

الجمهورية الجزائرية الشعبية الديمقراطية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
المركز الجامعي بلحاج بوشعيب عين تموشنت  
Centre Universitaire BELHADJ Bouchaib Ain Témouchent  
Institut de Technologie

Département de Génie Civil



Mémoire Pour L'obtention du Diplôme de MASTER  
Filière : GENIE CIVIL  
Spécialité : STRUCTURE

**Thème :**

## **Contribution à l'amélioration du confort thermique du bâtiment**

Présenté Par :

- Khelladi Ilhem
- Zenagui Nabahet Aichouche

Devant le jury composé de :

Mme.TAHAR BERABAH Amina	MCB	C.U.B.B.A.T	Président
Mr. SAID Abderahmane	MAA	C.U.B.B.A.T	Examinateur
Mme.MAROUF Hafida	MCB	C.U.B.B.A.T	Rapporteur
Mme.MOUSSI Wahiba	MAA	C.U.B.B.A.T	Co-Rapporteur

**Année Universitaire : 2019/2020.**

# ***REMERCIEMENTS***

Nous remercions DIEU tout puissant de nous avoir donné le courage et la patience pour mener à bien ce travail.

Nous tenons à exprimer notre gratitude et remerciements aux personnes qui nous ont permis de mener à bien ce travail. Ils sont nombreux, nous nous excusons auprès de ceux que nous n'avons pas pu citer.

Nous avons l'honneur de citer :

Madame *MAROUF Hafida* encadreur patiente et sèvre en même temps ; pour son entière coopération, sa totale disponibilité, ainsi que pour ses précieux conseils et orientations durant notre travail, Nos remerciements s'adressent aussi à madame *MOUSSI Wahiba* et madame *TAHARBERABAH Amina* pour toute aide.

Nous souhaitons à exprimer nos gratitudes aux membres du jury monsieur *SAID Abderrahmane* .

***KHELLADI ILHEM***

***ZENAGUI NABAHAHAT***

# *Dédicaces*

Nous dédions ce travail à :

- A nos parents grâce à leur tendre encouragement et leur grand sacrifice ;
- A nos frères et soeurs
- A nos amies surtout : **BOUCHRA, KARIMA, ASMAA**
- A nos **professeurs** de CUAT ;
- A l'esprit de la tante décédée « **FATIHA** », et la petite ange « **nourhane ines** ».

*ILHEM, NABAHAT*

# *Résumé*

Le secteur du bâtiment souffre d'un coté de problème de la rareté de matériaux de construction et d'un autre côté de problème de confort thermique. On s'est intéressé dans notre étude en premier temps à la récupération de vase draguée au niveau du barrage de BouHanifia, la tamisée à 80 $\mu$ m et fabriquée une brique cuite à 800°C.

Dans un deuxième temps à modéliser nos résultats en utilisant le logiciel de recherche ANSYS afin de vérifier et justifier l'efficacité de cette brique à base de vase de dragage dans le transfert de chaleur à travers l'épaisseur d'un mur à double parois et un isolant.

Les résultats obtenus étaient satisfaisantes.

**Mots clés** : Bâtiment, Vase, Confort Thermique, Matériaux, Brique & ANSYS.

# ملخص

يعاني قطاع البناء من مشكل ندرة مواد البناء من جهة ومشكل الراحة الحرارية من جهة اخرى. في دراستنا، اهتمنا أولاً باستعادة الطين المتدفق من سد بوحنيقية، ونخله عند 80 ميكرومتر وصنع طوب عند 800 درجة مئوية.

ثانياً، نمذجة نتائجنا باستخدام برنامج ANSYS للأبحاث للتحقق من فعالية هذا الطوب الطيني المجرف في نقل الحرارة من خلال سمك جدار مزدوج وعازل.

النتائج التي تم الحصول عليها كانت مرضية.

**الكلمات المفتاحية :** عمارة، الطين، الراحة الحرارية، مواد، طوب، ANSYS

# *Abstract*

The construction sector suffers from a problem of scarcity of construction material on the one hand and a thermal comfort problem on the other hand.

In our study, we first focused on recovering the sludge flowing from the BouHanifia Dam, sifting it at 80 $\mu$ m and making bricks at 800 ° C.

Second, we model our results using ANSYS research program to verify the effectiveness of this clay brick in transferring heat through double wall thickness and insulation.

The results obtained were satisfactory.

**Key words:** Building, Clay, Thermal Comfort, Materials, Bricks, ANSYS.

# ***SOMMAIRE***

Remerciement.....	I
Dédicace.....	II
Résumé.....	III
INTRODUCTION GENERALE.....	1
<b>Chapitre I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE ET VALORISATIO.....</b>	<b>2</b>
I.1 INTRODUCTION :.....	3
I.2 Définitions :.....	4
I.3 Les différents types de déchets :.....	4
I.3.1 Les déchets ménagers :.....	4
I.3.2 Les Ordures ménagères grises ou Encombrants Ménagers : .....	5
I.3.3 Déchets dangereux des ménages (DDM) : .....	6
I.3.4 Déchets de l'agriculture et de l'industrie agroalimentaire :.....	6
I.3.5 Déchets organiques ou déchets de l'assainissement :.....	7
a) Boues résiduaires de stations d'épuration :.....	7
b) Matières de vidange et corps gras :.....	7
I.3.6 Déchets des entreprises : déchets produits par des entreprises de toutes activités :..	7
a) Déchets inertes et du BTP (Bâtiments et Travaux Publics) :.....	7
b) Déchets industriels banals (DIB) :.....	7
c) Déchets industriels spéciaux (DIS) :.....	8
d) Déchets toxiques en quantités dispersées (DTQD) : .....	8
e) Déchets radioactifs : Catégorie à part entière, spécifique par : .....	8
I.4 Méfaits des déchets : .....	8
I.4.1 Impact des déchets sur l'environnement :.....	8

I.4.1.1	La pollution de l'eau :	8
I.4.1.2	La pollution de l'air :	9
I.4.1.3	La pollution du sol :	9
I.4.1.4	Détérioration des paysages :	9
I.4.1.5	Risque sur les chaînes alimentaires :	9
I.5	La gestion des déchets :	10
I.5.1	Les trois grands principes de gestion des déchets :	10
I.5.2	La chaîne de gestion des déchets :	10
I.5.3	Trois types de recyclage :	12
I.5.3.1	Le recyclage chimique :	12
I.5.3.2	Le recyclage organique :	12
I.5.3.3	Le recyclage mécanique :	12
I.5.4	La chaîne du recyclage :	12
I.6	LA VALORISATION:	13
I.6.1	La valorisation, qu'est-ce que c'est ?	13
I.6.2	Les définitions de l'ADEME :	14
I.6.3	La valorisation pour quoi faire ?	15
a)	Quelques raisons d'y croire :	15
b)	Partir des besoins ou partir du gisement :	16
I.6.4	Les types de valorisation des déchets :	17
a)	La valorisation matière :	17
b)	La valorisation organique :	18
c)	La valorisation énergétique :	19
I.6.5	Les avantages de la valorisation des déchets :	20
I.7	La valorisation des déchets pour la fabrication de brique :	20
I.7.1	Les déchets d'olive :	20
I.7.2	Les déchets du sable du désert :	23



I.7.3 Les déchets plastiques :	24
I.7.4 VERRE RECYCLÉ :	25
I.7.5 Des déchets de chantier :	26
I.7.6 Le charbon de bois :	27
I.8 Valorisation des boues de dragage :	28
I.8.1 Le dragage et le génie civil :	28
I.8.1.1 Utilisation en remblai routier :	28
I.8.1.2 Utilisation en remblai pour support de construction :	29
I.8.1.3 Utilisation dans la fabrication de matériau :	29
I.9 CONCLUSION :	30
Chapitre II : GENERALITES SUR LA VASE DE DRAGAGE	31
II.1 INTRODUCTION :	32
II.2 Définition de la vase :	32
II.2.1 Qu'est-ce qu'une vase ?	32
II.2.2 La définition proposée par Mignote :	33
II.3 Composition des vases :	33
II.3.1 Structure physico-chimique des vases :	33
II.4 Description du site du barrage de BouHanifia :	34
II.5 L'envasement de barrage de BouHanifia :	37
II.5.1 Définition du phénomène :	37
II.5.2 Conséquences de l'envasement sur la retenue d'un Barrage:	38
II.5.3 L'envasement de Barrage de BouHanifia:	40
II.6 LE DRAGAGE DE BARRAGE :	40
II.6.1 Définition de l'opération :	40
II.6.2 Le dragage de BouHanifia :	41
II.7 CONCLUSION :	42
Chapitre III : LA CONCEPTION DE BRIQUE A BASE DE VASE DE DRAGAGE	43

III.1	INTRODUCTION :	44
III.2	Définitions :	45
III.3	la brique, quelle matière première ?	46
III.4	Les différents procédés de fabrication des briques d'argile :	46
III.4.1	Processus de boue molle :	47
III.4.2	Procédé de presse sèche :	47
III.5	Les étapes de fabrication de brique :	48
III.5.1	L'EXTRACTION DE L'ARGILE :	48
III.5.2	Préparation de l'argile :	49
III.5.2.1	Broyage et malaxage :	49
III.5.3	Façonnage :	50
III.5.4	Séchage :	51
III.5.5	Cuisson :	51
III.5.6	Emballage :	53
III.6	Les types des briques :	53
III.6.1	La brique creuse :	53
III.6.1.1	La brique creuse classique :	53
III.6.1.2	Avantages des briques creuses classiques :	54
III.6.2	La brique alvéolaire :	54
III.6.2.1	Isolation intéressantes :	55
III.6.3	La brique pleine pour murs porteurs et non porteurs :	55
III.6.4	La brique réfractaire :	56
III.6.5	La brique de parement :	57
III.6.5.1	Idéal pour le revêtement de vos murs :	57
III.7	Bien choisir sa brique, une affaire de spécialiste :	57
III.8	LES CARACTERISATIONS DE LA VASE :	58
III.8.1	La teneur en eau :	58

III.8.1.1 Définition :	58
III.8.1.2 Le principe :	58
III.9 La teneur en eau de la vase :	58
III.9.1 But de l'essai :	58
III.9.2 Détermination de la teneur en eau :	58
III.10 Préparation d'échantillon (la vase) :	60
III.10.1 Séchage à l'étuve :	60
III.10.2 Le concassage :	60
III.10.3 Le tamisage :	61
III.11 La préparation de brique :	62
III.12 Les caractérisations de la brique :	64
III.12.1 Essai d'absorption à eau :	64
III.12.1.1 Définition :	64
III.12.1.2 Mode opératoire :	64
III.12.2 Essai ultra son : (Essai d'auscultation dynamique) :	64
III.12.2.1 Principe :	64
III.12.3 La conductivité $\lambda$ .....	65
III.12.4 Chaleur spécifique C .....	66
III.13 CONCLUSION :	67
Chapitre IV: Modélisation .....	68
IV.1 INTRODUCTION :	69
IV.2 Définition des éléments finis :	70
IV.3 Définition de logiciel :	70
IV.4 Définition de l'échange thermique .....	72
IV.5 L'interface du logiciel :	73
Conclusion Générale:.....	86

## *Liste Des Figures*

Figure I.1. Les Ordures ménagères.....	5
Figure I.2. Un pictogramme d'avertissement signalant un danger.....	6
Figure I.3. Le logo universel des matériaux recyclables (qui est distinct, en Europe, du Point vert) ....	11
Figure I.4. Exemples de valorisation .....	18
Figure I.5. Le Centre de Valorisation Organique .....	18
Figure I.6. Noyaux Olives .....	23
Figure I.7. La valorisation des déchets de sable .....	24
Figure I.8. Des déchets plastiques. ....	25
Figure I.9. Poudre de verre.....	26
Figure I.10. Déchet de BTP.....	27
Figure I.11. Du charbon de bois après avoir subi une pyrolyse : du carbone pur à 90% .....	28
Figure I.12. Utilisation des boues de dragage dans les remblais routiers.....	29
Figure I.13. Utilisation des boues de dragage dans la brique. ....	29
Figure II.1. Traversée de la vallée de la Charente par l'autoroute A10 .....	33
Figure II.2. Schéma de la composition simplifiée des sédiments portuaires .....	34
Figure II.3. Le barrage de BouHanifia. ....	35
Figure II.4. Localisation de barrage.....	36
Figure II.5. Processus d'envasement d'un barrage Réservoir .....	37
Figure II.6. Schéma synoptique d'une opération de dragage dans un barrage.....	41
Figure III.1. Briques.....	45
Figure III.2. Briqueterie .....	47
Figure III.3. Procédure d'extraction d'argile.....	48
Figure III.4. Le broyage et malaxage d'argile dans la briqueterie .....	50
Figure III.5. Four tunnel.....	53
Figure III.6. La brique creuse classique .....	54
Figure III.7. La brique alvéolaire.....	55
Figure III.8. La brique rouge pleine.....	56
Figure III.9. Des briques réfractaires .....	56
Figure III.10 Des briques de parement.....	57
Figure III.11. la vase après le séchage .....	60
Figure III.12. un concasseur de laboratoire .....	60
Figure III.13.Des tamis à 80 µm .....	61
Figure III.14.La vase après le tamisage .....	61

Figure III.15.Le moule à brique.....	62
Figure III.16.Le remplissage de moule .....	62
Figure III.17.Le séchage de moule .....	63
Figure III.18.la brique finale .....	63
Figure III.19. Éssai d’ultra son.....	65
Figure IV.1. Logo de la société. ....	70
Figure IV.2. Modèles modélisés par ANSYS.....	72
Figure IV.3 : Variation de Température du Point M à N (Isolant Laine de Verre).....	78
Figure IV.4 : la variation de température en fonction de l’épaisseur du Mur (Isolant laine de Verre).....	79
Figure IV.5 : Variation de Température du Point M à N (Isolant Fibre de Bois).....	80
Figure IV.6 : la variation de température en fonction de l’épaisseur du Mur (Isolant Fibre de Bois).....	81

## *Liste Des Tableaux*

Tableau I.1: Estimation de la valorisation énergétique de la méthanisation des déchets solides urbains de la Wilaya d'Alger .....	19
Tableau II.1. Les plus simples définitions des facies .....	33
Tableau III.1 : qualité du béton en fonction de la vitesse de la propagation des ondes ultrasonique.....	65
Tabelau IV.1 :les paramètres thermique des isolants.....	72

## ***LISTE DES ABRIVIATIONS***

COV: Les composés organiques volatils.

