



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

**UNIVERSITE Saad DAHLAB-BLIDA1**

Faculté : Sciences et Technologie

Département : Science de l'eau et l'environnement

**MEMOIRE DE MASTER**

Filière : Hydraulique

Spécialité : Science de l'eau

Thème :

**Dévasement du barrage de Foum el Gherza  
et valorisation de la vase (Wilaya de Biskra)**

Présenté par :

**CHANANE Yasser Karim**

Devant le jury composé de :

Mr. KHOULI .R  
Mr BOUIKNI  
Mr BOUDJADJA A  
Mr REMINI B

Président  
Examineur.  
Examineur.  
Promoteur.

Promotion 2015/2016

## **Remerciement**

Pour commencer, je veux adresser mes remerciements à mon promoteur de mémoire pour son aide et ses encouragements tout au long de la rédaction de ce mémoire, et ma gratitude envers Mr SAKHRAOUI Fateh le Chargé d'auscultation et d'exploitation du barrage de Foum el Gherza. Je voudrais remercier aussi toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à mes recherches. Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à ma famille, à tous mes proches et amis, qui m'ont accompagné, aidé, soutenu et encouragé tout au long de la réalisation de ce mémoire.

## ملخص

تقدر سعة التخزين الأولية لسد فم الغرزة بحوالي 47م<sup>3</sup> , الطمي يحتل حاليا 70 ترسب% من حجمه الأولي بدأت عملية التجريف في أوائل العام الجاري و سيتم ازالة 8 مليون م3 حيث سوف يتم تخزين كمية كبيرة بقرب السد. تبحث هذه الدراسة لتقييم هذه الرواسب لإعادة استخدامها في مجال الفخار. أداء نتائج التحليل الكيميائي و المعدني تحت الحمراء بواسطة الأشعة السينية على عينات من الطين أخذت من موقع التجريف كشفت عن خصائص مشابهة للطين المستخدمة في مصنع الفخار مشونش. المنتجات النهائية التي اجريت علي الطين المزالة من السد القت رضا الخزافين .

الكلمات الرئيسية.

السد فم الغرزة – التجريف- الطين- الرواسب- الأحوال- الاشعة تحت الحمراء- الاشعة اكس

## Résumé

Le barrage Fom el Gherza d'une capacité initiale de 47 millions de m<sup>3</sup> est envasé actuellement à plus de 70% de son volume initial. Une opération de dragage a été lancée au début de l'année 2016 pour un dévasement de 8 millions de m<sup>3</sup>, une quantité assez importante sera stockée à l'amont de la retenue du barrage. Le présent mémoire examine la valorisation de cette boue pour la réutilisation dans le domaine de la poterie. Les résultats obtenus sur des analyses chimiques par infrarouge et minéralogiques par Rayons X effectuées sur des échantillons de vase prélevés dans le lieu du rejet révèlent des propriétés similaires à l'argile utilisée à l'usine de poterie de M'chounech. Des produits finis ont été réalisés sur la base de la boue du barrage et ont donné satisfaction.

**Mots clés :** Barrage – Fom El Gherza – Dragage – Vase – Infrarouge – Rayon X.

## **Abstract**

The dam of Foug el Gherza with an initial capacity of 47 million m<sup>3</sup> is now silted in over 70% of its initial volume. A dredging operation was launched at the beginning of the year 2016 for a silt of 8 million m<sup>3</sup>, a sizeable amount will be stored upstream of the withholding of the dam. This study examines the valorisation of this mud for reuse in the field of pottery. Results obtained on IR and mineralogical chemical analyses by X-ray performed on samples of mud collected in the place of the rejection show similar properties has the clay which is used at the factory of pottery from M'Chounech. Finished products are made on the basis of the mud of the dam and have given satisfaction.

**Key words:** dam - Foug El Gherza - dredging - Vase - infrared - ray X.

## Sommaire

- Liste des figures
- Liste des tableaux
- Introduction.....1.

### Chapitre 1 : TRAVAUX ANTERIEURS SUR LA VALORISATION DE LA VASE DES BARRAGES.

Introduction .....	2.
1.1. Travaux de REMINI.B, 2006.....	2.
1.2. Travaux de Kazi Aoual-Benslafa et al, 2014.....	3.
1.3. Travaux de LEVACHER et BOUTOUIL M, 2010.....	3.
1.4. Travaux de M.A.BOURABAH et al, 2004.....	4.
Conclusion.....	4.

### Chapitre 2 : REGION D'ETUDE, MATERIELS ET METHODES.

Introduction.....	6.
2.1. Situation et caractéristique du barrage.....	6.
2.2. Bassin versant du barrage.....	7.
. 2.2.1. Géologie du bassin versant.....	7.
2.3. Caractéristique du barrage.....	7.
2.4. Le dragage.....	8.
2.5. Le devenir des sédiments dragués.....	9.
2.6. L'usine de poterie de M'Chounech (Biskra).....	10.
2.7. Matériels et méthodes.....	14.
2.7.1. Les échantillons prélevés.....	14.
2.7.2. Les tests et analyses réalisés.....	15.
Conclusion.....	17.

Chapitre 3 : RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	18.
Introduction.....	18.
3.1. Caractéristique de la roche argileuse (terre à faïence).....	18.
3.2. Caractéristique d'une fraction de Vase.....	18.
3.3. Analyses infrarouges.....	19.
3.4. Analyses par diffraction aux rayons X.....	21.
3.5 Interprétations des résultats.....	23.
Conclusion.....	23.
▪ Conclusion générale.....	24.
▪ Références bibliographiques.....	25.26.

## **Liste des figures**

- **Figure 2.1 :** *Situation géographique du Barrage Foum el Gherza (Biskra) Page 06.*
- **Figure 2.2 :** *La drague hydraulique utilisée lors de l'opération du dragage. Page 08.*
- **Figure.2.3 :** *Schéma synoptique de l'opération du dévasement du barrage de Foum el Gherza page 09*
- **Figure 2.4 :** *Vue aérienne des huit bassins de stockage dans la région d'el Hbal page 09. Source : Google earth*
- **Figure 2.5:** *Aménagement des bassins de stockage a l'amont de la retenue du barrage de Foum el Gherza. Page 10.*
- **Figure 2.6 :** *Position géographique de l'usine de poterie de M'chounech et la distance qui la sépare du barrage de Foum el Gherza (Biskra) Page10 .*
- **Figure 2.7 :** *La roche d'argile utilisée pour la fabrication de poterie. Page 11.*
- **Figure 2.8 :** *Poterie traditionnel de M'chounech. Page 14*
- **Figure 2.9 :** *Point de rejet de la vase et lieu de prélèvement. Photo C.Y mars 2016 Page 14.*
- **Figure 2.10:** *Spectromètre d'infrarouge. Page15.*
- **Figure 2.11 :** *Diffractomètre à rayon x. Page 16.*

- **Figure 2.12** : Exemple d'une pièce fabriquée a partir d'un échantillon de vase. Page 17
- **Figure 3.1** : Spectre infrarouge de la roche d'argile Page19.
- **Figure 3.2** : Spectre infrarouge de la Vase Page19.
- **Figure 3.3** : Diffractogramme des RX de la l'Argile. Page 21.
- **Figure 3.4**: Diffractogramme des RX de la Vase. Page 22.

### **Liste des Tableaux**

- **Tableau 1.1** : Approche méthodologique de valorisation des sédiments de dragage en techniques routières Page 4.

**Source** : B.M, F.B (2014) Caractérisation géotechnique des sédiments de dragage marins en vue de leur valorisation en techniques routières.

- **Tableau 2.1** : Schéma récapitulatif des étapes de fabrication d'une poterie Page 13.



