèvements de vase des échantillons 1, 4 et 5, est **moyennement pauvre**, la teneur est comprise entre **1,7 à 1,9** tandis que dans les prélèvements 2 et 3, ce taux varie entre **3,1 à 3,2**, ce qui signifie que ces sites sont **riches** en matière organique, cette augmentation peut être due aux apports solides importants de la crue observée en mois d'octobre 2019 et l'effets des engrais utilisés dans les parcelles agricoles, aussi préalablement à cause de la pollution organique.

Pour le 2<sup>ème</sup> prélèvement au niveau du barrage SMBT, le taux de MO dans les vases prélevées (6 et 7) varie entre **0,13 à 0,15**, autrement dit, cette vase est **très pauvre en Mo** et **pauvre en MO** pour l'échantillon 8 et 9, puisque ce taux varie entre **0,89 à 1,13%**, ceci est dû au manque de diversité biologique

En effet, lorsqu'on a une teneur faible en matière organique, ceci peut entraîner : une faible réserve utile et une faible stabilité structurale ainsi qu'une faible activité biologique.

## 2.2. Calcaire totale(%)

Les valeurs mesurées de Calcaire totale (%) dans les échantillons étudiés des deux prélèvements sont présentés dans la figure ci-dessous :

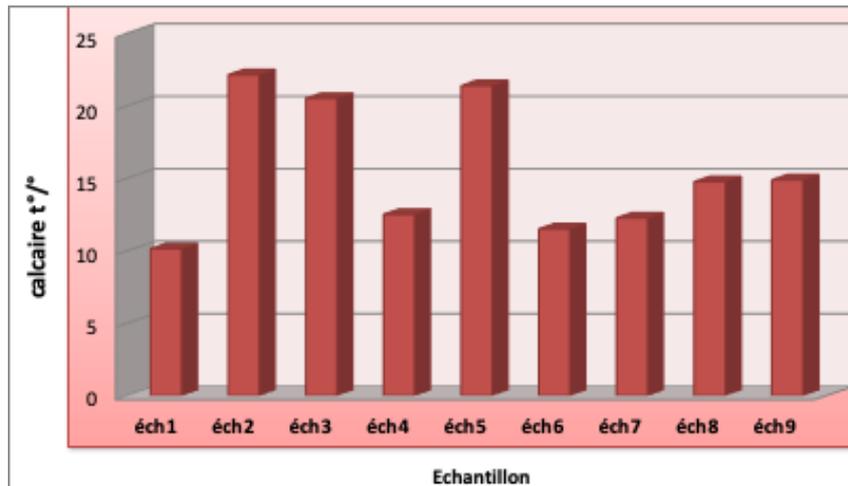


Figure 15. Variation de calcaire totale (%) des échantillons prélevés

La figure n° 15 représente le taux de Calcaire dans tous les sites de prélèvement de la vase. En effet, toutes les valeurs appartiennent à la classe  $5 < \text{CaCO}_3 < 25\%$ , ce qui indique que ces sites sont **modérément calcaires**. Ce résultat est dû, probablement, à la dégradation des roches sédimentaires ou l'effet de l'érosion hydrique.

### 2.3. Calcaire Actif %

Lorsque la teneur en calcaire total ne renseigne pas sur la solubilité de ce calcaire quand elle dépasse les 10 %, un dosage de calcaire actif doit être effectué

Les valeurs mesurées du Calcaire Actif (%) dans les échantillons étudiés des deux prélèvements sont présentés dans la figure suivante:

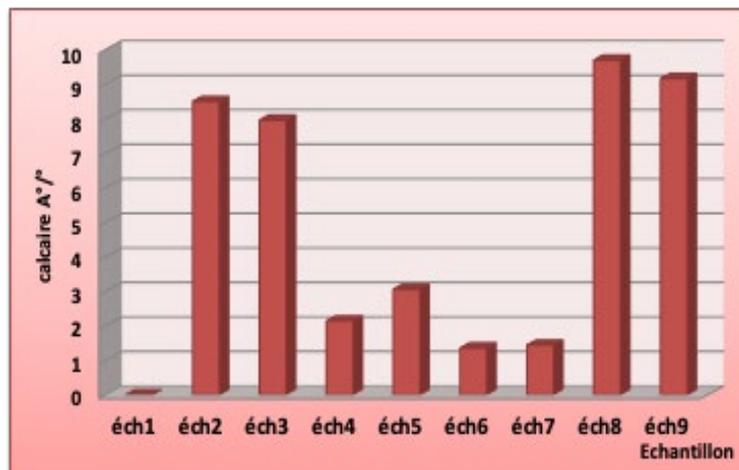


Figure 16. Variation de calcaire Actif % des échantillons prélevés

A signaler que la présence de calcaire actif peut induire, dans certain sol pauvre en fer libre, un risque de chlorose ferrique, auquel certaines productions sont sensibles.

Par ailleurs et selon la figure n° 16, le taux de Calcaire Actif <5% pour les échantillons 1,4 et 5, dans ce cas : pas ou peu de risque de chlorose ferrique par contre les échantillons 2 et 3 il y a un risque fort de chlorose ferrique vu que le taux de calcaire actif varie entre 7 et 12 %.

Dans le 2<sup>ème</sup> prélèvement pour l'échantillon 6 et 7, il n'y a pas ou peu de risque de chlorose ferrique, le taux de calcaire actif enregistré est <5%. Par contre les échantillons 8 et 9 le taux de calcaire actif est élevé, il a enregistré une valeur supérieure ou égale à 9%, ce qui indique qu'il y a un risque de chlorose ferrique.

#### 2.4. Phosphore Assimilable (pentoxyde de phosphore) (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

Les valeurs mesurées de phosphore assimilable (ppm) dans les échantillons étudiés des deux prélèvements sont présentés dans la figure ci-dessous :