PEHD: Le polyéthylène haute densité.

PET: Le poly téréphtalate d'éthylène

PVC: polychlorure de vinyle.

PEBD: polyéthylène basse densité.

PP: polypropylène.

PS: polystyrène.

ADEME: l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.

P.T.T: Postes, Télégraphes et Téléphone .

Frog: Nom donné par les briquetiers anglo-saxons à l'indentation créée à la surface supérieure d'une brique lors du moulage et dont la forme évoque celle de la partie centrale d'un sabot de cheval, appelée frog en anglais.

***INTRODUCTION***  
***GENERALE***



Construire des logements moins énergivores et plus économiques, représente un véritable défi pour l'Algérie comme tous les pays du monde. Beaucoup de tentatives sont aujourd'hui présents pour répondre aux exigences du confort thermique parmi lesquelles on peut citer la conception bioclimatique qui est très répandue surtout dans les pays d'Europe. [9]

En Algérie le domaine de construction est aussi l'un parmi les grands domaines de secteur économique mais comme tous les pays il existe des problèmes qui menacent ce secteur.

Dans une vision globale, pénurie de gisements, rareté des matériaux de construction et l'amélioration du confort thermique s'inscrit notre étude.

Ce travail permet d'étudier les deux grands problèmes qui sont la rareté des matériaux de construction et de trouver autres solutions qui peuvent remplacer ces matériaux manquants pour avoir les résultats attendus du projet. Et l'amélioration du confort qui est lié au type des parois et ses transactions avec les transformations thermiques dans le bâtiment, en utilisant des déchets comme une matière première dans les matériaux de construction et étudier la capacité de cette matière de fournir un confort thermique.

Durant la recherche, ces hypothèses feront l'objet d'une vérification à l'aide des outils de simulation numérique ; Ainsi, les résultats finaux peuvent confirmer ou infirmer les hypothèses suscitées. Un véritable besoin en confort nous a poussés à aborder notre thème de recherche, qui s'articule principalement comme suit :

- Le premier chapitre présente la problématique de la valorisation des déchets pour les considérer comme des solutions afin de régler les problèmes de raretés des matériaux.
- Le deuxième chapitre est consacré de la vase du barrage de BouHanifia lors de dragage.
- Le chapitre III est divisé en deux parties :

L'une s'intéresse aux généralités sur la brique et l'autre est une étude expérimentale qui présente la conception de brique à la base de la vase de barrage.

- Enfin, le quatrième chapitre est consacré de la modélisation d'un mur à la base de la brique qui a été préparé dans laboratoire à l'aide d'un logiciel de recherche.

Et finalement notre travail sera terminé par une conclusion générale contenant l'essentiel des résultats trouvés ainsi que les perspectives pour les futures recherches.

***CHAPITRE I :***  
***SYNTHESE***  
***BIBLIOGRAPHIQUE***  
***ET VALORISATION***

### ***1.1 Introduction :***

La valorisation des déchets dans le génie civil est un secteur important dans la mesure où les produits que l'on souhaite obtenir ne sont pas soumis à des critères de qualité trop rigoureux. Le recyclage des déchets touche deux impacts très importants à savoir l'impact environnemental et l'impact économique. Donc dans plusieurs pays du monde, différents déchets sont utilisés dans le domaine de la construction et spécialement dans le ciment ou béton comme poudre, fibres ou agrégats [21].

Depuis le début des années 1990, la protection de l'environnement est devenue une préoccupation collective, induite par une prise de conscience tardive du risque sanitaire et ponctuée d'accidents de grande ampleur [35].

Conscient des enjeux que l'environnement représente pour un développement durable l'Etat Algérien adopte depuis une dizaine d'années, des stratégies pour la préservation de l'environnement dans différents secteurs. Ces dernières reposent sur plusieurs axes, entre autres : la préservation de l'eau, des sols et des forêts, la protection des écosystèmes sensibles (littoral, steppe, Sahara), la dépollution industrielle, la gestion des déchets, la protection des espaces naturels et des espèces animales, etc. Concernant la gestion des déchets solides urbains, elle s'inscrit dans le Plan National d'Actions Environnementales et du Développement Durable (PNAE-DD) à travers l'adoption d'un Programme National de Gestion Intégrée des Déchets Ménagers et Assimilés (PROGDEM), qui se veut une démarche intégrée, graduelle et progressive de la gestion des déchets ménagers. Il a défini les orientations principales pour la mise en place de cette gestion à travers :

- La réorganisation de l'administration communale chargée de la gestion des déchets.
- Le renforcement des capacités de collecte et de transport des services de la commune.
- L'ouverture du service public de gestion des déchets à l'investissement privé.
- La mise en œuvre un programme de formation et d'assistance technique.
- La mise en place des équipements de collecte. [19]

## **I.2 Définitions :**

Selon le Code de l'Environnement (art. L541-1), un déchet est « *tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien, meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon* ». Autrement dit, tout élément qui est abandonné est un déchet. Ce n'est pas pour autant que cet élément est inutilisable, en l'état ou après modification. Seuls ceux qui sont qualifiés de déchets ultimes sont réellement inutilisables et doivent être stockés pour éviter des pollutions de l'environnement [44].

Un déchet est un objet en fin de vie ou une substance ayant subi une altération physique ou chimique, qui ne présente alors plus d'utilité ou est destiné à l'élimination. Le mot vient de l'ancien français déchiet ou déchiet, soit « la quantité perdue dans l'usage d'un produit », ce qui en reste après son utilisation. Le déchet est de plus en plus considéré, au début du XXI<sup>e</sup> siècle, comme un héritage problématique de la révolution industrielle et de l'urbanisation. [43]

## **I.3 Les différents types de déchets :**

### **I.3.1 Les déchets ménagers :**

Les déchets ménagers sont constitués par les déchets des ménages et autres déchets assimilés, qui peuvent être, eu égard à leurs caractéristiques, collectés et traités par les collectivités locales.

La circulaire du 8 mai 1977 relative au service d'élimination des déchets des ménages divise ceux-ci en cinq catégories : ordures ménagères, encombrants, déblais et gravats, déchets ménagers spéciaux, autres déchets municipaux (déchet assimilés et déchets produits par les services publics : déchets de voirie et de marché, boues de station d'épuration, déchets verts des espaces publics...).

Les Ordures ménagères (OM), produites par les ménages au quotidien, comprennent aussi les déchets des commerçants et artisans.

Elles se décomposent comme suit :

- Déchets putrescibles : 29 %,
- Papiers/cartons : 25 %,

- Verre : 13 %,
- Plastiques : 11 %,
- Métaux : 4 %,
- Autres : 18 %.

Après collecte sélective, on qualifie les ordures ménagères non triées de résiduelles.

### **I.3.2 Les Ordures ménagères grises ou Encombrants Ménagers :**

Sont des ordures ménagères brutes auxquelles un tri à la source a permis d'enlever les emballages de grande taille faisant l'objet de contrats de recyclage Eco Emballage ou autre (récipients en plastiques ou boîtes de conserve métallique). Certains sites traitant ce type d'ordures ménagères sont capables de produire des composts de bonne qualité vis à vis de la réglementation et ce grâce à la qualité de la collecte. Pour ce type de compostage on parle plus souvent de TMB (traitement ri mécano biologique) que de compostage.

On parle de *déchets verts* lorsqu'il s'agit de déchets résultent de l'entretien et du renouvellement des espaces verts, zones récréatives, parcs et jardins, terrains de sport... des collectivités territoriales, des organismes publics ou parapublics (H.L.M., universités...), des particuliers et des sociétés privées. Le compostage des déchets verts s'est particulièrement développé dans les années 1990. Les unités de compostage traitant des déchets verts seuls ou en mélange constituent la majorité du parc français des unités de compostage. D'après l'ADEME, en 2000, 2 millions de tonnes de déchets verts ont été transformés en 950 000 tonnes de compost sur 300 plates-formes de compostage en France.



**Figure I.1.** Les Ordures ménagères.

(Source : <https://www.liberte-algerie.com/>; Par Rabah Saïd le 25-06-2015)

### I.3.3 Déchets dangereux des ménages (DDM) :

Il s'agit des huiles de vidange, des solvants, des piles... qui, en raison de leur inflammabilité, de leur toxicité, de leur pouvoir corrosif ou d'autres propriétés, ne peuvent être éliminés par les mêmes voies que les ordures ménagères. Ils font l'objet de collectes particulières ou peuvent être récupérés par les déchèteries.

*Déchets des activités de soins* : Déchets issus des activités de diagnostic, de suivi et de traitement préventif, curatif ou palliatif, dans les domaines de la médecine humaine et vétérinaire.

On distingue :

- Les déchets d'activités de soins assimilables aux déchets ménagers,
- Les déchets d'activités de soins à risques. Ces derniers comportent plusieurs catégories qui correspondent à des filières d'élimination distinctes. Il s'agit des déchets d'activités de soins à risques infectieux, chimiques et toxiques ou radioactifs.

### I.3.4 Déchets de l'agriculture et de l'industrie agroalimentaire :

Déchets comportant une fraction organique ou minérale susceptible d'être exploitée comme fertilisant ou amendement et pouvant potentiellement être utilisée en agriculture. .

On trouve trois catégories principales :

- Déchets organiques des IAA (IAA : Industrie Agroalimentaire) ;
- Fumiers et lisiers : Déjections animales produites par les installations d'élevage
- Déchets spécifiques : Films plastiques, produits phytosanitaires, etc.



**Figure I.2.** Un pictogramme d'avertissement signalant un danger  
(Source : [https://www.ccprou.fr/environnement/dechets\\_dangereux/](https://www.ccprou.fr/environnement/dechets_dangereux/))

### **I.3.5 Déchets organiques ou déchets de l'assainissement :**

#### **a) Boues résiduelles de stations d'épuration :**

Les divers procédés d'épuration des eaux usées entraînent la production de boues. Ces boues sont constituées de substances organiques (matière organique initiale retenue par floculation en mélange avec les agents ayant servi à sa capture) et minérales.

Suivant les traitements physiques ultérieurs qu'on leur fait subir, les boues se présentent de la manière suivante :

- Les boues liquides, avec une teneur en matière sèche allant jusqu'à 10 %,
- Les boues pâteuses, avec une teneur en matière sèche comprise entre 10 et 20 %,
- Les boues solides, avec une teneur en matière sèche supérieure à 20 %.

#### **b) Matières de vidange et corps gras :**

- Les matières de vidange : boues extraites des installations d'assainissement individuelles.
- Les boues de curage d'égouts : composées de matières graisseuses, de sable et de résidus divers ayant une forte teneur en eau et en matières organiques.
- Les huiles de cuisines, les corps gras : résidus gras de cuisson, d'huiles de friture, de résidus organiques solides issus de la préparation ou des restes de repas.

### **I.3.6 Déchets des entreprises : déchets produits par des entreprises de toutes activités :**

#### **a) Déchets inertes et du BTP (Bâtiments et Travaux Publics) :**

Ils sont constitués de déblais, de gravats de démolition (tuiles, béton...) et de résidus des industries d'extraction ou de construction ; certains déchets de la métallurgie peuvent également être classés dans cette catégorie. Ce sont des déchets minéraux, non susceptibles d'évolution physico-chimique ou biologique. Les déchets d'amiante sont classés dans cette catégorie, mais relèvent d'une législation spécifique.