## Introduction :

L'envasement des barrages est un phénomène naturel qui est le résultat d'un processus d'érosion des bassins versants et de sapement des berges. Les bassins versant du nord Algérien sont parmi les bassins les plus dégradé de la région du Maghreb. Ce sont les dépôts successifs des sédiments qui se constituent durant le temps au fond des barrages réservoirs, c'est ainsi que chaque année 1.6 milliard de m<sup>3</sup> de sédiments sont érodés par le ruissellement des cours d'eau (REMINI.B). Le phénomène très répandu dans les régions arides. Fort de 70 barrages d'une capacité de 8 milliards de m<sup>3</sup>, un volume de vase de 45 millions de m<sup>3</sup> se dépose annuellement au fond de ses barrage. Une dizaine de barrages est fortement menacé par les dépôts successifs de vase.

Malheureusement le barrage de Foug El Gherza figure parmi ces barrages puisqu'il est envasé à plus de 70% de sa capacité initiale. Destiné à l'irrigation de plus de 300000 palmiers dattiers des oasis de Guerta, Thoudra, Seriana et Sidi Okba, aujourd'hui le barrage n'arrive pas à satisfaire l'irrigation de 50% des palmeraies.

Cette nouvelle situation dramatique a poussée les services de maintenance de l'Agence Nationale des Barrages et Transferts à opter pour le dévasement de 8 millions de m<sup>3</sup> en 20 mois par la technique de dragage. Ainsi, le devenir de ses sédiments posera des problèmes d'ordre écologiques et esthétiques, leur exploitation dans différents domaine (agriculture, construction, céramique..) peut s'avérer utile. Pour une valorisation en poterie, objet de cette étude, la méthodologie adoptée consiste en une caractérisation, à la formulation et à une validation.

## Chapitre 1

# TRAVAUX ANTERIEURS SUR LA VALORISATION DE LA VASE DES BARRAGES

### Introduction

Le présent chapitre met en relief les différents travaux qui ont été déjà menés sur les sédiments issus du dragage des barrages. L'objectif est de vérifier l'habilité de la vase à la caractérisation soit pour la fabrication des briques, les constructions routière ou en matériaux de construction en génie civil...

#### 1.1. Travaux de REMINI.B, 2006

L'Etude qu'a menée le professeur REMINI.B (université de Blida1) s'est orientée vers la valorisation dans la fabrication des briques. Le chercheur s'est appuyé sur des analyses physique, chimique et minéralogique des échantillons de sédiments des onze barrages les plus envasés en Algérie afin d'étudier leurs caractéristiques.

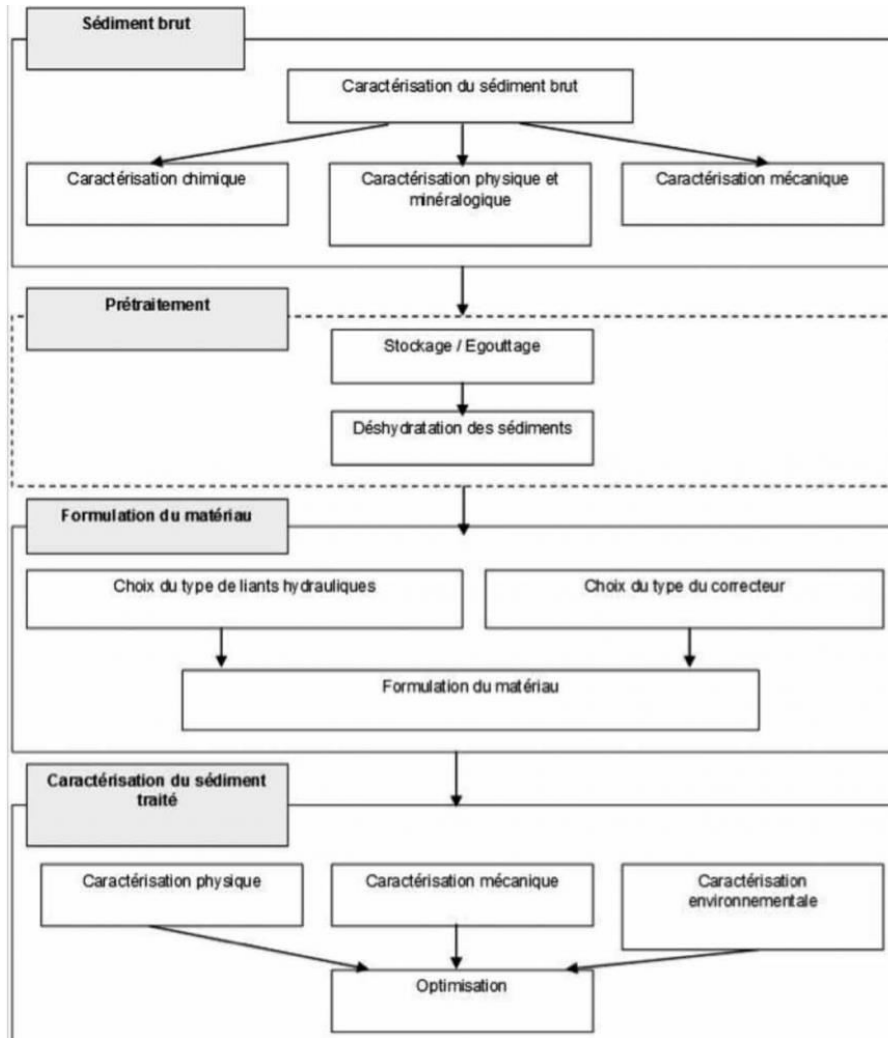
Les résultats de l'analyse chimique révèlent que la vase est composée de plusieurs oxydes minéraux ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ...), de l'eau, des sels solubles et des matières organiques. Les oxydes prédominant dans les onze échantillons de vase sont l'alumine  $\text{Al}_2\text{O}_3$  et la silice  $\text{SiO}_2$ , ces derniers permettent d'avoir plus de plasticité et jouent un rôle de dégraissant sans avoir besoin à ajouter du sable. Une étude comparative des analyses chimiques des vases avec celles des argiles utilisées dans les briqueteries nationales révèle une similitude dans les teneurs en oxydes. L'analyse granulométrique et les essais mécaniques se sont avérés convaincants, ainsi que la liquidité, la plasticité, la résistance à l'écrasement, la capacité d'absorption d'eau, la porosité et le retrait à la cuisson vérifient bien les normes en vigueur. Les résultats des analyses physiques, minéralogiques et chimiques des onze barrages ont permis au chercheur d'avoir une vue d'ensemble sur les éventuelles caractérisations qui peuvent mettre en valeur les vases en question.

## **1.2. Travaux de Kazi Aoual-Benslafa et al, 2014**

Dans une perspective d'une caractérisation des sédiments de la retenue du barrage de Bouhanifia en des additions minérales dans le ciment, des chercheurs du laboratoire " LabMat " sis a Oran ont effectué des analyses chimiques et physiques des sédiments dragués, l'objectif est de mettre en évidence l'influence de la substitution partielle du ciment par les sédiments dragués sur le comportement des mortiers à l'état. Les mortiers ont été confectionnés en substituant le ciment par différentes fractions de sédiments. Les essais de l'ouvrabilité des mortiers sont réalisés selon des normes américaines. Les courbes granulométriques montrent que les sédiments dragués sont des sables fins limoneux. L'analyse chimique a révélé un taux de chlorure acceptable, par contre un taux élevé en silice a été mentionné et un faible taux de matière organique. L'étude a révélée une importante réduction de la fluidité des mortiers avec l'augmentation du volume de sédiments. La distribution de la taille des grains des sédiments augmente la compacité du mélange granulaire (ciment + Sable + Sédiment) et une partie de l'eau libre nécessaire à l'hydratation du ciment est absorbée par les sédiments. Donc il est nécessaire d'augmenter le ratio Eau/Ciment pour obtenir une fluidité constante. L'ouvrabilité des mortiers et bétons dépend de la granulométrie des granulats, de la quantité d'eau du mélange et le pourcentage de sédiments ajoutés.