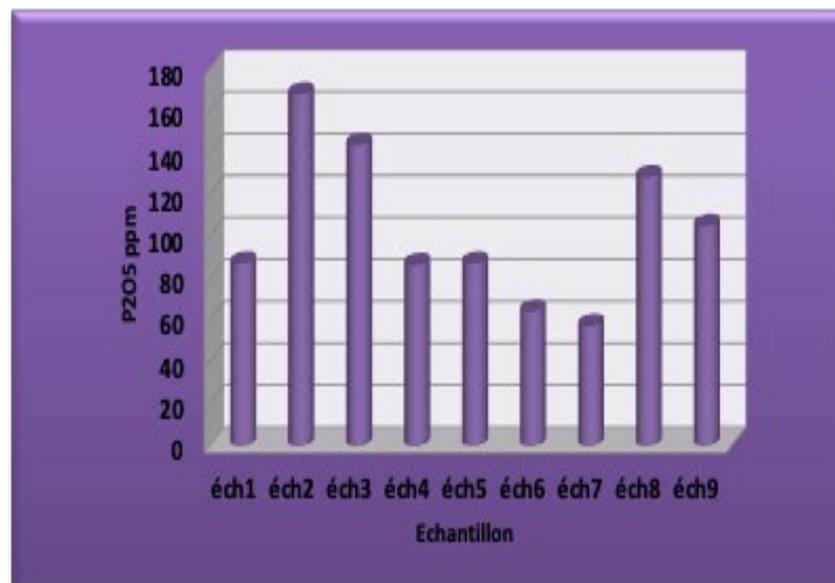


Figure 17. Variation de phosphore assimilable (ppm) des échantillons prélevés

A partir de la figure n°17, on voit que le taux de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> est élevé pour les échantillons 1,4 et 5. En effet, les valeurs varient entre 45 et 100 ppm, par contre les échantillons 2 et 3, le taux de phosphore varie entre 143 et 163 ppm, ce qui indique que ces échantillons ont une présence assez élevée en phosphore.

Même pour le 2<sup>ème</sup> prélèvement (échantillon 6 et 7), la teneur de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> est élevée puisqu'elle est comprise entre 57 et 64 ppm et est plus élevée pour les échantillons 8 et 9, où sa valeur varie de 104 à 128 ppm.

D'une façon générale, dans tous les prélèvements des vases étudiées, le taux du P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> est élevé, ces résultats s'expliquent, probablement, à cause des rejets urbains et industriels notamment ceux contenant des détergents, ajouté à cela, les rejets agricole (l'épandage d'engrais très phosphaté et le traitement des sols et des végétaux).

Le phosphore est l'élément minéral le plus important dans l'alimentation des poissons donc ces sites riches en poisson.

## Discussion

Pour étudier la nature des sédiments (des barrages Ghrib et SMBT dans le grand bassin du Cheliff) et l'impact de leur épandage pour une stratégie de **gestion** et de **valorisation**, nous voulions effectuer les analyses des caractéristiques physico-chimiques des sédiments (vases) à savoir : le pH, la masse volumique, la matière sèche, la matières volatiles, le carbone organique total, l'Azote, le Phosphore...), les analyse granulométriques et la Teneurs en métaux lourds (Arsenic, cuivre, Nickel, Plomb, Zinc, Mercure, Cadmium, Chrome), ainsi que les analyses des micropolluants, mais, malheureusement, les conditions sanitaires difficiles dans lesquelles se trouve le monde en général et l'Algérie en particulier en raison de l'éclosion du Covid -19, ont entravé et nous ont empêché de terminer et d'effectuer toutes ces analyses.

Par conséquent, seules les analyses physique et chimique ont été effectuées mais ces dernières ne vont pas nous permettre de connaître la nature exacte des sédiments mais grâce au peu de résultats obtenus, il est possible de se rapprocher de l'image du sujet traité.

Pour barrage Ghrib, nous avons enregistré texture sablo-limoneuse et une texture limoneuse avec un taux élevé de MO, CE et P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dans certains sites, de ce résultat, il est possible que ces sédiments soient le produit de l'érosion des sols agricoles voisins surtout les sols chargés d'engrais organiques et très phosphaté, ou bien c'est dû à la pollution organique du barrage suite aux rejets urbains.

A noter aussi que les résultats d'analyse de calcaire montrent que la dégradation des roches sédimentaires peut être à l'origine de la présence des sédiments dans le lac du barrage. Sachant que les barrages sont des milieux halieutiques, les poissons existants ont tendance à consommer la matière organique surtout les animaux morts et le phosphore qui reste l'aliment le plus important pour eux, et d'après les résultats obtenus, on peut dire que le barrage Ghrib est très riche en poissons,

Quant au barrage SMBT, nous avons enregistré 2 types de texture des sédiments, un sableux (à droite de station flottante) et l'autre est argileux (agache de cette même station), avec un taux de matière organique faible comparé celui trouvé dans le barrage Ghrib, ceci peut être expliqué par l'éloignement des terres agricoles de l'endroit où les échantillons ont été prélevés, mais le taux de phosphore reste plus élevé probablement cause des rejets urbain ou dégradation du roche mère, c'est l'indicateur de la présence de poisson dans le barrage SMBT.

Du moment que les sédiments du barrage Ghrib sont de texture limono-argilo-sableux, salée, riche en MO avec un taux de phosphore élevé, nous pouvons, donc, les récupérer dans le Domaine agricole, par contre la texture argileuse des sédiments du barrage SMBT, servira dans la fabrication de porcelaines, de tuiles et dans l'amélioration de certaines terres de culture, pour la fabrication de brique (mélange de 10°/° argile verte + 90°/° argile rouge et ne pas inclure trop de sable), aussi, dans la fabrication du ciment (la composition classique de ciment est de 80°/° de calcaire + 20°/° d'argile, ces deux éléments sont broyés, cuits à une très haute température. A la fin, le produit reçu, appelé clinker est à nouveau broyé et le résultat est le ciment Portland, ce dernier contient au minimum 95% de clinker).

Dans l'autre site du barrage SMBT, nous avons enregistré des sédiments à texture sableuse, ces derniers peuvent être utilisés dans la réalisation : du béton (mélange d'un ciment + eau + sable +gravier) et du Mortier (mélange d'un ciment+ eau+ sable).

Enfin, sur la base de ces résultats de récupération et valorisation de sédiments, il serait important de penser à bénéficier des avantages de cette vase présentes dans les cuvettes des barrages, d'un côté permettre au barrage de vivre le plus longtemps possible et protéger sa capacité une fois le dévasement est effectué, et d'autre part cessez l'utilisation excessive des engrais puisqu'ils seront remplacés par cette vase, encourager et développer le secteur industriel en sa branche de fabrication de ciment.

## Conclusion

En fin nous concluons que les deux barrages (Ghrib et SMBT) ont une nature différente des sédiments bien qu'ils soient situés dans la même région (wilaya d'Ain Defla), cette différence résulte de nombreux facteurs : climat, reliefs, hydrologie (cours d'eau), pédologie...etc., ainsi que l'impact de forte érosion des sols agricole chargé d'engrais chimique et la pollution anthropique.