#### **b) Déchets industriels banals (DIB) :**

Déchets non dangereux, non inertes, non toxiques, produits par les industries, les commerces, les entreprises artisanales et les services. On y trouve : les déchets communs aux entreprises

(emballages cartons, bois, housses plastiques, ferraille, déchets d'emballages...), les déchets plus spécifiques (chutes et loupés de fabrication mono matériaux en bois, textiles, plastiques, métaux... ou encore des produits multi matériaux ou assemblages de produits, déchets de « procès »).

**c) Déchets industriels spéciaux (DIS) :**

Déchets spécifiques de l'activité industrielle qui contiennent en quantité variable des éléments toxiques ou dangereux pour différentes raisons (toxicité chimique, risques d'explosion...).

**d) Déchets toxiques en quantités dispersées (DTQD) :**

Déchets spécifiques au même titre que les DIS, mais produits de manière éparse et limités en quantité.

**e) Déchets radioactifs : Catégorie à part entière, spécifique par :**

La dangerosité même du produit les particularités de gestion (manutention, conditionnement, collecte et traitement) ; l'obligation d'une gestion par des organismes spécifiques dès la sortie du lieu de production du déchet.

#### ***I.4 Méfaits des déchets :***

Les déchets sont à la fois un risque et une ressource, mais lorsqu'ils sont éliminés sans précautions, ils risquent de dégrader des paysages, de polluer l'environnement et d'exposer l'homme à des nuisances et des dangers dont certains peuvent être très graves. [4 ; 13]

#### **I.4.1 Impact des déchets sur l'environnement :**

##### **I.4.1.1 La pollution de l'eau :**

La pollution de l'eau peut être provoquée par la dispersion des déchets ou leurs éliminations d'une façon anarchique et elle peut être à l'origine de maladies à transmission hydrique (cholera, typhoïde,...etc.). Les rejets contaminent aussi les eaux souterraines, source d'approvisionnement en eau potable, par l'infiltration des lixiviats lors du lessivage des dépôts de déchets par les eaux des pluies. [4 ; 14]

La pollution des nappes phréatique et aggravée par la lente percolation dans celle-ci de nombreuses contaminations provenant de décharges industrielles. [4 ; 31]



#### **I.4.1.2 La pollution de l'air :**

On considère que l'air est pollué quand il contient des substances qui n'entrent pas dans sa composition naturelle de base et qui peuvent entraîner des nuisances plus ou moins graves. <sup>[41]</sup> La décomposition naturelle des déchets entraîne des sous-produits et de nombreux types d'émissions tel que le méthane (CH<sub>4</sub>), le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), l'hydrogène (H<sub>2</sub>), l'ammoniaque (NH<sub>3</sub>), les chlore-fluor-carbone (CFC), la concentration de ces gaz dans l'atmosphère engendre des effets irréversibles et dangereux tel l'effet de serre, les pluies acides...etc. <sup>[42]</sup>. De ce point de vue, la principale source de pollutions de l'air est la combustion provoquée, accidentelle ou spontanée de dépôts de déchets à l'air libre, qui donne naissance à de grandes quantités de fumées et d'odeurs et nauséabondes. [4 ; 30]

#### **I.4.1.3 La pollution du sol :**

Les sols, vu la position qu'ils occupent dans les échanges avec les autres éléments biotopes, constituent des ensembles vulnérables et sont souvent exposés à la pollution par différentes particules toxiques, ils sont des lieux de passage de nombreux flux de matières. [4 ; 26]

A la périphérie des agglomérations, on relève de façon quasi systématique une contamination des sols au niveau des friches industrielles et de sites industriels en activité qui présentent souvent une très forte pollution due à un déversement (parfois volontaire par le passé) de divers résidus minéraux ou organiques de très forte toxicité et aux dépôts de déchets afférents. <sup>[40]</sup> Les retombées atmosphériques liées à l'incinération (métaux lourds, COV ...etc.), la percolation des lixiviats de décharges et l'épandage de composants ou de boues contribuent à la contamination physico-chimique et /ou microbiologique des sols. [4 ; 28]

#### **I.4.1.4. Détérioration des paysages :**

Les dépôts sauvages, les déchets abandonnés par les passants (papier, cigarettes, tickets, emballages divers,...etc.) ou les animaux, et qui résultent de la circulation automobiles sont la source de nuisances esthétiques et visuelles de notre environnement. Beaucoup de sites touristiques demeurent moins fréquentables à cause de la dégradation de la qualité de l'environnement, surtout par les dépôts d'ordures impressionnant qui s'agglomèrent. [4 ; 13]

#### **I.4.1.5 Risque sur les chaînes alimentaires :**

Les déchets déposés à même le sol transmettent des polluants et substances dangereuses qui s'infiltreront par l'intermédiaire des eaux de pluies, qui les entraînent vers les profondeurs. Aussi les végétaux les absorberaient, ensuite ces produits toxiques migrent jusqu'à l'homme

qui consomme ces végétaux devenus toxiques. Ce risque de migration tout au long de la chaîne alimentaire existe aussi pour les denrées animales issues de l'élevage et de la pêche (par exemple l'intoxication de Minamata 1953\_1960. Plusieurs cas de contamination alimentaire ont été découverts dans la baie de Minamata au Japon, où une usine chimique déversait du mercure dans la mer ou les poissons présentaient une teneur élevée en thio méthyl-mercure, qui provoqua la mort de 48 personnes et l'invalidité de 156 autres (les pêcheurs en particulier). [4 ; 32]

### ***1.5 La gestion des déchets :***

La gestion des déchets désigne l'ensemble des opérations et moyens mis en œuvre pour limiter, recycler, valoriser ou éliminer les déchets. C'est-à-dire des opérations de prévention, de pré-collecte, collecte, transport et toute opération de tri et de traitement, afin de réduire leurs effets sur la santé humaine et sur l'environnement. La gestion des déchets concerne tous les types de déchets, qu'ils soient solides, liquides ou gazeux, chacun possédant sa filière spécifique. [48 ; 25]

#### **1.5.1 Les trois grands principes de gestion des déchets :**

Les trois R constituent une stratégie de gestion des produits en fin de vie et des déchets qui en découlent, visant à :

- **Réduire** : regroupe les actions au niveau de la production pour réduire les tonnages d'objets (par exemple les emballages) susceptibles de finir en déchet.
- **Réutiliser** : regroupe les actions permettant de réemployer un produit usagé pour lui donner une deuxième vie, pour un usage identique ou différent.
- **Recycler** : désigne l'ensemble des opérations de collecte et traitement des déchets permettant de réintroduire dans un cycle de fabrication les matériaux qui constituaient le déchet. [43]

#### **1.5.2 La chaîne de gestion des déchets :**

La limitation, la collecte, le tri, le recyclage et la valorisation des déchets permettent l'atténuation du réchauffement climatique, la protection de l'environnement et des écosystèmes, la préservation de la santé ou encore l'économie de matières premières ou d'énergie. [10 ; 7]

- **La collecte** : Ensembles des opérations qui consistent à enlever les déchets chez le producteur ou aux point de regroupement et à les acheminer vers un centre de tri, de traitement ou un centre d'enfouissement technique C.E.T (ex : décharge contrôlée).
- **Le tri** : Le tri permet de séparer les différents matériaux : papier, carton, journaux/magazines, briques alimentaires, plastique, aluminium, acier...
- **Le recyclage** : Le « recyclage » est la création de nouvelles matières, ou le renouvellement des matières initiales, par le biais du traitement des déchets, (cela comprend le recyclage organique mais pas le recyclage énergétique). [10 ; 23]

Le recyclage est un procédé de traitement des déchets et de réintroduction des matériaux qui en sont issus dans le cycle de production d'autres produits équivalents ou différents. Le recyclage permet de réduire les volumes de déchets, et donc leur pollution, et de préserver les ressources naturelles en réutilisant des matières premières déjà extraites.

Le recyclage est un procédé par lequel les matériaux qui composent un produit en fin de vie (généralement des déchets industriels ou ménagers) sont réutilisés en tout ou en partie. Pour la plupart des gens dans les pays développés, le recyclage regroupe la récupération et la réutilisation des divers déchets ménagers. Ceux-ci sont collectés et triés en différentes catégories pour que les matières premières qui les composent soient réutilisées (recyclées).

Dans les pays développés, les articles de consommation les plus couramment recyclés sont les canettes en aluminium, le fer, les boîtes de conserve et les bombes aérosol, les bouteilles en plastique PEHD et PET, les bouteilles et pots en verre, le carton, les journaux, et les magazines. Les autres types de plastiques : PVC, PEBD, PP et PS (RMQ. les codes d'identification des plastiques) sont aussi recyclables mais pas couramment collectés. Ces objets sont souvent composés d'un seul type de matériau, ce qui facilite leur recyclage. [43]



**Figure I.3.** Le logo universel des matériaux recyclables (qui est distinct, en Europe, du Point vert)  
(Source : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Recyclage>)

### **I.5.3 Trois types de recyclage :**

Il existe trois grandes familles de techniques de recyclage : chimique, mécanique et organique.

#### **I.5.3.1 Le recyclage chimique :**

Le recyclage chimique utilise une réaction chimique pour traiter les déchets (exemple: pour séparer certains composants). Le recyclage mécanique est la transformation des déchets à l'aide d'une machine (exemple: pour broyer).

#### **I.5.3.2 Le recyclage organique :**

Le recyclage organique consiste, après fermentation, à produire des engrais ou du carburant.

#### **I.5.3.3 Le recyclage mécanique :**

Le recyclage mécanique est le plus adapté pour notre objet technique car il ne peut pas produire des engrais ou du carburant après fermentation, et que le recyclage chimique ne peut pas séparer les différents composants de notre objet technique. [27]

### **I.5.4 La chaîne du recyclage :**

La chaîne du recyclage comporte différentes étapes :

- **Étape 1 : Collecte de déchets**

Les opérations de recyclage des déchets commencent par la collecte des déchets. Dans les pays développés, les ordures ménagères sont généralement incinérées ou enfouies en centres d'enfouissement pour déchets non dangereux. Les déchets collectés pour le recyclage ne sont pas destinés à l'enfouissement ni à l'incinération mais à la transformation. La collecte s'organise en conséquence. La collecte sélective, dite aussi « séparative » et souvent appelée à tort « tri sélectif » est la forme la plus répandue pour les déchets à recycler. Le principe de la collecte sélective est le suivant : celui qui jette le déchet le trie lui-même. La taxe au sac est un bon moyen pour inciter les personnes au tri sélectif, car seuls les déchets non recyclables finissent en général dans ces sacs taxés, les déchets recyclables étant eux déposés dans des lieux où il n'y a pas de taxe.

À la suite de la collecte, les déchets, triés ou non, sont envoyés dans un centre de tri où différentes opérations mécanisées permettent de les trier de manière à optimiser les opérations de transformation. Un tri manuel, par des opérateurs devant un tapis

roulant, complète souvent ces opérations automatiques. Avant ce stade, le verre brisé est systématiquement écarté pour éviter les risques de blessure.

- **Étape 2 : Transformation**

Une fois triés, les déchets sont pris en charge par les usines de transformation. Ils sont intégrés dans la chaîne de transformation qui leur est spécifique. Ils entrent dans la chaîne sous forme de déchets et en sortent sous forme de matière prête à l'emploi.

- **Étape 3 : Commercialisation et conservation**

Une fois transformées, les matières premières issues du recyclage sont utilisées pour la fabrication de produits neufs qui seront à leur tour proposés aux consommateurs.

En fin de vie, ces produits seront, peut-être, jetés même si certains d'entre eux pourraient être récupérés et recyclés. [43]

## **I.6 La valorisation :**

### **I.6.1 La valorisation, qu'est-ce que c'est ?**

" *Valoriser : donner de la valeur à quelque chose* " Peut-on se satisfaire de cette définition et s'applique-t-elle aux déchets ? Malgré des avancées législatives, la valorisation reste un concept ambigu qui se définit surtout par opposition à l'élimination qui, par définition, se contente de faire disparaître. Mais est-ce un objectif principal, secondaire, à quel moment peut-on estimer qu'il y a bien eu valorisation...?

La notion est apparue dans les textes en 1989, mais les textes de référence sont la directive cadre européenne de 1991 et la loi française du 13 juillet 1992 aux termes de laquelle la valorisation consiste dans " *le réemploi, le recyclage ou toute autre action visant à obtenir, à partir des déchets, des matériaux réutilisables ou de l'énergie* ". Il y aurait donc une valorisation matière qui doit permettre de réutiliser les éléments constitutifs du déchet en les intégrant dans le circuit économique, et une valorisation énergétique, sans que le législateur ait fixé une priorité entre les deux.

Il convient de mesurer les inconvénients qu'il y a, à juxtaposer ces deux types de valorisation qui si elles sont complémentaires, peuvent aussi devenir contradictoires, car il peut y avoir en réalité " *cannibalisation* " d'une technique par une autre. Le développement d'une technique l'incinération empêche, par un mouvement en spirale, tout développement de l'autre la valorisation matière.