## **1.3. Travaux de LEVACHER et BOUTOUIL M, 2010**

En s'appuyant sur une méthode de traitement privilégiant la valorisation par réutilisation. Des chercheurs de l'université de Caen ont établi une technique de solidification/stabilisation a base de ciment. Appliquées aux sédiments, la solidification consiste a l'amélioration des caractéristiques physiques du produit final et la stabilisation des éléments toxiques notamment les métaux lourds se fait par piégeage chimique et physique afin de réduire leurs mobilité. Le matériau traité est ensuite valorisé en technique routière et en remblaiement en lui ajoutant du ciment comme liant hydraulique ainsi que des additifs tels que les cendres volantes. Cette technique présente de multiples avantages, d'une part donner lieu a un produit solide et d'autre part, stabiliser et immobiliser les contaminants organiques.



**Tableau 1.1. Approche méthodologique de valorisation des sédiments de dragage en techniques routières. (Source : B.M, F.B (2014)).**

#### 1.4. Travaux de M.A.BOURABAH et al, 2004

L'Etude que les chercheurs ont menée dans le barrage de Cheurfa s'inscrit dans la recherche d'une méthodologie de gestion des sédiments dragués dans la région de l'Ouest Algérien. L'objectif est de proposer des formulations économiquement compétitives et faciles à mettre en œuvre in situ qui permettent une valorisation de ces matériaux en géotechniques routières. Pour être utilisée en tant que couche de structure de chaussée (couche de fondation et couche de base).

Les chercheurs ont identifiés les caractéristiques physico-chimique et minéralogique du sédiment a son état naturel et d'évaluer leur impact sur l'environnement. Le but est ainsi d'évaluer le comportement mécanique et environnemental à long terme du matériau vis-à-vis du trafic et de l'environnement. le sédiment de dragage étudié a été ainsi mélangé a d'autres composants granulaires dans des proportions intéressantes sur le plan économique, qui permettent une application facile a l'échelle industrielle. Un dosage de liant, de sable et de la chaux. L'analyse des résultats des essais physico-chimique et mécaniques obtenu sur les formulations de mélanges étudiés s'est révélés concluante quand à la gestion de ce sédiment de dragage où une correction granulométrique a été bien observée suivi d'une amélioration de la densité sèche maximale obtenue en substituant ce sédiment à un matériau granulaire pulvérulent. Les teneurs en eau optimales obtenues se trouvent relativement réduites et la teneur en matières organiques n'influe pas sur la compacité du matériau, par contre elle agit défavorablement sur la portance de celui ci. L'ajout de la chaux vive comme type de liants hydrauliques dans ces mélanges de sédiments a permis de remarquer que leur influence agit sur la plasticité du matériau qui diminue nettement et en grande partie sur ces paramètres de résistance qui se trouve nettement améliorée.

## **Conclusion**

Ces travaux démontrent que la valorisation de la vase peut s'avérer utile dans plusieurs domaines. En Algérie les opérations de dragage permettent d'extraire des quantités considérables de sédiments, ces derniers constituent donc une ressource inépuisable.

## Chapitre 2

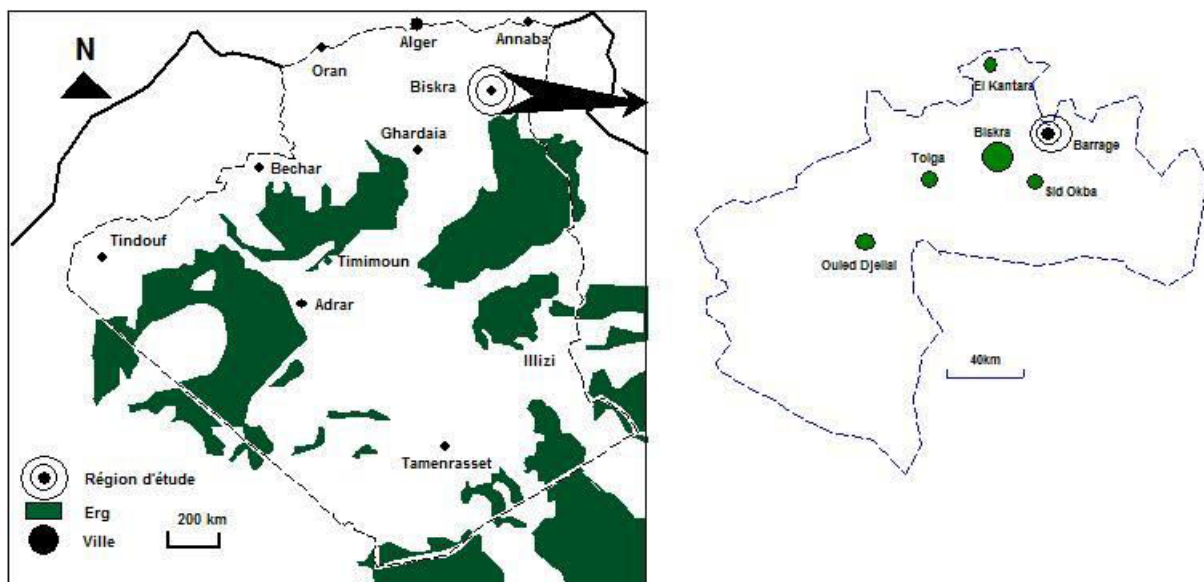
### REGION D'ETUDE, MATERIELS ET METHODES

#### Introduction

Ce chapitre comporte une présentation de la région où l'étude a été menée. On a mis en exergue la situation et les caractéristiques du barrage, de l'usine de poterie de M'Chounech ainsi que les matériels et méthodes nécessaires à l'élaboration de notre étude.

#### 2.1. Situation et caractéristique du barrage

Mis en exploitation en 1950, le barrage de Foum El Gherza, d'une capacité de 47 millions de m<sup>3</sup> est situé à 450 km au sud est d'Alger, au pied du massif des Aurès dans la plaine saharienne, à 18km à l'est de la ville de Biskra. L'Aménagement s'établi sur l'oued l'Abiod, ce dernier prend naissance au centre du massif de l'Aurès, il est formé par la réunion de plusieurs torrents descendant les pentes du mont Chélia à 2328m et Mont Ichmoul à 2071m. (fig. 2.1).



*Fig.2.1. Situation géographique du barrage de Foum El Gherza*

## **2.2. Bassin versant du barrage**

Le bassin versant de l'oued l'Abiod couvre une superficie de 1300km<sup>2</sup> pour un périmètre de 200km. Il se trouve dans le versant sud de la partie orientale de l'atlas-saharien. Le découpage hydrographique assigne celui-ci au bassin versant du CHOTTE-MELGHIR. Il est constitué de terres dénudées à fort coefficient de ruissellement. Son réseau est formé de plusieurs affluents descendant des pentes des Monts-Chelia (2328m) et du Djebel Echmoul (2071m), les principaux affluents sont oued Zellatou et oued Thniet el Abed sur la rive gauche et oued el Atrous sur la rive droite.

La vallée de l'oued l'Abiod se divise en deux parties :

- une zone montagneuse depuis les sources jusqu'au passage encaissé de TIGHANIMINE.
- une zone désertique de TIGHANIMINE jusqu'au barrage FOUM EL GHERZA.

### **2.2.1. Géologie du bassin versant**

Le bassin versant de L'Oued l'Abiod se subdivise aussi en deux parties :

- la partie comprise entre djebel Chelia jusqu'au gorges de Tighanimine est occupé par les formations suivantes : Cénomaniens, Albien, Barrémien, Sénonien et Turonien qui contiennent généralement des marnes, gypses, calcaires et grès.
- La partie inférieure qui s'étale de Tighanimine jusqu'à les gorges de Foum el Gherza contient les formations suivantes : Maestrichtien, Pliocène, Oligocène, Miocène inférieur. Ces formations contiennent des marnes blanches et rouges, des calcaires, des sables et des grès.