En effet, l'épandage de ces sédiments provoque la réduction de la capacité par l'envasement des barrages, le blocage des organes de vidange et la sédimentation accélérée peut mettre en danger la stabilité de la digue, surtout pour les barrages en béton, ajouté à cela, la dégradation de la qualité de l'eau et la sédimentation dans les canaux d'irrigation, selon nos résultats, il existe plusieurs solutions pour éviter ces problèmes. Dans le barrage Ghrib ,la texture de la vase (sédiments)au niveau de Sidi Taher ( prélèvement 2 et 3) est limono-argilo-sableuse(texture équilibré).Lorsque le limon est le plus dominant dans cette texture ,ces vases sont légères, faciles à travailler, riches et fertiles et perméables à l'eau et à l'air, elles peuvent être valorisée et utilisées comme fertilisant pour cultiver certaines cultures comme : les haricots , la betterave, le pommier , le prunier , tomate, et certaines plantes fleuries tel que les pivoines et les rosiers grimpants, mais la seule contrainte qui empêche l'utilisation de cette vase c'est le phénomène du chlorose ferrique parce que le taux du calcaire actif est très élevé dans cette vase. Donc, pour éviter ce problème, on peut utiliser la technique de port greffe pour les plantes cultivées, comme on peut aussi utiliser l'eau de barrage, puisqu'elle est riche en matière organique qui provient de l'érosion des sols agricoles, dans l'irrigation des cultures au lieu d'utiliser des engrais industriels.

Ajouter à tout cela, on peut, aussi, pratiquer la technique hydroponique (culture hors sols : dans de l'eau). Elle consiste à construire des bassins d'accumulation d'eau près des barrages d'où ces bassins seront remplis avec cette eau et on cultivera, à l'intérieur de cette eau, les cultures convenables à ce type de technique. Ces bassins construits seront munis de pompe pour leur remplissage à partir du barrage, bien éclairé et un taux d'humidité accepté à l'intérieur. Ils ressembleront à une serre (partie supérieure couverte soit avec du verre ou du plastique), en plus des plantes qui seront cultivées à l'intérieur des bassins, il y aura aussi des poissons, du moment que les eaux du barrage sont riches en minéraux, elles seront utiles pour ces plantes et pour la vie halieutique.

Enfin, on va avoir une production poisson-culture basé sur le système de double agriculture. Il s'agit, en effet, d'une boucle fermée intégrative entre les plantes et les poissons, s'appuyant sur les résidus de poissons dans la nutrition des plantes et l'alimentation des poissons à partir des nutriments végétaux qui seront ajoutés à l'eau tel que calcium, potassium et azote. Dans le système hydroponique, la plante prend le rôle d'un filtre biologique. Les déchets des poissons et les résidus de leur alimentation seront fermentés, il en résulte du nitrite, puis fermenté en nitrates, puis en gaz d'ammoniac mortel qui détruit la vie des poissons, et le rôle de la plante, ici, est qu'elle absorbe les nitrates naturels comme engrais organique et l'empêche de se transformer en ammoniac.

Parmi les légumes les plus importants produits par la technique hydroponique on peut citer: courgette, pastèque, oignons, poivre.

La technique Hydroponique est une technologie moderne et respectueuse de l'environnement qui nous permettra de nous passer du sol, des engrais et des pesticides, ainsi que de bénéficier de la production de poissons et de plantes. Réduire également les économies de déchets et d'eau jusqu'à 90%, car le système dépend de la réutilisation de l'eau et non de son élimination, à l'aide d'une pompe à air qui déplace l'eau et empêche la croissance de champignons anaérobies nocifs.

Par ailleurs, la vase analysée dans le barrage SMBT peut être utilisée dans la fabrication de brique, Béton, Mortier et Ciment.

## **Conclusion Générale**

En Algérie, suite à la forte érosion hydrique dans les bassins versants, des quantités considérables des sédiments sont drainées directement dans les retenues de barrages.

Après un siècle et demi d'exploitation, l'envasement a atteint 1,7 milliards de m<sup>3</sup> dans les 74 barrages pour une capacité de 8,5 milliards de m<sup>3</sup> d'eau, soit une perte de capacité de 20%. Par ailleurs, le taux d'envasement a atteint 65 millions de m<sup>3</sup>/an. Les barrages situés dans le bassin hydrographique du Chéelif-Zahrez sont les plus menacés par l'envasement, d'où 20 barrages d'une capacité totale égal à 2370 millions de m<sup>3</sup> sont gravement exposés à ce phénomène par les dépôts de vase. Il s'avère que la technique de dragage a permis d'enlever 70 millions de m<sup>3</sup> de boue durant la période : 1950-2015.

En effet, la surélévation des barrages a permis de récupérer une capacité de 170 millions de m<sup>3</sup> durant la période 1960-2014 et le soutirage des courants de densité a permis d'évacuer 100 millions de m<sup>3</sup> de vase durant la période : 1950-2010. Deux barrages envasés ont été remplacés par deux nouveaux ouvrages, il s'agit, entre autres, des barrages de Fergoug III et Cheurfas II.

Le Barrage Ghrib, inauguré en 1939, est situé dans la commune d'oued Chorfa dans la wilaya d'Ain Defla, possédant une capacité de réservoir initiale de 280 Mm<sup>3</sup>, qui s'est réduite à 115.31Mm<sup>3</sup> selon le dernier levé bathymétrique (2004) suite à son envasement. Ce barrage est très important dans la wilaya vu son volume de cuvette et son utilisation que ce soit pour l'irrigation, l'eau potable et l'industrie.

L'aménagement de Sidi M'Hamed Ben Taïba (SMBT) est implanté sur Oued Ebda, affluent de la rive droite du Cheliff, à l'exutoire d'un bassin versant de 273 km<sup>2</sup> avec un apport annuel régularisable de 56 Mm<sup>3</sup>.

Au terme de cette étude, nous pensons avoir contribué à la connaissance de problèmes d'envasement et connaître la nature des sédiments des Barrages Ghrib et SMBT et l'impact de leur épandage, vers une stratégie de gestion et de valorisation.

A cet effet, nous avons mené une série d'analyses physiques (pH, CE, granulométrie) et chimiques (MO (taux de carbone), calcaire totale, calcaire actif et phosphore assimilable, CEC) sur des échantillons de sédiments prélevés de la retenue du barrage Ghrib et du barrage SMBT, ces analyses ont été réalisées au niveau des laboratoires de sol au niveau du bureau d'étude BNEDER à BOUCHAOUI-Alger.

Le prélèvement des échantillons a été effectué en des sites déférents, à savoir : deux (02) sites dans le barrage Ghrib et deux (2) autres sites dans le barrage SMBT, (barrage Ghrib ( :site 1 : comprend les échantillons n° 1,4 et 5 et le site 2 : les échantillons n° 2 et 3)). Ces prélèvements ont été effectués pendant le mois d'octobre 2019.