Tout procédé de traitement coûte cher, mais les effets d'échelle sont importants en particulier pour l'incinération avec valorisation énergétique. Il faut donc, dans cette logique, construire

grand et collecter beaucoup, pour parvenir à des coûts satisfaisants. La " valorisation matière " suit la même loi, appliquée cette fois à la baisse, puisque moins on fait de valorisation, plus elle coûte cher, et moins on peut en faire. Au total, même si tous les rapports l'évoquent, même si beaucoup de responsables tentent de la développer, la " valorisation matière " des déchets impose une grande détermination politique.

Selon l'ADEME, les différents sens de la valorisation sont les suivants :

### I.6.2 Les définitions de l'ADEME :

**La valorisation :** consiste dans " *le réemploi, le recyclage ou toute autre action visant à obtenir, à partir des déchets, des matériaux réutilisables ou de l'énergie* " (loi du 13 juillet 1992).

**Récupérer :** un déchet, c'est le sortir de son circuit traditionnel de collecte et de traitement. Par exemple, mettre des bouteilles ou des journaux dans un conteneur spécial, au lieu de les jeter à la poubelle. La récupération, qui suppose une collecte séparée ou un tri, se situe en amont de la valorisation qui consiste, d'une certaine façon, à redonner une valeur marchande à ces déchets. La valorisation s'effectue par divers moyens.

**Le recyclage :** est la réintroduction directe d'un déchet dans le cycle de production dont il est issu, en remplacement total ou partiel d'une matière première neuve. Par exemple, prendre des bouteilles cassées, les refondre, et en faire des bouteilles neuves.

**Le réemploi :** c'est un nouvel emploi d'un déchet pour un usage analogue à celui de sa première utilisation. C'est, en quelque sorte, prolonger la durée de vie du produit avant qu'il ne devienne un déchet. Par exemple, la consigne des bouteilles, à nouveau remplies après leur nettoyage.

**La réutilisation :** consiste à utiliser un déchet pour un usage différent de son premier emploi, ou à faire, à partir d'un déchet, un autre produit que celui qui lui a donné naissance. Par exemple, utiliser des pneus de voiture pour protéger la coque des barques ou chalutiers.

**La régénération :** consiste en un procédé physique ou chimique qui redonne à un déchet les caractéristiques permettant de l'utiliser en remplacement d'une matière première neuve. C'est le cas, par exemple, de la régénération des huiles usées ou des solvants, ou du papier qui est à la fois recyclé et régénéré par le désencrage.

**La valorisation énergétique** consiste à utiliser les calories contenues dans les déchets, en les brûlant et en récupérant l'énergie ainsi produite pour, par exemple, chauffer des immeubles ou

produire de l'électricité. C'est l'exploitation du gisement d'énergie que contiennent les déchets.  
[2]

### **I.6.3 La valorisation pour quoi faire ?**

#### **a) Quelques raisons d'y croire :**

Disons-le clairement, valoriser les déchets est avant tout un choix politique, un choix de société. A chaque époque correspond un choix de traitement des déchets. Comme certains ont préféré mettre leurs déchets en décharge plutôt qu'au fond des bois, ou ont choisi de les brûler plutôt qu'ils s'entassent et pourrissent à proximité de nos villes, nous pensons que l'époque appelle aujourd'hui un changement d'attitude. Plus positive, plus économe, plus responsable. Les déchets constituent un produit qu'il faut utiliser au mieux de nos possibilités du moment. La valorisation est non seulement utile, mais aussi souhaitable. Toute l'activité humaine consiste à créer des richesses en partant d'un produit pour en fabriquer un autre, en transformant les choses pour en créer de nouvelles. Le déchet peut être ce produit qu'il faut savoir utiliser et transformer pour en faire un matériau utile, une véritable " matière première secondaire ".

Car utiliser un déchet c'est préserver les matières premières naturelles. Les déchets peuvent ainsi se substituer aux importations de matériaux. C'est aussi, bien souvent, réaliser une économie en termes financiers. Il existe de très nombreux cas où utiliser un déchet est moins coûteux pour tout le monde qu'utiliser une matière première naturelle (le verre, l'aluminium, par exemple). De plus, dans un grand nombre de cas, les dépenses de traitement sont réparties entre la collectivité et la filière industrielle, et, si la dépense totale est la même, le financement est plus équilibré.

Dans ce domaine comme dans beaucoup d'autres, il est indispensable d'anticiper. Anticiper l'évolution de la réglementation, de la demande sociale, des marchés, en particulier celui de l'énergie. Aujourd'hui, les prévisionnistes mettent en garde l'opinion mondiale sur l'illusion de l'énergie à bon marché, et donnent à la planète un demi-siècle de répit. Au-delà, ou le monde manquera de sources d'énergie fossile ou son utilisation sera plus coûteuse. Certes les découvertes de gisements ne sont pas terminées, mais l'extraction et le transport du pétrole notamment seront de toutes façons plus coûteux (cf. les nouvelles réserves de l'Asie centrale dont l'acheminement en Europe passe nécessairement par des régions instables). Sans que l'on sache quand ni comment, l'augmentation des matières premières est inévitable. C'est cette capacité de projection qui paraît déterminante, et même être un devoir politique.

Nous pensons donc que valoriser les déchets, c'est une façon de s'engager sur l'avenir. C'est parfois ce qui manque le plus en politique. Gérer ses déchets est une garantie et une assurance sur l'avenir. Tous ces arguments sont parfaitement connus et ne méritent pas qu'on s'y étende davantage.

**b) Partir des besoins ou partir du gisement :**

Une critique fréquente consiste à dire qu'il ne faut pas partir du déchet, pour voir ce que l'on peut en faire, mais que la seule attitude possible est de partir du marché, et voir alors si le déchet peut être utilisé. Ainsi, dans les deux cas précités, le verre et l'aluminium, les industriels ont naturellement récupéré les déchets puisque la fabrication de verre et d'aluminium à partir de matériaux usagés coûtait moins cher que la même fabrication à partir de matière première naturelle. C'est ce qu'on appelle " partir du marché ", c'est à dire faire une analyse de coûts, chercher une matière première et s'apercevoir que l'utilisation des déchets est non seulement parfaitement valable mais en plus, moins coûteuse que la fabrication à partir de la matière vierge.

Nous pensons toutefois que cette attitude parfaitement rationnelle pour une entreprise, ne peut fonder une véritable gestion des déchets qui ne se limite pas à un calcul de court terme mais impose comme on l'a dit, de se projeter sur l'avenir. Dans ce domaine, le seul marché ne paraît pas suffisant pour faire émerger des solutions de fond. En outre, contrairement à l'argument présenté ci-dessus, il existe de très nombreux exemples, où la réussite est partie du déchet ou du sous-produit lui-même. Ainsi, la valorisation énergétique ou la valorisation des mâchefers en technique routière ne sont pas les premiers buts de l'incinération, mais les incinérateurs ont, à juste titre, cherché à valoriser la chaleur et les matériaux qu'ils avaient produits. Dans ce cas, la démarche est bien partie du gisement, du sous-produit (chaleur) ou du déchet (mâchefer) pour chercher la valorisation.

La même démarche peut inspirer les collectivités locales aujourd'hui. En dépit de certaines appréhensions, la collecte sélective est un succès. Les français ont montré qu'ils pouvaient, qu'ils voulaient trier leurs déchets, qu'ils pouvaient, qu'ils voulaient participer. Les collectivités locales se trouvent aujourd'hui devant de grandes masses de déchets propres parfois imprévus (objets en plastiques de toutes sortes dans les conteneurs réservés aux emballages, bois dans les déchetteries...). L'élu est donc confronté à un triple défi : tenir compte des contraintes économiques, mais aussi répondre aux attentes des administrés et anticiper les évolutions.



Ce sont ces raisons qui fondent la politique de recyclage. Mais bien évidemment, cette politique doit partir des contextes locaux (dispersion de l'habitat, habitudes culturelles différentes en milieu urbain et en milieu rural...), ainsi que de la géographie industrielle et des initiatives locales. Car il est préférable d'avoir un gisement à proximité d'une industrie, plutôt qu'être obligé de traverser la France pour envoyer des déchets dans la seule usine susceptible dès les traiter aujourd'hui. L'élu doit d'abord connaître son gisement et se demander où sont les industries qui peuvent utiliser et valoriser les matières premières secondaires, proposées par les collectivités locales ?

Histoire, géographie, économie, environnement, culture... tous les ingrédients sont là pour faire de la politique des déchets un projet national et une politique majeure du prochain siècle. [56]

#### I.6.4 Les type de valorisation des déchets :

On comptabilise trois types de valorisation :

- la valorisation **matière**,
- la valorisation **organique**,
- la valorisation **énergétique**,

##### a) La valorisation matière :

C'est, utiliser une partie ou la totalité de la matière du déchet dans un nouveau processus de production. La valorisation de matière peut être assimilée au recyclage et au réemploi.





**Figure I.4.** Exemples de valorisation

(Source : <http://www.uved-lemansmetropole.fr/impact-environnemental/valorisation-matiere/>)

**b) La valorisation organique :**

La valorisation organique repose sur le compostage et la méthanisation. Le compost créé à l'issue du compostage sert à la régénération des sols.

La méthanisation est comme le compostage, c'est un procédé de fermentation qui crée du méthane. L'utilisation du méthane est la même que le gaz naturel, il s'utilise dans les mêmes applications.



**Figure I.5.** Le Centre de Valorisation Organique

(Source : <https://slideplayer.fr/slide/1200609/>; publié par : Pascale Diot)

**c) La valorisation énergétique :**

La valorisation énergétique se fait via l'incinération des déchets, à l'aide de fours spécifiques. L'incinération des déchets permet de créer de la chaleur qui permet d'alimenter les systèmes d'électricité et de chauffage.

Il existe un nouveau système appelé : pyrolyse. Les déchets sont chauffés entre 400 à 600°C, les déchets sont alors soumis à une réaction thermique et se décomposent. Les déchets sont alors utilisés en tant que combustible liquide, solide ou gazeux.

**Tableau I.1:** Estimation de la valorisation énergétique de la méthanisation des déchets solides urbains de la Wilaya d'Alger

Valorisation énergétique	Equivalence énergétique (/m <sup>3</sup> biogaz)	Déchets (t/j)	Déchets(t/an) 81,7% mat fermentescible
(8) Biogaz (m <sup>3</sup> )	1	327 470,75	119 526 826,30
(8) Méthane (m <sup>3</sup> )	0,60	196 488,50	71 718 302,50
(9) chaleur (Kcal)	5550	1 801 089 125	657 397 544 650
(9) Electricité (kWh)	2,00	654 941,50	239 053652

**(Source : Conférence Internationale sur les Energies Renouvelables, ICRE'07 Université de Bejaia ; [Evaluation du gisement des déchets solides urbains d'Alger et proposition de leur valorisation énergétique par méthanisation] ; S. IGOUD, F. SOUABI et A. SEBTD)**

### **I.6.5 Les avantages de la valorisation des déchets :**

La valorisation des déchets énergétiques permet de récupérer de l'énergie et ainsi faire des économies de combustible (gaz, fioul, charbon). Cette valorisation diminue de 70% la masse des déchets.

La valorisation matière permet de faire des économies dans la production et l'achat de matières premières. Valoriser les déchets permet de rallonger l'utilisation des matières, ce principe est à la fois économique et écologique.

Aujourd'hui plus de 19 mégatonnes de matériaux qui sont recyclé et réutilisé. [39]

## **I.7 La valorisation des déchets pour la fabrication de brique :**

### **I.7.1 Les déchets d'olive :**

Les déchets d'olive peuvent être utilisés pour fabriquer des matériaux de construction efficaces, Des études examinant les effets de l'utilisation des déchets d'olive dans la fabrication de briques en terre cuite ont montré qu'ils pouvaient être des matériaux de construction efficaces.

Les déchets de l'industrie de l'huile d'olive comme la cendre de pierre d'olive, les pierres d'olive moulues et les boues provenant de l'extraction de l'huile de grignons peuvent être utilisés comme matières premières secondaires efficaces dans la fabrication de briques d'argile et de pâte de ciment.

L'extraction de l'huile de grignons et le processus de raffinage de l'huile créent des eaux usées sous forme de boues. Il est parfois utilisé comme engrais dans l'agriculture, mais le plus souvent, il est déversé dans des décharges ou des plans d'eau, ou incinéré - créant un impact environnemental négatif.

A étude de 2015 intitulé Réutilisation des déchets de l'industrie pétrolière en tant que matériau secondaire dans les briques d'argile par le Département de génie chimique, environnemental et des matériaux de l'Université de Jaén, en Espagne, a révélé que l'utilisation des boues résiduelles de l'extraction de l'huile de grignons dans la fabrication de briques d'argile avait une résistance à la compression similaire à celle des briques conventionnelles, mais leur conductivité thermique était meilleure.