## **2.3. Caractéristique du barrage**

Le barrage régule environ 13 millions de m<sup>3</sup> d'eau véhiculée par oued l'Abiod, rivière éphémère qui couvre un bassin versant de 1300 km<sup>2</sup>.

Cet aménagement permet d'irriguer les périmètres de Sidi Okba, Seriana, Thouda et Garta et accessoirement de fournir de l'électricité à Biskra.

En mai 2015 les levées bathymétriques du barrage de Foum el Gherza faisaient état d'un envasement d'une grande ampleur. après les apports des crues spectaculaires de 2008 (101.9 Hm<sup>3</sup>) et de 2011 (201.74Hm<sup>3</sup>).

La retenue a vu sa capacité diminuée considérablement. 35Hm<sup>3</sup> de sédiments sont actuellement déposés à l'amont du barrage soit plus 75% de sa capacité

initiale ( $47\text{Hm}^3$ ) laissant ainsi une capacité d'emmagasinement de  $11\text{Hm}^3$  seulement.

L'aménagement a connu deux dévasement durant la dernière décennie. La première opération de dragage a été effectuée entre 2005 et 2007,  $4\text{Hm}^3$  de sédiments ont pu être soutirés. La deuxième opération de dragage a commencée mars 2016, l'opération escompte dévaser 8 million de  $\text{m}^3$  et durera 36 mois en fonction du tirant d'eau -il faut au minimum 4m de profondeur pour pouvoir effectuer le soutirage -.  $0.4\text{Hm}^3$  ont pu être soutirés depuis mars dernier.

## 2.4. Le dragage

Les services de l'hydraulique ont optés pour un dragage hydraulique avec une drague suceuse aspiratrice refouleuse à désagrégateur. Le dragage hydraulique consiste à aspirer les sédiments a travers une pompe centrifuge. L'organe d'aspiration est porté par un long tube appelé « élinde » qui est articulé pour pouvoir être ramené à bord. Les sédiments sont ainsi extraits sous forme de boue liquide et sont ensuite rejetés dans des bassins de stockage. Ces dragues sont optimisées pour des fonds constitués de vase, de sable, de gravier et d'argile doux. La drague aspiratrice à désagrégation est utilisée lorsque les fonds sont plus fermes, elle est équipée d'un dispositif rotatif en bout d'élinde qui lui permet de broyer les matériaux pour permettre leur aspiration.



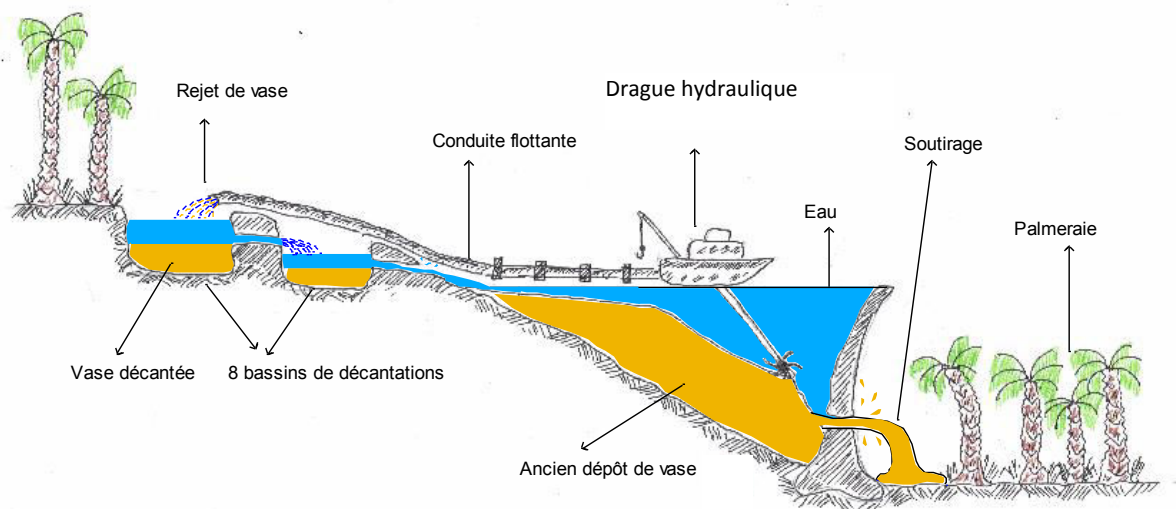
**Figure 2.2. La drague hydraulique utilisée lors de l'opération de dragage du barrage de Foum el Gherza.**



## 2.5. Le devenir des sédiments dragués

Les sédiments dragués sont rejetés dans des bassins de stockage situés non loin du lieu de dévasement, à 1.5km à l'amont du Barrage dans la région d'el Hbal, longeant la route nationale N31.

Les bassins de décantation en nombre de huit sont répartis en cascade, suivant une légère pente topographique de manière à ce que l'eau soit drainée d'un bassin à l'autre et jusqu'à arriver au plan d'eau. Les bassins de stockage sont entremêlés de tuyaux de 750mm de diamètre permettant un drainage efficace de l'eau vers le prochain bassin mitoyen, la vase est ainsi rejetée, décantée et stockée dans un des huit bassins. (Voir fig 2.3 Fig 2.4 et 2.5).



**Fig.2.3. Schéma synoptique de l'opération du dévasement du barrage de Foum el Gherza.**



**Fig. 2.4. Vue aérienne des 8 bassins de stockage de la vase du barrage (Source : Google earth)**



**Fig 2.5. Aménagement des bassins de stockage a l'amont de la retenue du barrage de Foum el Gherza.**

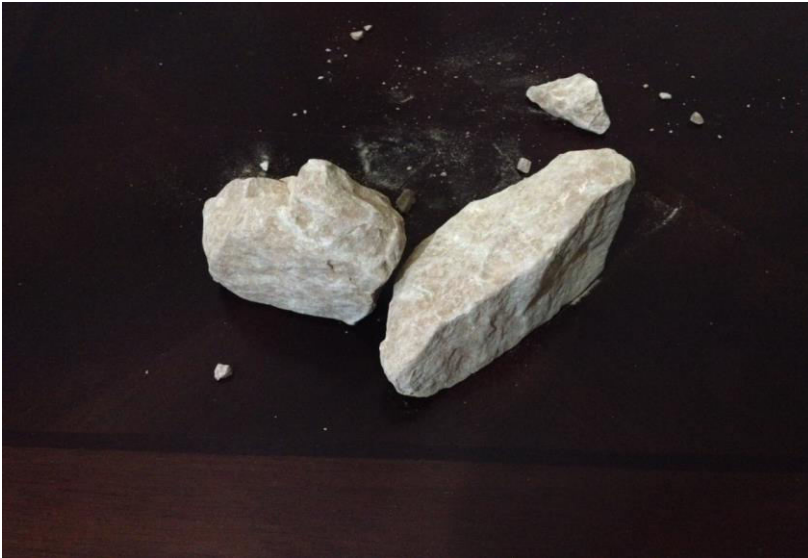
## 2.6. L'usine de poterie de M'Chounech (Biskra)

L'usine de poterie est située dans la région de M'chounech a 7 km a l'est du barrage Foum el el Gherza. Fondée en 1998 cette unité de production permet de perpétuer un savoir faire et une tradition millénaire dans la région des Zibans.



**Figure 2.6. Position géographique de l'usine de poterie de M'chounech et la distance qui la sépare du barrage de Foum el Gherza (Biskra).  
Source : Google earth**

La roche argileuse utilisée par les potiers est extraite d'une carrière située au Mont M'Chounech à 15km au nord du site. Ce type d'argile est appelé « Terre a faïence » et se caractérise par une cuisson à basse température (800°C).