En effet, les résultats des analyses ont montré que tous les sédiments prélevés dans le barrage Ghrib sont caractérisés par un pH moyennement alcalins, taux élevé de phosphore assimilable et calcaire totale qui dépasse les 10°/° dans la plus part de ces échantillons, pour le site 1 : une CE non salée, un peu de risque de chlorose ferrique avec une teneur moyennement pauvre en matière organique(MO) et, aussi, la texture des échantillons de vase sont caractérisés par une texture sablo-limoneuse avec une capacité d'échange cationique faible, par contre, le site 2, il est de type salé avec un risque fort de chlorose ferrique et il est riche en matière organique (MO) avec une texture de vase limono-argilo-sableuse et une CEC moyenne. Ces derniers résultats sont dus probablement à l'utilisation excessive des engrais dans les sols agricoles voisins.

Le deuxième prélèvement des vases a été prélevé au niveau du barrage SMBT en mars 2020 (deux échantillons à droite de la station flottante (n° 6 et 7) et 2 autres à gauche (n°8 et 9).

D'après les résultats des analyses, il s'est avéré que les sédiments de ce barrage sont non salés, moyennement alcalin pauvre en matière organique(MO) (les sols agricoles sont loin du barrage) avec un taux de calcaire qui dépasse 10°/° et un taux de phosphore assimilable élevé. Quant à la texture des échantillons de vase (n°6 et 7), elle est de type sableux avec une capacité d'échange cationique facile et peu de risque de chlorose ferrique par rapport les échantillons (n° 8 et 9) qui sont caractérisé par une texture argileuse à capacité d'échange cationique difficile avec un risque de chlorose ferrique,

La présence de phosphore en grande proportion dans le barrage Ghrib est dû, probablement, à l'érosion des sols agricoles chargés d'engrais très phosphaté, mais dans le barrage SMBT, c'est à cause des rejets urbains et industriels.

Le phosphore est l'élément minéral le plus important dans l'alimentation des poissons, il est un indicateur de la présence des poissons dans ces barrages. Aussi, la proportion élevée de calcaire dans les deux (02) barrages est, probablement, à cause de la dégradation des roches sédimentaires ou l'effet de l'érosion hydrique.

La texture limono- argilo -sableux du site 2 du barrage Ghrib, est t une texture équilibrée, le limon reste le plus dominant. L'utilisation de ce dernier est très bénéfique pour certaines cultures tel que : les haricots, la betterave, le pommier ...

Afin d'éviter le problème de risque de chlorose ferrique, nous utiliserons les porte-greffes surtout pour les fruits.

En outre, ces sédiments du barrage Ghrib peuvent être valorisés et récupérés dans le Domain agricole. Ainsi, pour le barrage SMBT les textures les plus dominantes sont le sable et l'argile, d'où ils peuvent être utilisés dans la fabrication des briques rouge, Béton, Mortier et Ciment.

## **Références Bibliographiques**

## Référence Bibliographique:

**ABH-CZ, 2010** - Plan directeur d'aménagement des ressources en eaux, rapport de synthèse abrégé, Agence du Bassin Hydrographique Cheliff Zahrez. Agence du bassin hydrographique, Alger 52 p.

**ABH-CZ.** Atlas de bassin hydrographique Cheliff-Zahrez. Agence de Bassin Hydrographique Cheliff-Zahrez.

**ABH-CZ, 2004a** - *Cadastre hydraulique du bassin hydrographique du Cheliff-Aval du barrage de Boughezoul*, 1ère partie : Haut et moyen Cheliff, Agence du bassin hydrographique, Alger, 62p

**ABH-CZ, 2004b** - *Cadastre hydraulique du bassin hydrographique du bassin hydrographique du Cheliff-Aval du barrage de Boughezoul*, 2ème partie : bas Cheliff et la Mina Cheliff. Agence du bassin hydrographique, Alger, 52 p.

**ABH, (2005)** – *Données hydrotechniques sur les barrages, consultés en ligne sur le site officiel du ministère des ressources en eau (Algérie)*, Ed. Agence du bassin hydrographique, Alger, s.p.

**Abriak, N.-E., Khezami, I., Mamindy-Pajany, Y., Brakni, S., & Zentar, R. (2014).** Valorisation des sédiments de dragage en aménagement paysager rapport de (Guide méthodologique). SEDILAB, 69p.

**Ammari, A., (2012).** Vulnérabilité à l'Envasement des Barrages (cas du bassin Hydrographique des Côtiers Algérois).Thèse de Doctorat d'Etat en Hydraulique. Institut Université Mohamed Khider .Biskra-195p

**ANBT. (2007).** Fiche technique du barrage Ghrib. Alger.

**A.N.B.T, (2014)** : Agence National des bassins et de transfère.

**ANBT, 2008)** Agence National des barrages et transferts.

**ANBT, (2007.** Fiche technique du barrage Ghrib. Alger.

- **ANRH, (2005)** - *Note relative à la remontée des eaux dans Oued Righ*. Ed. Agence Nationale ressources hydriques, Ouargla, 27 p

**ANRH, (2014).** : L'Agence Nationale des Ressources Hydriques.

**Azizou, A , Med Madani, H., (2015).** Contribution à l'étude climatique et bioclimatique du barrage Ghrib dans la wilaya d'Ain Defla, mémoire de master. Université Djilali Bounaama à Khemis Miliana. P.14, 16,32

**Bachir .D et Zemmouri.S., (2012).** Fonction de pédo-transfert pour les vertisols de la plaine de la Mitidja (Algérie) : recherche de paramètre les plus pertinents pour la rétention en eau

**Baize .D., (2000).** Guide des analyses en pédologie: choix, expression, présentation, interprétation 2e éd, INRA-paris 255.

**Beggar .S et Bouchahmi. F., (2017).** Origine et processus de l'envasement du barrage Ghrib (wilaya d'Ain Defla) .mémoire de master. Université Djilali Bounaama à Khemis Miliana. P. 21, 22,28, 37.39.40.

**Benaissa A,(2017)** .Valorisation de la vase pour l'utilisation dans la technique routière- thèse de doctorat en science-Université Djilali Liabes Sidi Bel Abbes –Laboratoire de Génie Civil et Environnement-148p

**Boukemmoum, N. et Abdessalam,N ,(2019),** Valorisation des sédiments de barrages Cas du barrage de Ain Dalia (Souk Ahras)- Mémoire de Master- Présenté à l'Université 8 Mai 1945 de Guelma- Génie Civil-107p

**Boutin. R, (2000)** «Dragage et rejets en mer. Les produits de type vase », Presses de l'école nationale des ponts et chaussées, ISBN 2-85978-336-9, Paris, 307p.