L'étude a également révélé que les déchets d'huile industriels comme les boues, ainsi que la filtration usée et la terre de blanchiment (les deux sont utilisés pour raffiner les huiles) peuvent être utilisés efficacement comme substituts à l'argile de brique parce que leur composition chimique lui ressemble étroitement.

La même équipe de recherche a publié un article en 2016, qui a évalué l'utilisation de la cendre de pierre d'olive comme matière première secondaire pour les briques d'argile cuites. Il a révélé que l'ajout de 10 à 30% en poids (pourcentage en poids) de cendre de pierre d'olive à l'argile "effet prononcé sur l'évolution des propriétés physiques et mécaniques des briques résultantes cuites à 900 ° C. »Cependant, en ajoutant des proportions plus élevées "réduit la résistance à la compression et la densité apparente des briques »tout en augmentant leur porosité et leur taux d'absorption d'eau.

Les déchets de l'industrie de l'huile d'olive comme la cendre de pierre d'olive, les pierres d'olive moulues et les boues provenant de l'extraction de l'huile de grignons peuvent être utilisés comme matières premières secondaires efficaces dans la fabrication de briques d'argile et de pâte de ciment.

L'extraction de l'huile de grignons et le processus de raffinage de l'huile créent des eaux usées sous forme de boues. Il est parfois utilisé comme engrais dans l'agriculture, mais le plus souvent, il est déversé dans des décharges ou des plans d'eau, ou incinéré - créant un impact environnemental négatif.

A étude de 2015 intitulé Réutilisation des déchets de l'industrie pétrolière en tant que matériau secondaire dans les briques d'argile par le Département de génie chimique, environnemental et des matériaux de l'Université de Jaén, en Espagne, a révélé que l'utilisation des boues résiduelles de l'extraction de l'huile de grignons dans la fabrication de briques d'argile avait une résistance à la compression similaire à celle des briques conventionnelles, mais leur conductivité thermique était meilleure.

L'étude a également révélé que les déchets d'huile industriels comme les boues, ainsi que la filtration usée et la terre de blanchiment (les deux sont utilisés pour raffiner les huiles) peuvent être utilisés efficacement comme substituts à l'argile de brique parce que leur composition chimique lui ressemble étroitement.

La même équipe de recherche a publié un article en 2016, qui a évalué l'utilisation de la cendre de pierre d'olive comme matière première secondaire pour les briques d'argile cuites. Il a révélé que l'ajout de 10 à 30% en poids (pourcentage en poids) de cendre de pierre d'olive à l'argile "effet prononcé sur l'évolution des propriétés physiques et mécaniques des briques

résultantes cuites à 900 ° C. »Cependant, en ajoutant des proportions plus élevées "réduit la résistance à la compression et la densité apparente des briques »tout en augmentant leur porosité et leur taux d'absorption d'eau.

Une autre étude de 2016 a examiné les effets de l'ajout de noyaux d'olive broyés sur les propriétés physiques et mécaniques des briques d'argile.

Il a analysé les propriétés des briques faites avec de l'argile et des noyaux d'olive moulus et a constaté que l'ajout de ces dernières réduisait l'absorption d'eau, ce qui peut avoir un effet positif car il diminue le risque d'effritement tout en créant un bon effet de liaison.

Une autre étude de 2016 a examiné les effets de l'ajout de noyaux d'olive broyés sur les propriétés physiques et mécaniques des briques d'argile.

Il a analysé les propriétés des briques faites avec de l'argile et des noyaux d'olive moulus et a constaté que l'ajout de ces dernières réduisait l'absorption d'eau, ce qui peut avoir un effet positif car il diminue le risque d'effritement tout en créant un bon effet de liaison.

L'étude a également révélé que l'ajout de pierres d'olive broyées améliore la conductivité thermique des briques mais diminue leurs propriétés mécaniques par rapport aux briques d'argile pure. Les tests ont également montré que les valeurs globales de résistance à la compression dépassaient les exigences minimales fixées par la réglementation en vigueur.

L'étude a conclu que les briques d'argile fabriquées avec des pierres d'olive moulues "offrent d'excellents retours sur l'énergie utilisée pour la cuisson », et "sont recommandés comme l'un des ajouts alternatifs les plus rentables pouvant être utilisés dans la fabrication de briques en terre cuite. »

La réutilisation de ces déchets d'olives en tant que matières premières alternatives dans l'industrie de la construction réduit non seulement les déchets industriels mais peut également compenser le coût des matières premières. Dans le même temps, il s'agit d'une manière écologique et durable de recycler les déchets tout en économisant les ressources naturelles.

[50]



**Figure I.6.** Noyaux Olives

(Source: [https://www.espaceagro.com/energie-renouvelable/noyaux-olives-maroc\\_i121250.html](https://www.espaceagro.com/energie-renouvelable/noyaux-olives-maroc_i121250.html))

### **I.7.2 Les déchets du sable du désert :**

Des chercheurs algériens et malaisiens ont mis au point de nouvelles briques, peu onéreuses et écologique, Les équipes ont utilisé du sable et des matériaux locaux de récupération pour fabriquer ces briques.

Si ces matériaux s'avèrent conformes aux codes nationaux de construction, ils pourraient faciliter la résolution des problèmes de logement. Ils ajoutent que l'utilisation de matériaux de récupération plutôt que de l'argile ou du schiste argileux permet de conserver les ressources naturelles et de préserver la qualité des sols nécessaire pour le développement d'une agriculture durable.

Mohamed Heikal, professeur de chimie inorganique et des matériaux de construction à l'Université de Benha en Egypte, explique que les nouvelles briques peuvent être utilisées pour remplacer les briques classiques, d'autant plus qu'elles sont plus durables et plus résistantes au gel et au dégel. Leur niveau d'absorption d'eau est également faible.

Pour Elisa Adorni, chercheuse au département de génie civil, de génie environnemental et d'architecture à l'Université de Parme en Italie, "l'utilisation des matériaux de récupération pour la fabrication des briques et du béton est une méthode optimale permettant de résoudre le problème du stockage des déchets et de réduire les coûts de fabrication des matériaux de construction".

Il faut néanmoins tenir compte des réactions chimiques susceptibles de se produire lorsque les briques gonflent au contact de la moisissure, rappelle Adorni.

Dans un autre projet, des chercheurs algériens de l'université de Kasdi Merbah et de l'Ecole polytechnique d'Alger ont également conçu et fabriqué des prototypes de briques. Celles-ci sont Dans un autre projet, des chercheurs algériens de l'université de Kasdi Merbah et de l'Ecole polytechnique d'Alger ont également conçu et fabriqué des prototypes de briques.

Celles-ci sont faites à partir du sable du désert. Elles sont solides, assurent un bon transfert de la chaleur et une bonne isolation thermique et sonore.

Selon l'étude publiée en décembre 2012 dans le journal *Arabian Journal for Science and Engineering*, les briques peuvent être fabriquées à moindre coût dans le Sud de l'Algérie, où le sable du Sahara est abondant et disponible à un prix très faible. Les chercheurs ont réalisé 750 tests de laboratoire en vue de parfaire la brique.

Ali Zaidi, chercheur au département de génie civil à l'Université Laghouaten Algérie assure que "si la compression et la résistance thermique [de la brique] sont approuvées par les organismes algériens régissant les normes en matière construction, cette brique pourrait résoudre le problème des crises des matériaux de construction auxquels les entrepreneurs algériens font face."

Il explique qu'en Algérie, les briques sont souvent soumises à une tension due aux fortes chaleurs d'été et aux hivers froids, en plus de subir les tempêtes de sable. [55]



**Figure I.7.** La valorisation des déchets de sable

(Source : **Economie circulaire : la valorisation des déchets de sable** By Béatrice Torralba<sup>TM</sup> ; Publié le 1 octobre 2017).

### **I.7.3 Les déchets plastiques :**

Le néo-zélandais Peter Lewis s'est emparé du sujet et a développé sa propre machine, baptisée « Byfusion ».

L'objectif est de transformer en trois minutes n'importe quels déchets plastiques, qu'ils soient usés, sales ou fins, en brique de construction nommée « RePlast ». Les murs en déchets feront peut-être partie intégrante du paysage de demain.

Peter Lewis a décidé à collecter ces déchets et à les transformer en brique pour la construction de murs, garage, abris, ....



Après dix années de recherche, la machine Byfusion est née et recycle 100% des plastiques en les transformant en brique. Avec près de 300 millions de tonnes de plastiques produits chaque année dans le monde, la matière première ne manque pas !

Le plastique est d'abord récupéré auprès d'associations de collecte de déchets et de déchetteries.

Le procédé est très simple, rapide et peu onéreux. En trois minutes et demie, le plastique se retrouve haché, lavé, rincé, séché et compressé en brique de construction.

La machine, chargée de compresser le plastique, est capable de produire une brique de 10 kg toutes les 40 secondes, soit 150 parpaings à l'heure.

Elle permet aussi d'adapter la forme, la taille et la densité de la brique selon les besoins. Les briques sont très légères et très résistantes à la compression et à la cisaille. Elles sont à mémoire de forme et boitent facilement, ce qui les rend adaptables à toutes sortes de constructions. [37]



**Figure I.8.** Des déchets plastiques.

(Source : <https://www.geo.fr/> Par GEO - Publié le 07/08/2018)

#### **I.7.4 VERRE RECYCLÉ :**

Il s'agit de briques de verre fabriquées à partir de verre recyclé y compris les déchets de verre impossible à recycler. Cette technologie qui s'adresse plutôt à des promoteurs utilisant des matériaux recyclables dans leurs constructions, permet effectivement de fabriquer des briques, des pavés ; des tuiles et des languettes. Mais contrairement aux briques traditionnelles, en fonction des besoins, ces pavés peuvent être fabriqués « poreux ». Les briques poreuses capturent de l'eau de pluie sur les immeubles et parkings et cette eau peut être réutilisée. D'après le fabricant, ces briques peuvent être recyclées plusieurs fois, elles peuvent être fabriquées avec une plus grande précision que les briques traditionnelles, les coûts de production peuvent être contrôlés plus facilement. Il est même possible de fabriquer de les teinter avec précision.

Pour la fabrication de briques à partir de verre, tous les verres d'emballage peuvent être utilisés. Dans un premier temps, le verre est broyé finement afin d'obtenir un produit ressemblant à du sable. Le « sable » obtenu a une granulométrie inférieure à 2000 microns. Il est ensuite mélangé avec un liant non organique pour obtenir de la pâte « de verre ». La pâte est ensuite mise dans les moules presses et cuite à très basse température. Cette mode de cuisson ne consomme pratiquement pas d'énergie contrairement aux briques de terre cuite par exemple qui nécessite une température de cuisson de l'ordre de 1050°C. [45]



**Figure I.9.** Poudre de verre

(Source : <https://www.golden-trade.com/cnt/gt/brique-de-verre-3916-50267-cat.html>)

### **I.7.5 Des déchets de chantier :**

Au Pérou, la start-up CICLO fabrique des briques durables à partir des déchets de chantier. Outre la brique dite « King Kong » à 18 trous, CICLO planche sur des pavés de rue à base d'agrégats recyclés. Le principe est de récupérer les résidus de construction et de démolition – restes de briques, de graviers, de mortier –, d'isoler le bois, le fer, les matières plastiques ou organiques, et de transformer ces résidus en granulats recyclés et durables. Ajoutés à de l'eau et du ciment, ils deviennent des briques rectangulaires classiques qui peuvent être directement utilisées pour la construction, sans avoir besoin d'être préalablement cuites dans des fours, comme les briques traditionnelles.

Le projet séduit, car il intègre à la fois la collecte, la gestion et le traitement des résidus de construction et de démolition. Et il permet de réduire les volumes de déchets mis en décharge : un avantage considérable dans un pays qui compte de nombreuses décharges à ciel ouvert, comme celle de la plage de Carpayo, l'une des plus saturées d'Amérique latine. [46]



**Figure I.10.** Déchet de BTP

(Source : <https://www.lagazettedescommunes.com/572978/le-maitre-douvrage-est-lacteur-cle-pour-changer-les-pratiques-de-gestion-des-dechets-du-btp/>; PUBLIÉ LE 09/07/2018 Par ISABELLE VERBAERE • Club : Club Techni.Cités)

### **I.7.6 Le charbon de bois :**

Le charbon de bois est un matériau qui est totalement dépourvu de plasticité, c'est pourquoi l'addition d'un liant est indispensable pour l'agglomérer en briquettes. Le liant doit de préférence être combustible, quoiqu'un liant non combustible efficace à faible dose puisse également convenir. L'amidon a la préférence, mais il est en général coûteux. Une argile très plastique peut convenir, à condition de ne pas en mettre plus de 15% environ. Le brai et la poix provenant de la distillation de la houille ou des fours-cornues à charbon de bois ont été employés pour des briquettes à usages spéciaux, mais il faut les carboniser à nouveau avant de les brûler pour qu'elles aient une cohésion convenable. Elles sont de bonne qualité, mais coûteuses à produire.