**Figure 2.7. La roche d'argile utilisée pour la fabrication de poterie.**

- La préparation de l'argile et les différentes étapes du travail de la poterie nécessite plusieurs opérations, à savoir :

- **Le travail de la terre**

Le travail de la terre comprend :

- **Le Broyage et malaxage**

Ils ont pour but de rendre la masse d'argile bien homogène et de lui conférer la plasticité nécessaire au moulage. Cette opération a également pour but de réduire les inclusions solides incompatibles avec une structure cohérente du produit fini. L'argile contient également des débris organiques nuisibles à la qualité du produit fini, et qui ne peuvent être éliminés que par l'action bactériologique. A cette fin, l'argile sera stockée quelque temps dans un lieu humide et obscur propice au développement des micro-organismes.

- **Boudinage**

La qualité constante du produit fini est un critère prioritaire. On introduit l'argile broyée dans une boudineuse pour obtenir des boudins sous une forme de cylindre. On appelle cela un montage au colombin (boudins).

## - **Tournage**

Le tournage, qui est la partie qui demande le plus de métier, ne prend que quelques minutes pour des pièces petites et moyennes. Par contre, les finitions, comme nettoyer le pied en le grattant, arrondir le bord, poser l'anse et l'étirer consomment de nouveau beaucoup de temps.

### ○ **Le séchage**

Une fois les pièces modelées, il faut les faire sécher. Le séchage dure de quelques heures à une quinzaine de jours suivant la taille des pièces. Mais cette terre peut aussi être séchée très rapidement dans un four.

### ○ **La première cuisson**

Lorsque les pièces sont sèches, il faut les cuire une première fois. On applique le terme de biscuit à la première cuisson. Le four monte à 800 °C en 6h heures suivant la charge.

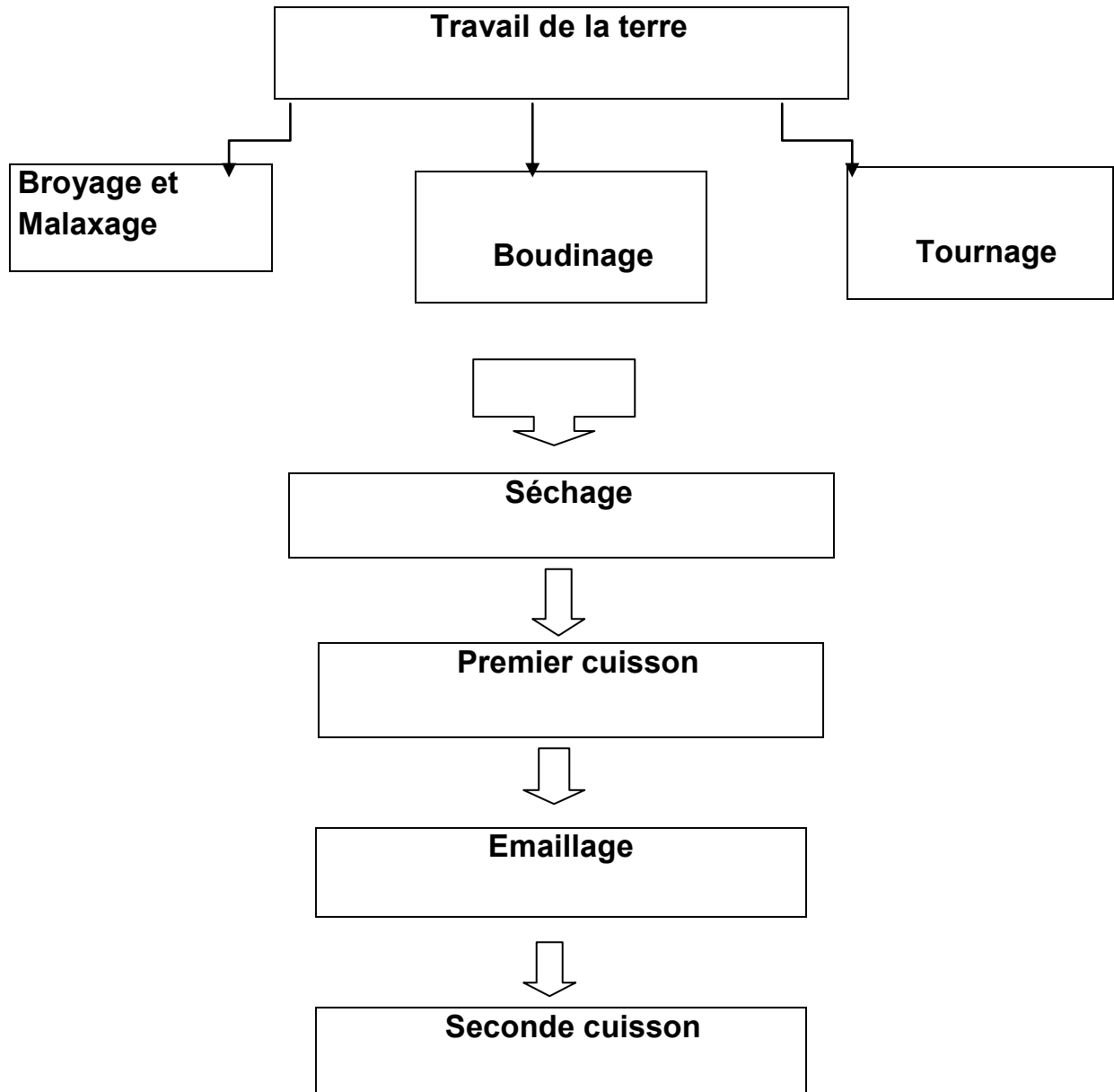
### ○ **L'émaillage**

Après refroidissement les pièces sont émaillées par trempage ou à la louche.

### ○ **La seconde cuisson**

Les biscuits sont cuits de nouveau en 12 à 15 heures, suivant la charge du four, pour atteindre 1300 °C. Les minéraux de l'émail vont former un silicate sous l'effet de la chaleur. L'émail consiste donc après la cuisson en une mince couche de verre, qu'il soit mat ou brillant. Vient ensuite le refroidissement avec toutefois en fin de cuisson un palier d'une demi-heure pour laisser s'épanouir les émaux.

## Schéma récapitulatif des étapes de fabrication d'une poterie



*Tableau 2.1. Schéma récapitulatif des étapes de fabrication d'une poterie.*



On note qu'il n'existe pas de données précises afférant à la quantité de roches nécessaires à la production potière de l'usine. Le manque de subventions fait que le site dépend toujours d'une demande irrégulière du marché.



*Figure 2.8. Poterie traditionnelle de M'chounech.*

## **2.7. Matériels et méthodes**

### **2.7.1 Les échantillons prélevés**

Le prélèvement de l'échantillon de vase a été effectué au niveau d'un point de rejet dans un bassin de stockage (Fig 2.8), et quand a l'argile de poterie elle a été prélevée in situ à l'usine de M'chounech.



*Fig 2.9. Point de rejet de la vase et lieu de prélèvement.*

## 2.7.2 Les tests et analyses réalisées

Afin de déterminer les fonctions chimiques et les matières cristallines présentes dans le matériau, des analyses chimiques et physico-chimiques ont été réalisées respectivement à travers une spectroscopie d'infrarouge IR et une cristallographie aux rayons X DRX. Les analyses ont été réalisées au laboratoire de recherche chimie-physique du département de chimie (faculté des sciences).

- **La spectroscopie d'infrarouge**

La spectroscopie infrarouge appelé en anglais (F.T.I.R) Fourier Transformed Infrared Spectroscopy, est une technique de mesure basé sur l'analyse d'un rayonnement infrarouge à travers l'échantillon. Elle permet via la détection des vibrations caractéristiques des liaisons chimiques, d'effectuer une topographie des fonctions chimiques présentes dans le matériau. L'appareil émet un rayonnement sur une plage de longueur d'onde (400 à 4000  $\text{cm}^{-1}$ ). L'analyse du solide (Argile et Vase) nécessite une préparation d'une pastille, cette dernière est réalisée en mettant sous presse la poudre obtenue après avoir mélanger le solide a analyser avec un sel (Bromure de Potassium KBr) sec préalablement broyés dans un mortier.