**Boulaine, J., (1956).** Étude des sols de la plaine du Chélif.

**Brahimi s (2017)** Transport solide et estimation de l'envasement des barrages dans les Bassins versant du Chélif .mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magister Spécialité : Ressource en sol, eau et environnement. Université Djilali Bounaama à KhemisMiliana.116 p

**Caria. G., (2007).** Dosage du carbone organique par combustion sèche après décarbonation automatisée des sols, CARIA Giovanni, PROIX Nicolas, CIESIELSKI Henri, article –caria-INRA-15/09/2007, Institut National de la Recherche Agronomique-laboratoire d'analyses des sols, 273, rue de cambrai62000Arras (France),caria@arras.inra.fr.

**Cheggour, A., Saber, N., Simonneaux, V., (2008).** Mesures de l'érosion hydrique à différentes échelles spatiales dans un bassin versant montagneux semi-aride et spatialisation par des S.I.G. : Application au bassin versant de la Rhéraya, Haut Atlas, Maroc. Thèse de Doctorat. Université de Cadi Ayyad-Maroc. 231p

**Chetta, R .Nekki, M., (2017).** Etude statistique de la dynamique des flux des sédiments en suspension dans le bassin de l'oued Cheliff- Ghrib, Mémoire de Master-Gestion des eaux et Environnement-Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana-147p

**Dalloni, M., (1939).** Géologie appliquée de l'Algérie. Masson et Cie, Éditeur, pp. 263, 483, 520, 595.

**Dalton Jennifer L., Gardner Kevin H., Seager Thomas P., Weimer Mindy L., Spear Jean C.M., Magee Bryan J. (2004)** “Properties of Portland cement made from contaminated sédiments.” Resources, Conservation and Recycling, Vol. 41, Pages 227-241,

**Dang T.A.( 2011).** “Valorisation des sédiments marins bretons comme matériaux de construction” Thèse de doctorat de l'INSA Rennes,

**Delaunois .A, Ferrie.Y, Bouche.M, Colin.C, et Rionde.C,(2008).** Guide pour la description et l'évaluation de la fertilité des sols.

**Djellouli y., (1981),** Étude climatique et bioclimatique des hauts plateaux de la sud oranaise wilaya de Saida, Comportement des espèces vis – à – des éléments sur le climat. Thèse doc 3ème cycle. Uni. SCI. Techno. H. Boumediene. Alger. P178

**Djezzar, M, (2015)** Biodiversité et diagnose piscicole de trois lacs de barrages du haut Cheliff (Ain-Defla, Algérie) : Ghrib, Harreza et Sidi M'Hamed Ben Taïba, En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat En sciences agronomiques, École Nationale Supérieure d'Agronomie El Harrach. P, 19

**Dongxing Wang, (2011)** « solidification et valorisation de sédiments du port de dunkerqueen travaux routiers » Thèse de doctorat de l'Université deLille1.

**Drouet, (2010).** The pédologie BING-F-302,137.

**Drouineau .G, (1942).** Dosage rapide du calcaire actif du sol .Ann. Agro. 12, pp.441-450.

**DSA, (2015).** Office des services agricoles.

**FOA, (1990).** Conservation des sols et des eaux dans les zones semi-arides. Bulletin.

**Gagnard G., Huguet C., Ryser J.P., (1988).** L'analyse du sol et du végétal dans la conduite de la fertilisation. Le contrôle de la qualité des fruits. Secrétariat général OILB/SROP.83 p.

**Gauchers, Soltser, (1981).** Base de la production végétale : le sol, Edition Techniques.

**Godwin U. Akpan and Bassey T. Udoh., (2013).** Evaluation of Some Properties of Soils Affected by Diesel Oil Pollution in Uyo, Niger Delta Area, Nigeria. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare www.iiste.org ISSN 2224-3208 (Online) Vol.3, No.8.p43.

**Hallouz, F.; Meddi, M.; Mahé, G.; Toumi, S.; Rahmani, S.E.A., (2018).** Erosion, Suspended Sediment Transport and Sedimentation on the Wadi Mina at. the Sidi M'Hamed Ben Aouda Dam, Alegria. *Water* 2018, 10(7), 895; <https://doi.org/10.3390/w10070895>

**Hallouz, F., Meddi, M., Mahé, G. et al., (2020).** Analysis of meteorological drought sequences at various timescales in semi-arid climate: case of the Cheliff watershed (northwest of Algeria). *Arab J Geosci* 13, 280 (2020). <https://doi.org/10.1007/s12517-020-5256-5>

**Hammouda R, Mataam H, (2003)** - contribution à l'étude diachronique du climat et du bioclimat de la steppe algérienne. Mémoire d'ingénieur. Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene.

**Hayet, A. Deram, A, Bohain, D, (2017).** Contexte et cadre règlementaire de la gestion des sédiments de dragage étude n°14-1023/1b-premier chapitre de l'étude impacts écologiques de sédiments pollués extraits et déposés en milieux terrestres – ilis - université de Lille 2-<http://www.record-net.org/-136P>

**Hufty A, (2005).** Introduction à la climatologie .Ed .Québec, Canada .p235.

**INSD, (2011).** Carte d'occupation du sol du Wilaya d'Ain Defla, Médéa, Chleff, Tissemsilt, Relizane, Tiaret et Saida à l'échelle 1/25000. Institut National des Sols, de l'Irrigation et du Drainage.

**IDRA Environnement SA. CG33 / EPIC Arcachon/ SIBA. (juin 2006).** « Rapport final du schéma directeur du traitement des vases portuaires (SDTVP) du bassind'Arcachon».174p.

**Kaurakleite (1990)**, Réflexion sur l'utilité des modèles mathématiques dans la gestion de la pollution diffuse d'origine agricole. Thèse, ENPC, Paris, 342 pages

**Korieb.H, (2018)**. Etude des transports sédimentaires de l'oued Chélif et leur évolution au fil des dernières décennies, Sous l'influence de la variabilité climatique-Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master-Bioclimatologie-Université Djilali Bounaama Khemis Miliana-p4-6

**Labadlia, M et Benzerhouda, M., (2018)**. Impact de la qualité physico-chimique des eaux d'irrigations du barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba (SMBT) sur les sols agricoles, mémoire de master, Université Djilali Bounaama à Khemis Miliana,27,28,43

**Laboratoire Agronomique de Normandie (LANO), (1994)**. Programme d'analyse proposé par le LANO Calcaire total et calcaire actif / CaCO<sub>3</sub>T et CaCO<sub>3</sub> actif). Ministère de l'Agriculture de France. [http://www.lano.asso.fr/web/histoire\\_du\\_lano.html](http://www.lano.asso.fr/web/histoire_du_lano.html)

**Laboratoire d'analyses industrielles et environnementales, France (Flandres-analyses) (1983)**. Analyse des métaux dans les eaux, les sols, les boues, les sédiments et les aliments. <https://www.flandres-analyses.com/analyse-des-metaux-eaux-sols-boues-sediments-aliments/> [contact@flandres-analyses.fr](mailto:contact@flandres-analyses.fr)

**Laborde, J.P., (2009.)** Éléments d'hydrologie de surface, P8. Professeur à l'Université de Nice-Sophia Antipolis. Ingénieur hydrogéologue de l'ENSG Nancy. Docteur des Sciences en Hydrologie.