La presse à briquettes doit être bien conçue, solidement construite, et capable d'agglomérer le mélange de charbon et de liant suffisamment pour pouvoir le manipuler lors du séchage. La production de briquettes doit justifier le prix d'achat et le coût de fonctionnement de la machine. Les presses à briquettes de charbon de bois sont généralement des machines de précision coûteuses, capables de hauts rendements. On a utilisé des presses à briques, mais il ne semble pas qu'il existe de machines réellement efficaces et peu coût eu ses pour cet usage. Le charbon de bois est très abrasif, de sorte que l'équipement utilisé pour tamiser le poussier, le broyer, le mélanger avec le liant, l'agglomérer en briquettes, etc. doit être bien conçu et résister à l'abrasion. [42].



**Figure I.11.** Du charbon de bois après avoir subi une pyrolyse : du carbone pur à 90%  
(Source : [https://www.simplyscience.ch/accueil.html/ comment-fabriquer-t-on-le-charbon-de-bois](https://www.simplyscience.ch/accueil.html/comment-fabriquer-le-charbon-de-bois) ; Publié le 06.11.2015)

- ✓ En tant que sujet de notre recherche Intéressé par la valorisation de vase résultant du processus de dragage des barrages, nous mentionnerons également les domaines pour sa réutilisation.

## **I.8 Valorisation des boues de dragage :**

Tout déchet devient moins contraignant s'il peut être réutilisé, et il l'est encore moins si cette réutilisation présente un avantage. Un déchet sans utilité doit être détruit ou entreposé dans de bonnes conditions. Ces opérations présentent des difficultés pratiques et sont coûteuses. Il est rare que la valorisation d'un déchet conduise à un gain réel, mais il y a gain relatif si les difficultés évoquées sont réduites et si les coûts sont diminués.

### **I.8.1 Le dragage et le génie civil :**

#### **I.8.1.1 Utilisation en remblai routier :**

Une chaussée routière est formée de plusieurs couches présentant chacune des propriétés particulières, et requiert des matériaux de qualités différentes. Pour certaines de ces couches, l'usage de déblais de dragage peut être envisagé après traitement.



**Figure I.12.** Utilisation des boues de dragage dans les remblais routiers

#### **I.8.1.2 Utilisation en remblai pour support de construction :**

En dehors des voies routières, les déblais de dragage peuvent être utilisés comme remblai dans le cadre de support de construction (terre-plein, plateforme, quai, murs de soutènement, comblement de bassin portuaire...)

#### **I.8.1.3 Utilisation dans la fabrication de matériau :**

##### ➤ **Fabrication de briques :**

La partie fine des déblais de dragage peut se substituer en partie à l'argile naturelle des briques. Pour cela un traitement au préalable est nécessaire



**Figure I.13.** Utilisation des boues de dragage dans la brique.

##### ➤ **Fabrication du béton :**

###### ○ **Ciment :**

En cimenterie, les déblais de dragage pourraient substituer une partie de l'argile entrant dans la fabrication du ciment qui est composé de deux matières premières :

- Le calcaire (80%).
- L'argile (20%).
  - **Sable :**

Les sédiments de dragage peuvent remplacer une partie du sable. [17 ; 16]

### ***1.9 Conclusion :***

En conclusion nous pouvons déduire d'après la synthèse bibliographique que nous avons utilisé dans ce premier chapitre que la valorisation des matières recyclables pour crée des nouvelles matières est donc un alternative pour

Ça signifier qu'elle une source qui contribue au développement des nombreux enjeux environnementaux et économiques.

- Au niveau environnemental : le traitement des déchets réduire les quantités des déchets et les émissions de CO2.
- Au niveau économique : les avantages de valoriser les déchets permettent alors de multiples bénéfiques économiques.

Finalement, et après avoir donné un aperçu sur la valorisation des déchets nous allons traiter dans le prochain chapitre des généralités sur la vase obtenue par l'opération de dragage des barrages.

***CHAPITRE II :***  
***GENERALITES SUR***  
***LA VASE DE***  
***DRAGAGE***

## **II.1 Introduction :**

Il y a des déchets aux quels l'état n'accorde pas beaucoup d'importance mais cela conduit à des résultats dangereux et peut affecter un certain nombre d'éléments.

Parmi ces déchets nous citons la vase résultante de l'opération de dragage des barrages qui provoque des grands problèmes qui affecte le contenu et le parcours de barrage, donc il faut valoriser cette matière pour les fabrications des autres matériaux qui sont fiables dans plusieurs industries.

En géotechnique environnementale, la valorisation des sédiments de dragage et leur utilisation dans la réalisation de certains ouvrages de travaux publics est une voie de plus en plus prospectée par les chercheurs ces dernières années. En Algérie, le phénomène de l'envasement touche l'ensemble des barrages où plus de 32.106 m<sup>3</sup> de sédiments se déposent chaque année au fond de ces retenues. Il a été alors plus judicieux de mener une réflexion pour une utilisation rationnelle de ces sédiments de dragage. [34].

Dans ce chapitre, nous nous occuperons de vase résultante du processus de dragage de barrages de BouHanifia, et nous apprends comment l'obtenir.

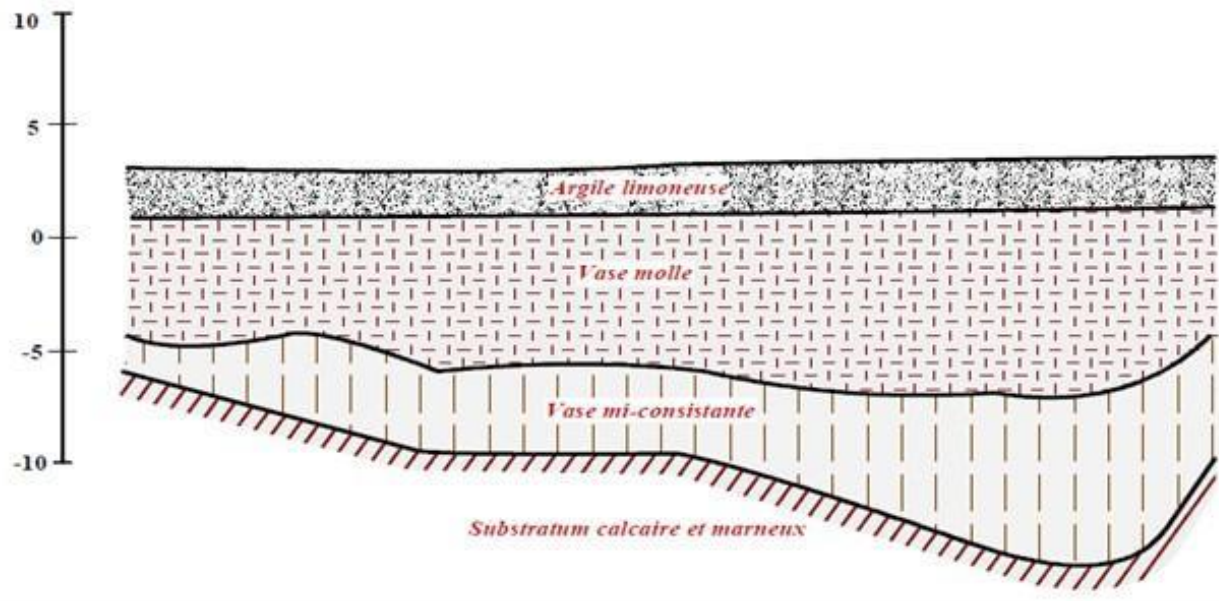
## **II.2 Définition de la vase :**

### **II.2.1 Qu'est-ce qu'une vase ?**

Le nom de vase (mot emprunté au Néerlandais) est la désignation d'une large famille de sédiments fins, argileux, plus ou moins organiques, pouvant atteindre des teneurs en eau importantes. Elles contiennent une phase minérale dont la granulométrie s'étend des sables, aux argiles et aux colloïdes, une phase organique et une phase liquide. La vase peut se présenter aussi bien à l'état de suspension (crème de vase) que de sol cohérent (sédiment cohésif) présentant alors un caractère plastique, compressible et thixotropique. Elle contient souvent l'habitat d'une faune riche et diversifiée (vers, mollusques, bactéries). [36 ; 7]

Les vases sont des sols contenant plus de 90% de particules inférieures à 0,2mm, dont la matière organique M.O est comprise entre 2 et 10%. Elles sont composées de sable, limon, argile et de colloïdes organiques. Elles sont en particulier très abondantes dans les estuaires. Elles sont fréquemment thixotropes La Figure (II -1) donne un exemple de passage de remblai de l'autoroute A10 sur une épaisseur importante de la vase. [36 ; 3]





**Figure II.1.** Traversée de la vallée de la Charente par l'autoroute A10  
(Source : (Scetauroute, 1986) cite par Cours Cnam.)

### II.2.2 La définition proposée par Mignote :

«Les vases sont des sédiments complexes qui couvrent une gamme étendue de particules inférieures à 40 microns mais peuvent contenir une quantité notable d'éléments sableux» : voir tableau (II -1). Les différentes classes de sédiments interviennent rarement seules. On définit alors différents faciès lithologiques qui varient encore avec les auteurs et les pays. [8]

**Tableau II.1.** Les plus simples définitions des faciès

Dénomination	Caractéristique
Sable	Plus de 80 %s d'éléments supérieurs à 50 µm
Sable vaseux	De 20 à 80 % d'éléments supérieurs à 50µm
Vase	Plus de 80 % d'éléments inférieurs à 50 µm

(Source : D'après Allen (cite par Boutin, 2000)

## II.3 Composition des vases :

### II.3.1 Structure physico-chimique des vases :

Les sédiments se composent d'une fraction solide et d'une fraction liquide (eau) qui est intimement liées les unes aux autres. Les proportions respectives de chacune de ces fractions

sont variables d'un milieu à un autre mais demeurent dans une fourchette, qui par expérience, peut être estimée si l'on considère des matériaux de type vases. [36 ; 7]

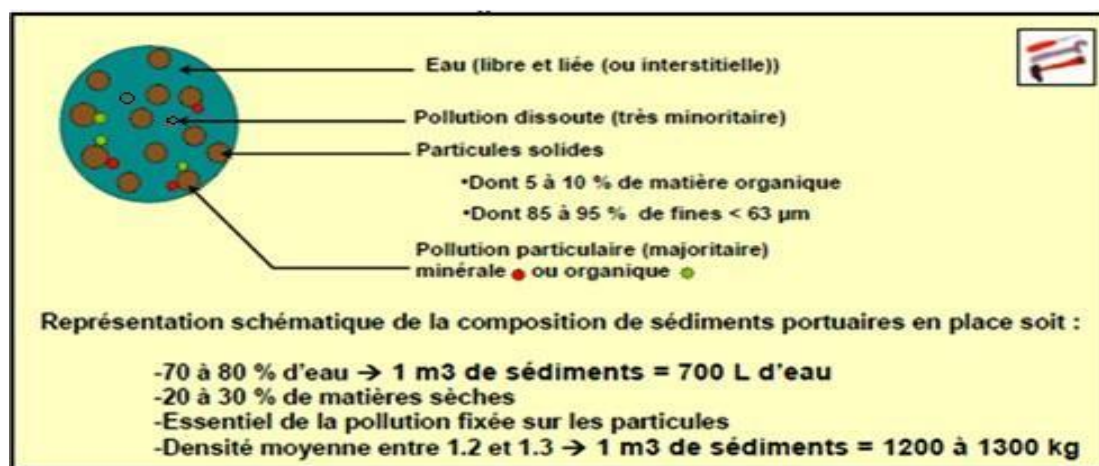
IL y a quatre éléments principaux constitués Les vases :

1. La matrice minérale (quartz, feldspaths ou carbonates).
2. La fraction argileuse (kaolinite, illite ou smectite).
3. la fraction organique (débris végétaux, micro-organismes, acide fulvique et humiques).
4. Une certaine quantité d'eau, présente sous différentes formes.

La distribution granulométrique d'un sédiment constitue son empreinte physique, elle caractérise la taille des particules, constituant la phase solide du matériau. Pour l'obtenir, il est procédé à un tamisage mécanique. En dessous d'une taille de 20  $\mu\text{m}$ , il est nécessaire de recourir à des mesures au laser, qui utilisent le principe de la diffraction de la lumière cohérente sur un écoulement d'une suspension très diluée de fines.

Il est communément considéré que les «Vases» correspondent à la fraction inférieure à 63  $\mu\text{m}$ . Le schéma ci-dessous retrace les grands ensembles de la composition des sédiments portuaires vis-à-vis notamment de leur siccité ou de leur granulométrie.

Figure (II.2). [36 ; 29]



**Figure II.2.** Schéma de la composition simplifiée des sédiments portuaires (Source : [N.PROULHAC, KER LANN 2006])

#### **II.4 Description du site du barrage de BouHanifia :**

En plus d'une idée générale à son sujet et de ses caractéristiques les plus importantes.