**Figure 2.10. Spectromètre d'infrarouge.**

- **Diffraction aux rayons X**

Cette analyse n'est pas exclusive aux argiles, mais s'y applique en priorité. Elle consiste à placer directement sous forme de poudre dans un porte-échantillon classique les échantillons à analyser, et à envoyer un faisceau de rayons X sur les minéraux. Les minéraux argileux sont composés de feuillets silicatés superposés : ceux-ci réfléchissent les rayons X qui les atteignent sous une incidence donnée, et dans une direction donnée. Pour un faisceau monochromatique de longueur d'onde donnée,  $\lambda$ , abordant, sous un angle  $\Theta$  une famille de plans atomiques, séparés les uns des autres d'une distance  $d$  (distance réticulaire), les atomes diffusent cette onde dans toutes les directions et, dans le cas où les rayonnements renvoyés par les plans successifs sont en phase, l'intensité correspondante est suffisante pour être mesurée.



**Figure 2.11. Diffraction aux rayons X.**



- **Test de tournage**

On a procédé à un test de tournage avec un échantillon de vase. Ses propriétés argileuses et son aspect gonflant au contact de l'eau ne lui nécessite pas un broyage ou un boudinage. Le résultat s'est avéré très concluant, le produit fini présente une masse bien homogène, constante avec une structure cohérente prête à la cuisson.



*Figure 2.12. Exemple d'une pièce fabriquée à partir d'un échantillon de vase.*

## **Conclusion**

Le but de l'étude est de déterminer quels sont les propriétés qui doivent être pris en considération pour qu'une terre soit utilisée dans la poterie, et à partir de cela faire une étude comparative entre les sédiments dragués du barrage de Fom el Gherza et l'argile utilisée à l'usine de poterie de M'chounech en vue d'une éventuelle valorisation en poterie.

## Chapitre 3

# RESULTATS ET DISCUSSIONS

### Introduction

La vase est constituée généralement d'éléments argileux (particules < 4 micromètres (marne, limon, silice...), de sable, de matières organiques et d'un mélange d'eau, elle présente donc par définition des caractéristiques similaires à celles de l'argile utilisée en poterie. C'est ce que nous allons vérifier tout au long de ce chapitre.

### 3.1. Caractéristique de la roche argileuse (terre à faïence)

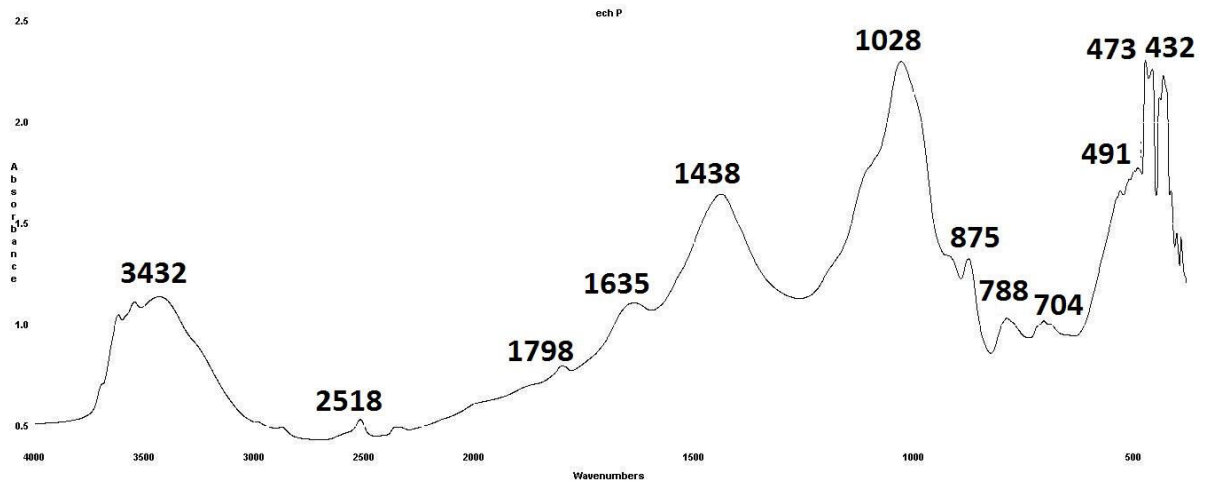
La roche se présente sous un faciès dur de couleur rosâtre avec un grain très fin d'une dureté de 1 sur l'échelle de Mohs. C'est un faciès à dominante minéralogique argileuse avec certainement plusieurs minéraux argileux dans sa composition. Le toucher soyeux des échantillons traduit la finesse du grain et la dominante argileuse. Cet aspect est confirmé par la cassure franche des échantillons. – BOUDJAJA .A (Université de Blida1)

### 3.2. Caractéristique d'une fraction de Vase

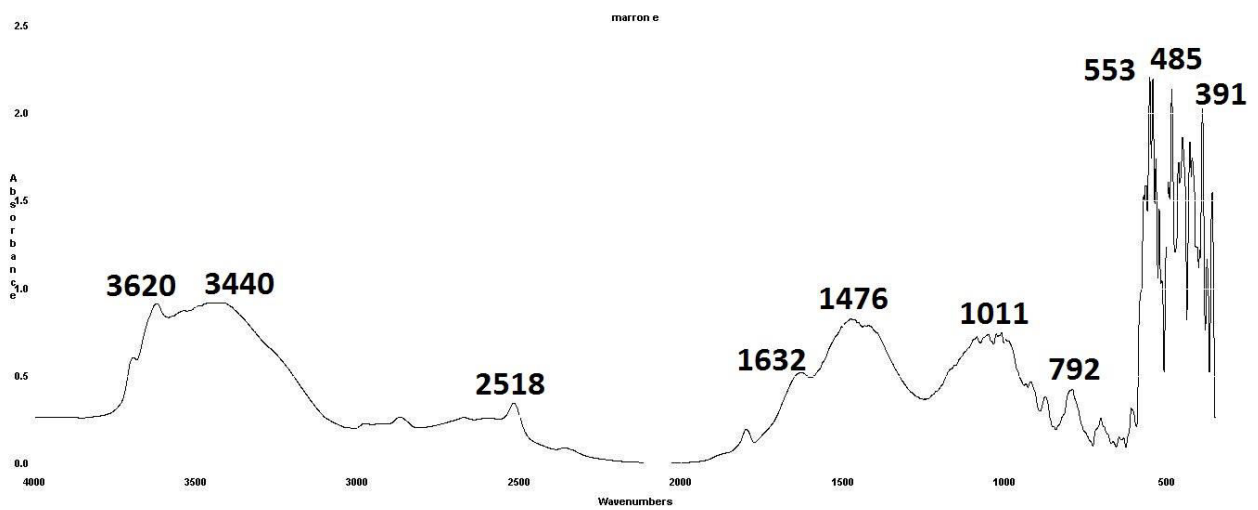
La vase se présente sous un aspect facilement désagrégable d'une dureté de 1 sur l'échelle de Mohs, une structure cohérente et une texture homogène constituée de grains très fin (< 2 micromètre) et de minéraux argileux qui lui confèrent une propriété gonflante, pâteuse dans la boue et solide dans un sol sec, une couleur brunâtre indique la présence d'oxyde du manganèse ainsi que du Fer à de faibles proportions.