**LIFE, (2002):** « Méthodes de gestion et de réutilisation des sédiments pollués », Projet européen LIFE réalisé par In Vivo, l'Agence de l'eau Artois Picardie, le Pôle de Compétence des sites et sols pollués. Source : Agence de l'eau Artois Picardie –<http://www.eau-artois-picardie.fr>

**Liferki, M., (2016)**. Étude des propriétés physico-chimiques et Bactériologiques de l'eau du barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba, mémoire de master, Université Djilali Bounaama à Khemis Miliana. P : 21, 22, 25,29

**Maritxu Guiresse, Maialen Barret et Benjamin Pey, (2017)**. Des approches complémentaires indispensables pour comprendre les enjeux qui pèsent sur les sols (cultivés). [http://moodle-ensat.inp-toulouse.fr/pluginfile.php/27921/mod\\_resource/content/0/PG5\\_2018-2019Guiresse.pdf](http://moodle-ensat.inp-toulouse.fr/pluginfile.php/27921/mod_resource/content/0/PG5_2018-2019Guiresse.pdf).

19Guiresse.pdf

**Mater J., (2014)**. Étude de la qualité physico-chimique des eaux et des sols de la région sous Massa, (cas de périmètre Issen), Morocco, <http://www.jmaterenvironsci.com>.

**Meddi H. et Meddi M., (2009)**. Étude de la persistance de la sécheresse au niveau de sept plaines algériennes par utilisation des chaînes de Markov (1930-2003), Courrier du savoir, 9, 39 - 48

**Meddi, M., Meddi, H., (2012)**. Étude du transport solide et pluies érosives dans le bassin versant de l'Oued Ebda –Algérie. Conférence internationale sur modélisation du transport de sédiments dans les bassins versant et dans les rivières, Istanbul, Turquie.

**Monographie de barrage Ghrib., (1965).** <https://fr.m.wikipedia.org> , Carte - plaine –Khemis-Miliana-01-07-2017

**Nicolas ALSAC, (2007).** Eurofins Environnement, Annales de toxicologie Analytique , vol, ,XIX ,n°1 , Dosage des métaux lourds (As, Cd, Cr ,Cu ,Ni, Pb ,Zn, et Hg) dans les sols par ICP-MS ,p :38.

**Nomane, H . (2011).** Mémoire Online-Etude de la salinité des sols par la méthode de détection électromagnétique dans le périmètre irrigué de Kalâcat Landalous en Tunisie : cas d'une parcelle de courge

**Oumereouk.A. et Bouhars.M., (1993).** Contribution à l'étude des sols et de l'assainissement agricole dans le Sud-est de la grande plaine orientale d'Annaba (secteur de Besbese, Zerirer et Ben M' Hidi). Mem. Ing. Amen. I.S.T. Uni Annaba.

**Remini. B et Hallouche. W, (2004).** La problématique de l'envasement des barrages en Algérie ».Université de Blida, laboratoire : Eau - Roche –Plante, Centre universitaire KhemisMiliana

**Remini B. (2019).** Les courants de densité : Un phénomène naturel qui se manifeste dans les milieux arides.Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°40, Déc. 2019, pp. 165-194. <https://www.researchgate.net/publication/338765681>.

**Scordia P-Y (2008).** Caractérisation et valorisation de sédiments fluviaux pollués et traités dans les matériaux routiers. Thèse de doctorat de l'Ecole Centrale deLille.

**SeklaouI-Oukid Ouiza(2016).** valorisation des sédiments du barrage d'el Merdja Sidi Abed : étude technico-économique thèse En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Génie Civil - Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou –p138

**Touazi M., Bhiry N., Laborde J.P. et Achour F., (2011).** Régionalisation des débits moyens mensuels en Algérie du nord, *Rev. Sciences eau, Journal Water Science*, 24, (2): 177 - 191.

**USDA, (2016),** Le Département de l'Agriculture des Etats Unis. Diagramme triangulaire de la texture des sols. [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Soil\\_texture\\_triangle?uselang=fr](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Soil_texture_triangle?uselang=fr)

**US Salinity Laboratory Staff ; Richards, (1954).** (United state Salinity Laboratory staff) : Diagnoses and improvement of saline and alkali soils .US Department of Agriculture, Handbook n°60, U.S.Gov .Print .Office, WashingtonDC.

**Yahiatene, Y ., (2006).** Analyse physico-chimiques<<Guide et quelques principes analytiques>>, p : 7, 10, 12,15, laboratoire d'analyses des sols et eaux, BNEDER

**Vernus E., Méhu J., Bonnet J., Bergeron A. (2013).** Filières de gestion à terre, guide thématique -Travaux de Recherches et Développement sur la gestion terrestre des sédiments marins non immergeables, CAP Sédiment, p- 44

# **Annexe**

## Annexe : Mode opératoire

### I- Conductivité électrique et PH :(Méthode Extrait de pate saturée)

#### 1-Préparation de la pâte saturée :

-Peser 100g de terre a 2 mm dans des capsules en polyéthylène munies d'un couvercle.

-A l'aide d'une burette, humecter la terre avec **de l'eau distillée**, jusqu'à ce que l'eau ne s'infiltré plus. –A l'aide d'une spatule, commencer à malaxer la terre, rajouter de l'eau et continuer de malaxer la pâte, s'arrêter de rajouter de l'eau et de malaxer, lorsque les conditions suivantes sont réunies : la pâte doit **couler lentement** quand on **incline** la capsule, sa **surface** doit être **luisante** et sans **grumeaux**.

-Noter le **volume (V<sub>1</sub>)** d'eau distillée utilisée pour la préparation de la pâte,

-couvrir avec le couvercle, laisser en repos à l'abri du **soleil** et si possible dans un **dessiccateur** ou **cloche en verre** (18 à 24 h).

**2. Mesure de pH : Incliner** légèrement la capsule, puis enfoncer **délicatement** dans la pâte l'électrode de pH, lire sur le **pH-mètre** la valeur indiquée.