Le barrage de BouHanifia est situé à 4 Km au nord de la ville de BouHanifia sur l'oued El Hammam dans la Wilaya de Mascara, il fait également parti du triplex formé par trois barrages en cascade (Ouzert-Bouhnifia-Fergoug).

Il est destiné à :

- L'alimentation en eau potable des couloirs BouHanifia-Hacine ; BouHanifia-Mascara, Tizé ; BouHanifia-Sfisef, Graia et la ville de BouHanifia
- Le transfert des eaux vers le barrage de Fergoug pour l'alimentation en eau potable des localités de Mohamadia et Sig.
- Le transfert des eaux vers le barrage de Fergoug pour l'irrigation de la plaine de Hacine et Habra 5500 ha. [6].



**Figure II.3.** Le barrage de BouHanifia.

(Source : <https://www.facebook.com/anbt.cc/posts/806296253073969>; ANBT)

Bien que le Génie militaire, aux environs de 1860 eut commencé de créer des piscines qui servirent aux besoins des malades de l'Armée, ce n'est que beaucoup plus tard, en 1913 lorsque l'agglomération ébauchée passa de l'Administration militaire des Bureaux arabes à celle des communes mixtes que BouHanifia commença à s'organiser.

En 1920, le centre industriel était créé. Une école, une mairie, un bureau de poste étaient construits. Ce dernier fut plus tard remplacé par un immeuble moderne dû à l'Administration des P.T.T.

Pendant la période suivante, la localité était électrifiée, et une église et de nombreux hôtels-restaurants s'édifiaient. De l'humble village amorphe, cet événement allait faire un grand centre thermal et même la capitale du thermalisme algérien.

Les vertus curatives des eaux ont attiré plus de 52 000 curistes, ce chiffre à peine croyable, explique la présence des 18 hôtels plus ou moins importants qui vivent de l'exploitation des eaux. L'attrait de l'équipement perfectionné des Thermes et du Grand Hôtel attenant décide beaucoup de malades (et de simples touristes) à entreprendre le voyage, lesquels eussent hésité à se rendre dans ce désert avant sa création.

Le barrage d'une retenue de 70 millions de m<sup>3</sup> dont la construction qui a commencé en 1930 pour s'achever en 1940 doit son nom au village de *BouHanifia* situé à 4,5 kilomètres au N-NE. Mise en œuvre par la Société *Léon Chagnaud* d'Alger et *Soletanche* Paris sous la direction de MM. Vergniaud, Drouhin et Arages.

Il remplace celui de l'Oued Fergoug, situé à 20 km en aval, lequel a été détruit en 1927 lors de la crue évaluée à plus de 5000 mètres cubes par seconde.

C'est un barrage d'enrochements arrimés, dont les travaux ont atteint 460 m de longueur totale en crête s'élevant à 56 m au-dessus du thalweg, sa largeur au sommet de 5 m et elle atteint 125 est m à la base. Le volume total des enrochements est de 700.000 m<sup>3</sup>, une maçonnerie cyclopéenne en pierres sèches dont les éléments pèsent de 2 à 10 tonnes, certains blocs atteignant même les 15 tonnes. Une ampleur considérable due, pour une grand part aux difficultés du terrain, il forme une boucle de l'oued, un lac de 520 hectares d'une capacité de 70 millions de mètres cubes avec un débit prudemment fixée à 6 000 mètres cubes seconde pour une surface irrigable de plus de 12 000 hectares. [51]

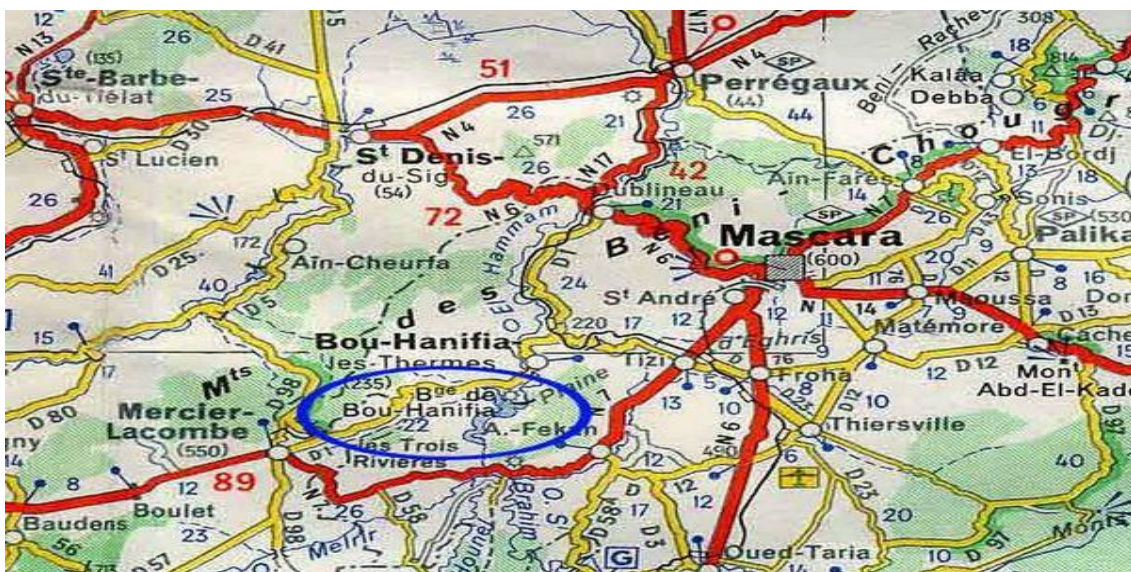
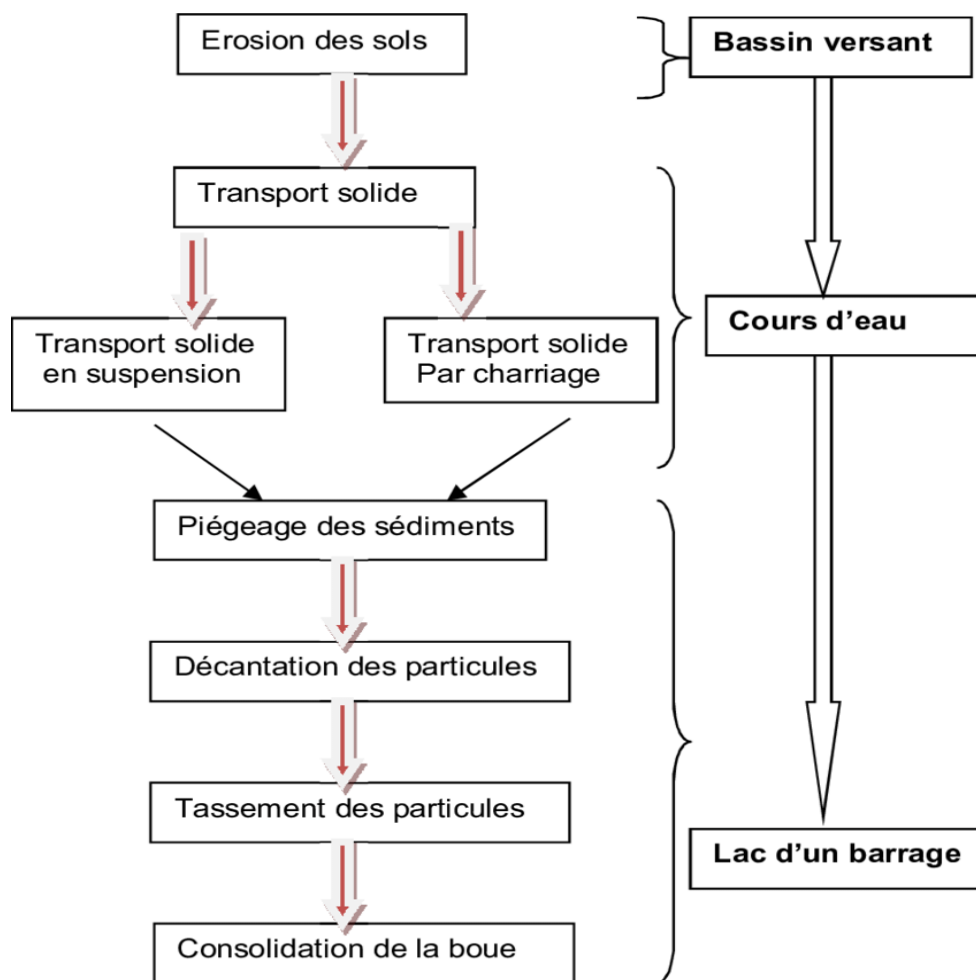


Figure II.4. Localisation de barrage

## II.5 L'envasement de barrage de BouHanifia :

### II.5.1 Définition du phénomène :

Dépôt de fins sédiments, constitués de particules de roches et de limon ou d'argile. L'envasement est une forme de sédimentation avec de la vase. Les cours d'eau transportent quelques millions de mètres cubes de sédiments chaque année. Leur dépôt provoque l'envasement de ces cours d'eau, des canaux, et des plans d'eau. Ce phénomène tout à fait naturel est accentué par une topographie plane, de faibles débits, les processus d'érosion, ainsi que par les rejets industriels et urbains. [33 ; 11]



**Figure II.5.** Processus d'envasement d'un barrage Réservoir  
(Source : Remini, 1990).

## II.5.2 Conséquences de l'envasement sur la retenue d'un Barrage:

### 1. Sur les volumes régularisés et les performances de barrage :

L'envasement de la retenue d'un barrage affecte sa capacité de stockage et par suite réduit son volume utile disponible, ce qui se traduit par une diminution des niveaux des services rendus par la retenue. Cette diminution du service rendu se manifeste soit par une diminution des volumes fournis, soit par une diminution de leur garantie ou parfois une conjugaison des deux.

L'impact de la diminution annuelle du volume régularisé, faible au début de la mise en service d'un ouvrage, devient de plus en plus important au fur et à mesure de l'augmentation des besoins en eau à satisfaire à partir du barrage.

### 2. Sur la capacité de laminage des crues :

Du fait de l'envasement de la retenue d'un barrage, le volume de la tranche réservée au laminage des crues subit une réduction progressive. Cette réduction se traduit par une augmentation du risque de déversement ce qui constitue une menace pour la sécurité de l'ouvrage et les zones inondables à l'aval et se traduit par des pertes d'eau pour l'alimentation en eau potable, l'irrigation et la production énergétique.

### 3. La sécurité des barrages :

L'envasement des retenues affecte la sécurité des barrages par :

- La mise en danger de la stabilité de l'ouvrage du fait de l'augmentation de la poussée hydrostatique causée par le remplacement progressif des volumes par les sédiments et l'accroissement de la densité des eaux stockées du fait de la suspension.
- L'opposition à l'ouverture de des vannes en cas de nécessité de diminution du plan d'eau dans la retenue dans certaines situations d'urgence.
- L'altération des caractéristiques de résistance des ouvrages due aux réactions chimiques au sein des dépôts et particulièrement celles liées au cycle du soufre et aux caractéristiques d'agressivité de l'eau,
- La gêne de l'auscultation de l'ouvrage. En effet, les sédiments déposés peuvent empêcher la mise en œuvre de moyens d'inspection subaquatiques et contrarient également les inspections visuelles après vidange en masquant le parement amont et en y interdisant l'accès depuis la cuvette.

### 4. Sur les ouvrages annexes des barrages :

Les dimensions des matériaux qui sont transportés par la rivière dans la retenue et dont une partie vient en contact avec les organes de restitution constituent un danger permanent pour la sécurité du barrage. Ces dangers sont de deux types en fonction de la taille des sédiments transportés.

Le premier danger, dû essentiellement aux matériaux fins, provient de l'effet statique de ces matériaux qui en s'accumulant devant l'entonnement des prises d'eau et de vidanges de fond parfois même les évacuateurs de crues (situés dans la partie basse du barrage) risquent de créer un bouchon de vase qui devient problématique avec sa consolidation. Le risque est de se priver des services de l'organe en question, surtout quand c'est le seul moyen disponible d'abaisser le plan d'eau en cas de nécessité.

Le second danger est dû aux matériaux grossiers qui peuvent :

- Arracher les blindages aménagés dans les conduites aux endroits où l'eau circule à grande vitesse ;
- Endommager l'étanchéité des vannes ;
- Endommager les vannes elles-mêmes ;
- S'opposer à la fermeture des vannes par conséquent le risque de perte de volumes d'eau importants.

L'envasement accélère donc le vieillissement des ouvrages hydrauliques et rend plus délicat et plus coûteux leur entretien et leur maintenance.

### **5. Sur les infrastructures aval :**

Les problèmes posés par les sédiments ne se limitent pas au niveau du barrage mais ils s'étendent bien en aval. Ainsi, les sédiments en suspension dans l'eau distribuée par des canaux à partir des barrages se déposent dans ces ouvrages et favorisent le développement de plantes aquatiques. Ceci réduit la débectance de ces canaux et rend difficile leur exploitation et augmente considérablement les tours d'irrigation et la probabilité de déversement.