### 3.3. Analyses infrarouges

Les spectres obtenus sont illustrés dans les figures qui suivent :



*Figure 3.1. Spectre infrarouge de la roche d'argile.*



*Figure 3.2. Spectre infrarouge de la Vase.*

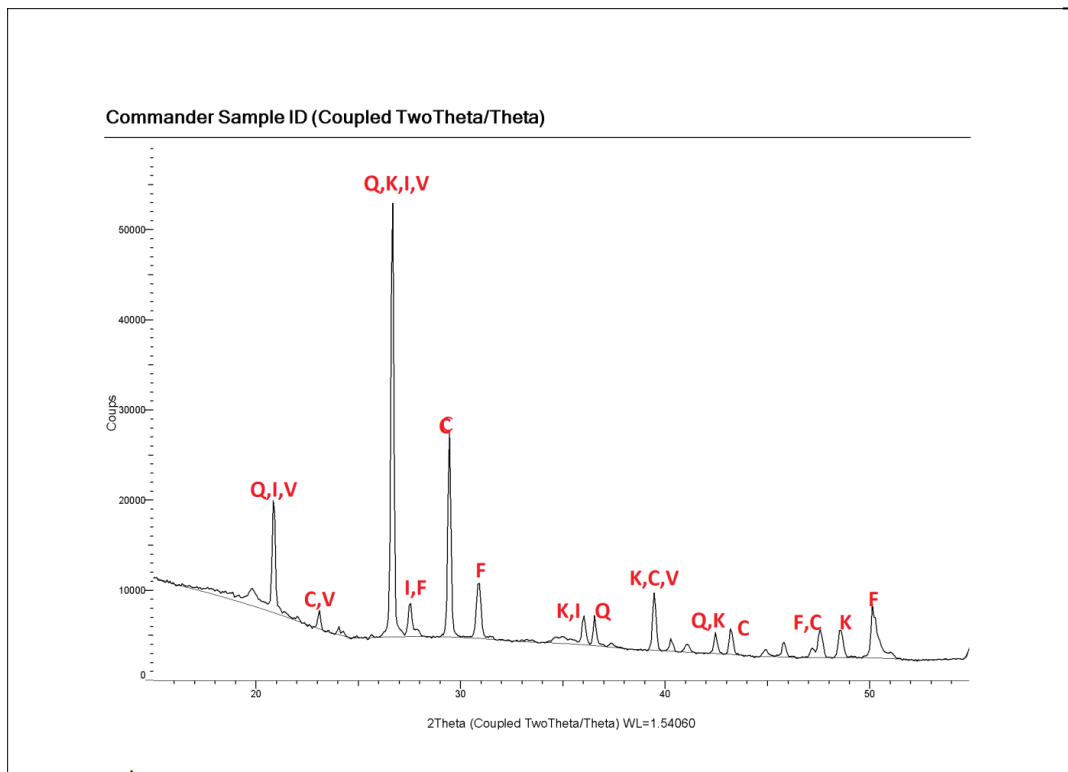
On constate :

- Dans le premier domaine (3200 et 3700 $\text{cm}^{-1}$ ) les bandes moyennes et larges à 3695, 3624 et 3445 $\text{cm}^{-1}$  observées sur les deux spectres sont attribuables à la vibration de la liaison O-H des groupements hydroxyles de la kaolinite (minéral argileux (silicate d'aluminium hydraté)).
- La présence de certains minéraux argileux à structure cristalline dans les deux spectres Argile et Vase est confirmée par les petites bandes du domaine 2516,2517  $\text{cm}^{-1}$ .
- Les petites bandes qui s'étalent entre 1600-1700  $\text{cm}^{-1}$  sur les deux spectres peuvent être attribuées aux vibrations de déformation du groupement OH de l'eau de constitution.
- Les bandes moyennes et larges situées entre 1400 et 1500  $\text{cm}^{-1}$  sur les deux spectres sont attribuées aux vibrations d'allongement des groupes C-H situés respectivement à 1438 $\text{cm}^{-1}$  sur l'Argile et 1476  $\text{cm}^{-1}$  sur la vase.
- La liaison Si-O est caractérisée par :
  - Une bande intense observée sur le spectre d'Argile située entre 900-1200 $\text{cm}^{-1}$  et centrée vers 1028  $\text{cm}^{-1}$  correspondant aux vibrations d'allongement de la liaison Si-O.
  - La liaison Si-O est néanmoins assez faible sur l'échantillon de vase, caractérisée par une bande moyenne et large de 1011  $\text{cm}^{-1}$ .
  - La petite bande observée sur l'échantillon de vase de 792  $\text{cm}^{-1}$  correspond aux vibrations d'élongation des liaisons Si-O-Al.
  - les petites bandes d'absorption à 704 et 788  $\text{cm}^{-1}$  observées sur l'échantillon d'argile peuvent correspondre à la liaison Si-O du Quartz.

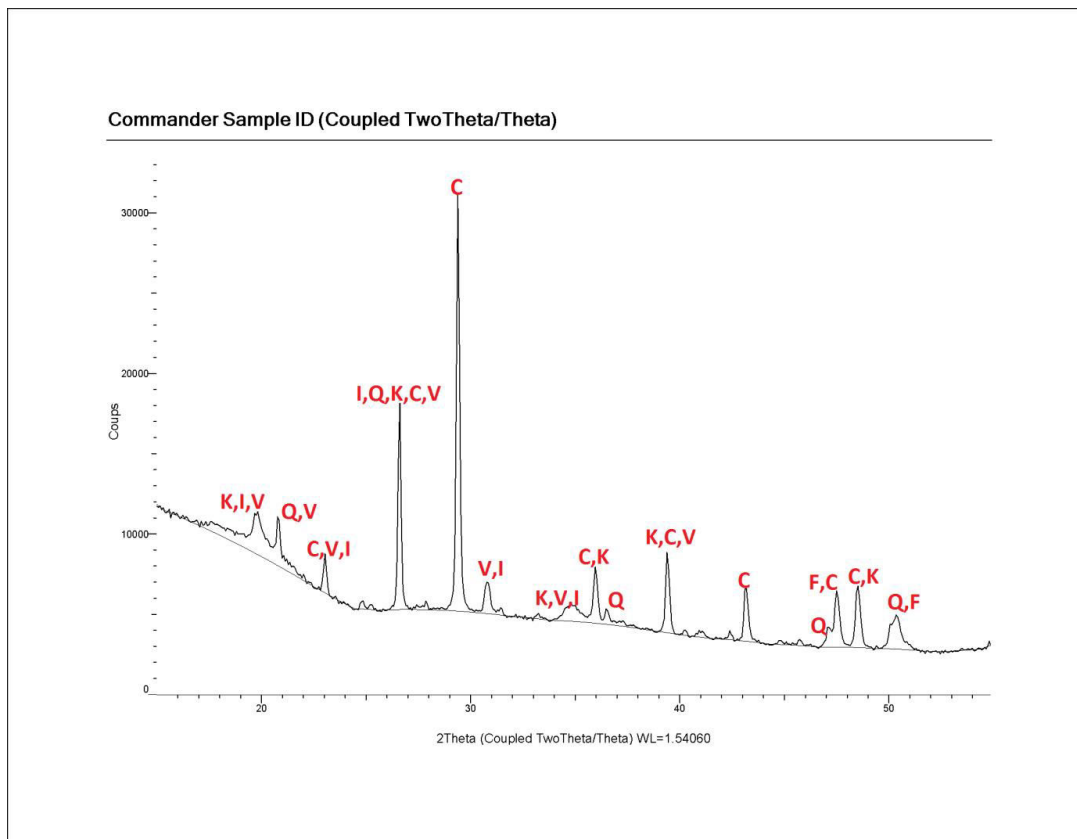
- La bande moyenne de 875  $\text{cm}^{-1}$  manifestée sur le spectre d'argile et de la vase correspond à la présence de la calcite (carbonate de calcium)  $\text{CaCO}_3$ .
- Les bandes fines d'absorption de 553, 485, 391  $\text{cm}^{-1}$  manifestées sur le spectre de la vase sont attribuées aux vibrations d'élongation des liaisons Fe-O,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , Si-O-Al (553  $\text{cm}^{-1}$ ), aux liaisons ioniques Al-O spécifique de l'illite (485  $\text{cm}^{-1}$ ) et enfin a de la matière organique (391  $\text{cm}^{-1}$ ).
- Les bandes fines d'absorption de 491, 473, 432  $\text{cm}^{-1}$  observées sur le spectre d'argile sont attribuées aux vibrations de déformation des liaisons Si-O-Si.