#### 3. Mesure de la conductivité électrique :

–Transvaser la pâte dans des tubes, équilibrer les poids, puis centrifuger à 3000 tr/mn pendant 30 mn.

–Recueillir la solution surnageant dans des piluliers (petits flacons) préalablement tarés. Et Peser le volume de la solution recueillie, soit **V<sub>2</sub>**, après Mesurer la conductivité en immergeant directement la cellule de conductivité dans la solution,

**5–SELS SOLUBLES (méthode pâte saturée) :** –Résultats en méq/100g :

$$\begin{array}{l}
 \text{CO}_3^{2-} = \frac{2 V_1 * N * 100g}{100g * V (P.E.)} * \frac{V_1}{V_2} * C \\
 \\
 \text{HCO}_3^- = \frac{(V_2 - 2V_1) * 100g}{100g * V (P.E.)} * \frac{V_1}{V_2} * C \\
 \text{Cl}^- = \frac{x \text{ ml AgNO}_3 * N * 100g}{100g * V (P.E.)} * \frac{V_1}{V_2} * C
 \end{array}$$

-Résultat par mé /l :

1000

$$X \text{ mé /l } 100 \text{ g } * \frac{\quad}{V_1} = x \text{ mé /l}$$

Note : V1 : volume d'eau nécessaire pour la préparation de la pâte saturée

V2 : volume d'eau recueilli par centrifugation (puis peser à la balance)

C : Capacité de la fiole utilisée pour diluer l'extrait

## II -l'analyse Granulométrie (pipette de ROBINSON) :

**Premier jour :** - On Prendre 10 g de sol fin (2mm) dans un bécher.

### - Destruction de la matière organique :

- Verser dans un même bécher 50ml de l'eau oxygéné (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) à 30%. , Laisser macérer pendant une nuit (on le met dans un grand bucher).

- **Deuxième jour :** On chauffe le bécher sur le bain sable jusqu' à disparition de la mousse.

- On Prendre le bucher et On Ajoute 20 ml de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (on ajoute ces gouttes après l'échauffement de bécher), On arrê l'opération lorsqu' il y a arrê de l'effervescence.

### - Disparition des éléments argileux:

- On ajoute le contenue dans un Goblet fermé + 40 ml Hexamétaphosphate à 4% et laisser agiter pendant 2 heures dans l'agitateur mécanique.

- Mettre un entonnoir avec tamis de (0 ,05 mm) sur le cylindre et tamiser la suspension. Laver avec de l'eau distillée jusqu' à ce que toutes les particules < 0,05 mm passent à travers le tamis dans le cylindre.

- Remplir le cylindre avec l'eau distillée jusqu' au trait ajusté au 1000 ml (1 L).

- Mettre le sable : restant dans le tamis dans une capsule de pois connu et sécher dans l'étuve à 150 °c pendant 15 heures.

– **Sédimentation et prélèvement:** Mesure de la température des solutions qui se retrouvent dans le cylindre.

### Mesure avec la pipette de ROBINSON:

- Avant de commencer les mesures, il faut agiter plusieurs fois avec un pied spécial.

- Pour la fraction totale < 0 ,05 mm (LG + LF +A + sels solubles) on agite le cylindre et on prend immédiatement un prélèvement de 10 ml du milieu du cylindre. Dans une capsule (avec couvercle) d'un poids connu.

- Pour la fraction < 0,02 mm (LF +A +sels solubles) en agite le cylindre et prend un prélèvement à 10 cm après 4 min 40 sec. Dans une capsule (avec couvercle) d'un poids connu.
- Pour la fraction < 0,002 mm (Argile (A) + sels solubles) en agite 10 fois par le pied le cylindre et en prend un prélèvement à 6 cm qui correspond à la température de solution après 4 h et 39 min. dans une capsule (avec couvercle) d'un poids connu.
- On met ces capsules des pois connu dans l'étuve à 105 °c pendant 15 heures pour le séchage.
- On laisse refroidir également le sable et on le pèse. Ensuite, on tamise à sec à l'aide de deux tamis superpose de 0,250 mm et 0,045 mm.
- On récupère les deux quantités dans des capsules de poids connu et on pèse ces capsules pour déterminer la sable fin(S F) et sable grossier (S G)

**Les calculs :**

$\% A = (a \times v) / (p \times v) \times 100.$
$\% L F = (b - a) \times v / (p \times v) \times 100$
$\% S F = c / p \times 100.$
$\% S G = d / p \times 100.$
$\% L G = 100 - (\% A + \% L F + \% S F + \% S G)$

- a (gramme): poids de l'Argile prélevé et pesé à sec.
- b (gramme): poids de (Limon fin + Argile) prélevé et pesé à sec.
- c (gramme): poids de sable fin prélevé et pesé à sec.
- d (gramme): poids de sable grossier prélevé et pesé à sec.
- v (gramme): Volume de la pipette de ROBINSON égale 10 ml.
- V (ml) : Volume total de l'Allonge égale 1000 ml.

**III-Dosage de la matière organique:**

**- A-préparation de la gamme étalon :**

- Dans des tubes à centrifuger de 100 ml, on met les volumes suivants de la solution à 1,25g/l de Glucose : 3-5-10-15-20-25 ml, -On évapore à sec à 70°C
- peser 0,5g de terre fin 2 mm + 5ml de Bichromate de Potassium  $Cr_2O_7K_2$  + 5 ml d'acide sulfurique
- .Après, placé les solutions dans un **fume Hood** quelque min pour la réaction chimique, Après 30 min ajouté 25 de l'eau distillé et laissé panant une huit, après 24 heures : étalonné le

colorimètre par la Solution Etalon (Carbone : 0,5g/l, Glucose : 1,25g/) : 3-5-10-15-20-25 ml ,  
et lire les résultats.

-Dans un 1,25g/l de glucose, il y a 0,5 g/l de carbone

-C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>:180g/l → 72g de carbone (12\*6) et 1,25g/l →  
Xg ?

$$1,25*72/ 180 = 90/180 = 0,002* \text{ mg /l} = x \text{ }^\circ/\text{oo de C}$$

**IV-Dosage de calcaire total (Calcimètre de BERNARD):** (1g) de sol de 2 mm +10 ml  
d'HCl a l'intérieur de la tubulure ou entonnoir environ, tout en prenant bien soin de ne pas  
converser sur le produit.

- boucher le récipient relié à la burette, puis égaliser les deux niveaux d'eau de la burette et du  
réservoir, **faire la lecture** soit  $V_0$  le volume.

- Ouvrir le robinet de l'entonnoir (durant cette opération, éviter tout contact entre l'acide et le  
produit), puis fermer le robinet tout en conservant une petite quantité l'acide dans l'entonnoir  
(comme joint hydraulique).

-Bien agiter la fiole, le CO<sub>2</sub> qui se dégage lors de cette réaction, fait descendre le niveau d'eau  
de la burette, en même temps abaisser le réservoir de tel sorte que les deux niveaux soient à la  
même hauteur. Continuer d'agiter jusqu'à ce que le niveau d'eau dans la burette reste constant.

-A cet instant, amener de nouveau le niveau d'eau du réservoir au même niveau que celui de  
la burette et lire sur la burette le volume final de gaz dégagé soit  $V$  le volume.

- Recommencer la même opération pour les échantillons de terre.

**Expression de la teneur en calcaire en % :**La teneur en pourcentage (%) de calcaire  
d'un échantillon donné est exprimée par la relation suivante :

$$P/V-V_0 * V'-V_0/ P' *100$$

-P= poids de CaCO<sub>3</sub> pur, - P' = poids de l'échantillon

-V= volume de CO, dégagé par le CaCO<sub>3</sub>, -V'= volume de CO<sub>2</sub> dégagé par l'échantillon

$V_0$ =Volume de CO, au démarrage.

#### **V-Calcaire Actif :**

-Peser **5 g** de terre fine +**125 ml** de solution d'oxalate d'ammonium **N/5** et agiter  
pendant 2 heures

- laisser la solution se bien décantée (à la nuit)

-Prélever dans un bêcher **10 ml** de la solution d'extraction +**10 ml d'acide sulfurique 4N** ;

- Chauffer (**70-80°C**) sur agitateur magnétique chauffant ;
- Titrer avec la solution **de permanganate N/5** jusqu'au virage **rose persistant.** ;
- Noter le volume **Ve** de permanganate.
- Faire un **témoin** dans les mêmes conditions avec **10 ml** de la solution **d'oxalate l'ammonium** et titrer avec la solution de permanganate jusqu'au virage rose persistant;
- noter le volume **Vt** de permanganate

. **Expression de résultats** : Calcul du titre de la solution de permanganate:

Oxalate d'ammonium  $\longrightarrow$  permanganate de potassium

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

$$1/5 * 10 \text{ ml} = N_2 V_2$$

$$2 = N_2 V_2 \longrightarrow N_2 (\text{titre}) = 2/(V_2 V_t)$$

Soit: **Vt**: le volume nécessaire de permanganate pour titrer 10 ml de solution d'oxalate d'ammonium. **Ve**: le volume utilisé de permanganate pour titrer l'excès d'oxalate non neutralisé par le calcaire présent dans l'échantillon.

$$\text{On a: } (V_t - V_e) \times \text{titre KMnO}_4 = x \text{ méq CaCO}_3$$

Sachant que : 1 ml de  $\text{KmnO}_4$  N. correspond à 1 méq de Ca (20 mg) : soit 50 mg  $\text{CaCO}_3$

On aura donc : et selon le protocole d'analyse :

$$\text{Caco}_3 \% = 125 \text{ ml} / 10 \text{ ml} * 100 \text{ g} / 5 \text{ g} * 0,05 \text{ g} * 2 / (V_t) * (V_t - V_e) = 25(V_t - V_e) / V_t$$

si l'on a utilisé 10 ml de permanganate pour titrer 10 ml d'oxalate on aura :

$$\text{CaCO}_3 \% = 25/10(V_t - V_e) = 2,5(V_t - V_e)$$

#### **VI -Phosphore Assimilable :**

Peser **1 g** de terre à 2 mm dans des flacons en polyéthylène + **200 ml de la solution Truog** (**Acide** sulfurique dilué 2 ml et 1N + Ammonium sulfate 3g/l +complété à 1litre d'eau distillé) et mettre en agitation **30 mn**

- filtrer immédiatement environ **100 ml** sur **papier filtre sans cendres**. (Veiller à ce que la solution filtrée soit bien claire), si non refiltrer de nouveau

-cette solution servira au **dosage colorimétrique**. On fera un témoin à blanc, en filtrant **50 ml de la solution Truog**,

#### **Dosage colorimétrique :**

Dans des fioles jaugées de **100 ml** prélever pour:

- **La gamme étalon** : 50 ml à partir des solutions étalons, le **0 ppm** : 50 ml d'eau distillée ;

- **le témoin échantillon** : 50 ml solution Truog filtrée ; **les échantillons** : 50 ml du filtrat (bien clair),

- ajouter dans chacune des fioles; 8 ml du réactif molybdique et compléter à 100 ml avec l'eau distillée ; bien agiter ; laisser la coloration (bleue) se développer pendant 15 mn et passer au colorimètre à 600 nm.

### Expressions des résultats :

La solution étalon étant exprimée en (P) et la courbe d'étalonnage en (ppm) e phosphore tel qu'il se présente dans le sol est sous forme de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Anhydride phosphorique)

$$\text{On aura comme coefficient : } \frac{\text{P}_{205}}{2\text{P}} = \frac{142}{62} = 2,29$$

$$X \text{ ppm (p)} * 2,29 = x \text{ ppm (p}_{205})$$

Mesure de phosphore

### VII- Métaux lourd :

La préparation permet de travailler sur un sous échantillon suffisamment homogène pour être représentatif de l'échantillon reçu au laboratoire

L'échantillon est séché dans une étuve 40C° pendant 16 heures .il est ensuite émotté avant d'être passé sur un tamis 2mm. La partie inférieure à 2 mm est ensuite broyée afin d'obtenir une poudre de granulométrie inférieure à 250 um.

La minéralisation est réalisée sur environ exactement 0,5 g de cette poudre avec 6ml d'acide chlorhydrique et 2 ml d'acide nitrique (eau régale). Cette étape se fait à 95 c°

Pendant 75 min sur un bloc chauffant.

Le minéralisât est ensuite ajusté à 50 ml.

Une délution adaptée doit être ensuite réalisée avant analyse par ICP-MS



BNEDER.dz



BNEDER.dz

Broyage et tamisage des échantillons dans laboratoire du sol BNEDER (cliché Hammi Medjdoub Meriem Mars 2020)



L'analyse de Calcaire au BNEDER (Hammi Medjdoub Meriem, mars 2020)



Analyse Granulométrique (Hammi Medjdoub, M mars 2020)



Agitateur Mécanique (Mars 2020)



Préparation de solution de permanganate  $\text{KMnO}_4$  (Mars 2020)



Bain sable



Distillateur



Fume Hood (hotte) : pour l'extraction des vapeurs toxiques des produits utilisés lors de manipulations



Ammonium Oxalate



H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>



Acide sulfurique