### 3.4. Analyses par diffraction aux rayons X

Les diffractogrammes ont été obtenus à partir des échantillons désorientés (placés directement sous forme de poudre dans un porte-échantillon classique). Les spectres obtenus sont illustrés dans les figures qui suivent :



**Figure 3.3. Diffractogramme des RX de l'Argile (Terre à faïence)  
Avec K= Kaolinite, I= Illite, Q= Quartz, C= Calcite, F= Feldspath, V= Vermiculite**



**Figure 3.4. Diffractogramme des RX de la vase.**  
**Avec K= Kaolinite, I= Illite, Q= Quartz, C= Calcite, F= Feldspath, V= Vermiculite**

Le dépouillement des diffractogrammes de rayons X des phases minéralogiques des fractions Argile et vase permet de mettre en évidence une composition minéralogique similaire mais a de différentes proportions.

Ainsi on constate la présence de :

- L'Illite (K, H<sub>3</sub>O) Al<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>AlO<sub>10</sub> (OH)<sub>2</sub> dont les raies sont observées à : 5.06 ; 4.49 ; 4.26 ; 3.34 ; 3.23 ; 2.56 ; 2.47 ; 2.19 ; 1.98 Å°.
- Quartz (SiO<sub>2</sub>) dont les raies sont à : 3.34 ; 4.26 ; 2.12 ; 1.81 ; 2.45 ; 2.12 ; 1.98 Å°
- La Kaolinite (Si<sub>2</sub>O<sub>5</sub>Al<sub>2</sub>(OH)<sub>4</sub> ) dont les raies se situent à : 4.49 ; 3.34 ; 2.56 ; 2.47 ; 2.28 ; 2.19 ; 2.12 ; 1.98 ; 1.87 Å°.
- La Calcite CaCo<sub>3</sub> avec des raies à : 3.70 ; 3.02 ; 3.34 ; 2.28 ; 2.09 ; 1.91 ; 1.87 Å°

- La Vermiculite ( $Mg, Al)_3 (Si, Al)_4O_{10}(OH)_2,4H_2O$  dont les raies sont : 4.49 ; 4.26 ; 3.70 ; 3.34 ; 2.69 ; 2.28  $\text{\AA}^\circ$ .
- L'Orthoclase (K-Feldspaths)  $KAlSi_3O_8$ : avec des raies à : 3.23 ; 2.89 ; 2.57 ; 1.91 ; 1.81  $\text{\AA}^\circ$

### 3.5. Interprétation des résultats

On constate à partir des résultats que la vase se caractérise par un type de minéraux inters stratifiés avec un empilement de feuillets variables. Ces minéraux résultent du mélange régulier ou irrégulier de phyllosilicates empilées (Si-O-Si, Si-O-Al, Al-Si-Al...). C'est cet assemblage minéralogique diversifié qui confère au produit final des propriétés favorables à la poterie. La forte teneur de la Kaolinite, L'illite et La vermiculite augmente la plasticité, élargit la zone de vitrification et rend le biscuit plus réfractaire à la cuisson. La calcite représentée par un pic intense sur le spectre RX de la vase à un effet dégraissant, donne plus de cohésion et favorise les feuilletages. Le Quartz et les feldspaths agissent comme des dégraissants, apportent une certaine sensibilité au refroidissement et ont un effet grésant. Les essais de tournage et de cuisson effectués à l'usine de poterie sur des échantillons de vase se sont révélés concluants, les trois biscuits obtenus ont été disposés dans un four et ont été cuits à une température de  $800^\circ$ , soit à la même température de cuisson de la terre à faïence. La basse température est due à de fortes proportions en oxydes métalliques.

### Conclusion

À partir des analyses chimiques et minéralogiques effectuées on établit que la vase présente des phases phylliteuses, une structure minéralogique ainsi qu'une composition chimique similaire à celle de la terre à faïence.

## CONCLUSION GENERALE

Comme nous l'avons annoncé au début de cette étude le barrage de Foum el Gherza n'arrive pas à satisfaire les besoins d'irrigation des palmeraies. Le barrage a atteint un degré d'envasement très avancé, soit un taux de comblement de plus de 70%. L'unique solution pour prolonger la durée de vie du barrage est le dévasement par dragage. Huit bassins ont été installés à l'amont de la cuvette pour réceptionner 8 millions m<sup>3</sup> de vase du barrage. Une telle masse engendre des répercussions néfastes sur l'environnement de la région. Valoriser la vase du barrage de Foum el Gherza dans le domaine de la poterie peut être la solution écologique et économique à ce problème puisqu'une usine de fabrication de poterie est située à 7km du lieu de rejet.

Les analyses physico-chimiques par infrarouge et minéralogique par rayon X que nous avons effectués sur des échantillons de vase prélevés sur le lieu de rejet ont données des résultats très encourageants comparativement a ceux obtenus sur l'argile utilisée dans l'usine. Des éléments de poterie comme produits finis ont été jugés très satisfaisants par les potiers, cette vase constitue une véritable matière première qui permet aujourd'hui de répondre au besoin de l'usine de poterie de M'Chounech. L'étude menée sur la vase du barrage de Foum el Gherza certifie sa compatibilité à la caractérisation en vue d'une valorisation dans le secteur de la poterie, l'exploitation de ces sédiments présente donc un double intérêt, scientifique et industriel et entre dans une perspective de développement local.



## Références bibliographiques :

- ❖ **A. EL HACHMI, (2013)**, Argile et minéraux argileux propriétés physico-chimique et propriétés colloïdales.
- ❖ **A. Qlihaa, et al, (2015)** Physico-chemical characterization of a morrocan clay.
- ❖ **Bhaskar J. Saikia<sup>1</sup>, Gopalakrishnarao Parthasarath, 2010**, Fourier transport infrared spectroscopic characterization of Kaolinite from Assam and Meghalya, Northern India.
- ❖ **B. REMINI, (2006)**, Valorisation de la vase des barrages quelques exemples algériens.
- ❖ **Fédération Française des Ports de Plaisance**, Guide pour la gestion des opérations de dragage.
- ❖ **Floarea Manea<sup>1</sup>, Michel Troquet<sup>2</sup>, Lazar Avram<sup>1</sup>** Analyse de certains minéraux argileux utilisés à la préparation des fluides de forage.
- ❖ **François DUPUIS**, Les différentes étapes du travail de la poterie.
- ❖ **GOUBAA ET RABKHI**, étude bathymétrique de la partie névralgique du barrage de Foum el Gherza.
- ❖ **Meriem EL OUHABI, 2013** Valorisation industrielle et artisanale des argiles du Maroc.

- ❖ **Labo LabMat (M.A, B.M,A.S, F.K, (2014)** Caractérisation des sédiments de dragage du barrage de Bouhanifia pour une réutilisation.
- ❖ **LABIOD Z. 1, REMINI B.2, BELAREDJ M. (2004)**, Traitement de la vase du barrage de Bouhanifia en vue de sa valorisation.
- ❖ **LEVACHER D, BOUTOUIL M**, Traitement et valorisation des vases de dragages par solidification/stabilisation: état de l'art.
- ❖ **REMIN.B**, Evolution de l'envasement dans le barrage de Foum el Gherza (Algérie).
- ❖ **Revue atelier terre et céramique, 2009** Les différentes sortes d'argiles
- ❖ **RRUFF Project** The identification of minerals by a database of Raman spectra, X-Ray diffraction and chemistry data for minerals.
- ❖ **Revue du CTMNC/TERRE CUITE**, Fabrication et mise en œuvre des produits de terre cuite.
- ❖ **SAKHRAOUI F. Chargé d'auscultation et d'exploitation du barrage de Foum el Gherza**, Levées bathymétriques du Barrage de Foum el Gherza de 1949-2015.
- ❖ **TCHADJIE N, (2012)**, Comportement thermique des géopolymères obtenus à partir d'une argile kaolinite.