Le chômage de ces canaux, pour entretien et curage perturbe de manière sérieuse le bon fonctionnement de ces ouvrages particulièrement quand le canal est également utilisé pour l'alimentation en eau potable.

La garantie de la pérennité de l'alimentation en eau potable pendant le chômage des canaux est parmi les raisons qui ont rendu nécessaire le recours à des solutions alternatives de sécurité :

## 6. Sur la qualité de l'eau :

Un des plus importants effets de l'érosion sur la qualité des eaux des retenues de barrages est la dégradation très sérieuse de cette qualité due au phénomène d'eutrophisation. Ce phénomène est lié à un aspect particulier du transport solide dans les bassins versant, à savoir, sa charge en phosphore, en manganèse et en azote et à l'effet des sédiments sur la modification du chimisme de l'eau et la stratification thermique de la retenue.

La nature des formations lithologiques du bassin versant contrôlé par le barrage est le facteur déterminant dans ce processus ; l'eutrophisation d'une retenue peut provenir de l'érosion des sols non couverts par une végétation.

Un autre effet, non moins important de l'érosion sur la qualité de l'eau, est la difficulté d'éliminer les quantités importantes de matières en suspension au niveau des oueds où existent des prises d'alimentation en eau potable au fil de l'eau.

La garantie de la continuité de l'approvisionnement a exigé dans certains cas la mise en place d'équipement de débouage, garantissant le fonctionnement des stations de traitement même en cas de forte turbidité des eaux. [1]

### II.5.3 L'envasement de Barrage de BouHanifia:

C'est dans le but de réduire la vitesse de comblement et ainsi prolonger la durée de vie du barrage de Fergoug que le barrage de BouHanifia a été réalisé à l'amont. Malheureusement ce barrage s'est retrouvé face à une sédimentation accélérée qui a réduit sa capacité de 73 à 47.106 m<sup>3</sup> durant la période 1940 - 1986, soit une vitesse moyenne de sédimentation égale à 0,56.106 m<sup>3</sup> /an. Le dépôt des sédiments à estimer de 31.106 m<sup>3</sup> en 1995, soit un volume d'eau restant de 42.106 m<sup>3</sup> et un taux d'envasement de 42 %. [33 ; 11]

## II.6 Le dragage de barrage :

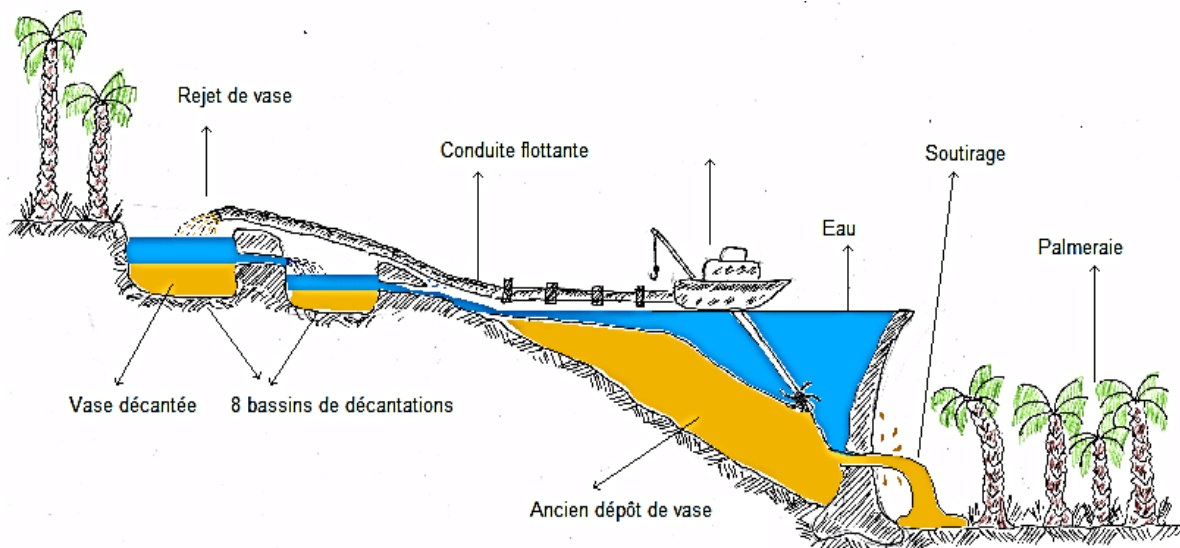
### II.6.1 Définition de l'opération :

On appelle dragage l'opération qui consiste à extraire les matériaux situés sur le fond d'un plan d'eau. L'objectif peut être de réaliser des travaux de génie portuaire (creusement de bassins ou de chenaux), d'entretenir les chenaux fluviaux ou maritimes empruntés par les navires lorsqu'ils ont été comblés par les sédiments, d'effectuer des opérations de remblaiement pour reconstituer les plages ou gagner des terres sur la mer ou d'extraire des granulats marins pour répondre aux besoins du secteur de la construction.



Les travaux de dragage sont réalisés par des navires et engins spécialisés dont les caractéristiques dépendent de la nature des travaux et de l'environnement dans lequel ils doivent être effectués : dragues hydrauliques ou dragues mécaniques, navires capables de manœuvrer ou simples pontons. Les matériaux extraits sont stockés à bord pour être transportés plus loin, placés dans des barges attenantes ou évacués par des canalisations. Selon ses caractéristiques la drague effectue son travail en étant statique ou en mouvement.

Les produits du dragage sont le plus souvent soit stockés à terre sur des terrains aménagés soit rejetés en mer (clapage), généralement à l'intérieur de périmètres définis. Les sédiments, lorsqu'ils sont extraits de zones concentrant des activités industrielles ou portuaires, peuvent être fortement pollués notamment par les métaux lourds. Pour ces raisons, ainsi que pour contrôler l'incidence du dragage sur l'environnement au sens large, l'activité de dragage est généralement contrôlée. [43]



**Figure II.6.** Schéma synoptique d'une opération de dragage dans un barrage  
(Source : Remini et al.2016)

### II.6.2 Le dragage de BouHanifia :

Lancés le 15 décembre 2011, les travaux de dés envasement du barrage de BouHanifia à Mascara accusent un retard considérable. Confiés à une entreprise algéro-libanaise, Hydro dragage SPA, pour un budget de plus de 121 milliards de centimes, les travaux devaient être achevés au mois de juillet 2015. Le délai de réalisation a été prolongé de 41 à 56 mois et la date d'achèvement contractuelle a été fixée au mois de mars 2017.

Le taux d'avancement physique des travaux a atteint, selon la direction de l'hydraulique de Mascara, 77,25% et 85%, selon l'Agence nationale des barrages et transferts (ANBT).

Le 8 octobre 2014, l'ex-ministre des Ressources en eaux, Hocine Necib, et les responsables de l'entreprise se sont mis d'accord pour la livraison du projet au mois de septembre 2015. «Pas un jour de retard», avait déclaré M. Necib. Jeudi 28 juillet 2016, l'actuel ministre des Ressources en eau, Abdelkader Ouali, lors de sa visite au barrage de BouHanifia, qui a reçu les mêmes explications et autres motifs du retard accusé, a appelé l'entreprise au respect du délai prorogé. Les travaux de dés envasement du barrage de BouHanifia consistent à extraire de la retenue du barrage une quantité de six millions de mètres cubes de vase, et ce, afin d'augmenter la capacité de stockage du barrage, réduite de 40 à 34 millions de mètres cubes par l'accumulation de la vase et approvisionner les populations en eau potable et l'irrigation du périmètre de Hābra.

Selon l'ANBT, l'entreprise Hydro dragage a extrait un taux de 77% de vase de ce barrage réalisé en 1929 et mis en eau en 1940. [58]

### ***II.7 Conclusion :***

La vase est considéré comme un déchet qui doit être traité et valoriser pour la fabrication des autres matériaux, le chapitre suivant est consacré à valoriser cette matière pour la fabrication de la brique.

***CHAPITRE III :***

***LA CONCEPTION***

***DE BRIQUE A BASE***

***DE VASE DE***

***DRAGAGE***

### **III.1 Introduction :**

Les matériaux de génie civil sont des solides utilisés non seulement pour construire des maisons, des ouvrages, ou encore aménager son environnement (équipement collectif, routes, ponts, aménagements urbains).

Bien qu'un grand nombre de matériaux soit connu depuis fort longtemps, leur étude a débuté très tard, car l'homme a disposé rapidement d'une grande variété de substances pour tous ses besoins courants, sans avoir à entreprendre de recherches approfondies. Ainsi il n'a utilisé, au début, que la pierre, l'argile, la chaux, le plâtre et les matériaux biologiques naturels : bois, laine, fourrures, cuir, lin, etc.

L'un des grands tournants a sans doute été le moment où l'homme s'est rendu compte qu'il pouvait modifier la nature même des matériaux : par exemple, changer l'argile malléable en une pierre dure, par une cuisson à haute température.

Les propriétés (physiques, mécaniques, hydriques,...) et le comportement d'un matériau dépendent à la fois de l'arrangement des atomes qui les constituent, des imperfections qu'on y rencontre et des forces interatomiques. Toutes les propriétés macroscopiques peuvent être interprétées à partir des arrangements atomiques et des structures moléculaires caractérisées par leur type de liaison.

L'ingénieur qui est chargé de concevoir, construire et maintenir un ouvrage doit savoir parfaitement les différentes propriétés des matériaux qui sont à sa disposition. Ceci lui permet de faire son choix pour obtenir des constructions rigides, efficaces, économiques et durables.

L'apport expérimental est fondamental pour définir les propriétés au moyen d'essais. Il est nécessaire pour vérifier des hypothèses de calcul par des essais sur maquettes, éprouvettes, etc.

Traditionnellement, les matériaux ont été classés en métaux, céramiques, verres, textiles, polymères et matériaux composites, compte tenu à la fois de certaines propriétés caractéristiques, des méthodes d'obtention et de leur destination industrielle. Chacune de ces grandes divisions avait sa propre nomenclature, sa méthodologie, ses normes, de sorte que les comparaisons entre les divers matériaux étaient souvent difficiles. La science des matériaux, toute récente, vient unifier les propriétés de tous les matériaux.

Mais dans la construction, il est devenu courant de distinguer les matériaux selon des domaines d'emploi et des caractéristiques principales. On peut parler des matériaux de Construction, de protection, de décoration, de réparation,... [57]

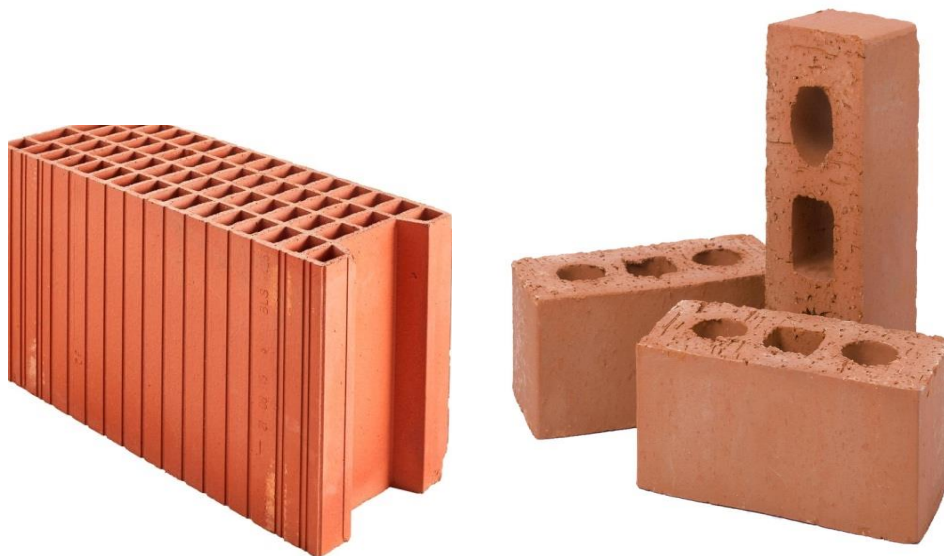
Ce chapitre est consacré aux :

- Partie1 : généralités sur la brique : types, classe, méthode de fabrication...
- Partrie2 : partie expérimentale qui regroupe tous les travaux faites au niveau de laboratoire.

### *Partie-1*

#### **III.2 Définitions :**

Une brique est un élément de construction généralement enforme de parallélépipède rectangle constitué de terre argileuse crue, séchée au soleil brique crue ou cuite au four, employée principalement dans la construction de murs. La brique est un terme qui se réfère à une petite unité utilisée comme matériau de construction. Ceux-ci sont souvent faits avec de l'argile cuite et sont fixés par endroits avec du mortier, qui est un mélange d'eau, de ciment et de sable. Cela agit comme un agent de liaison pour atteindre une durabilité maximale. Les propriétés des briques sont qu'elles retiennent la chaleur ; ils luttent contre la corrosion et résistent aussi au feu. Les briques sont le meilleur matériau possible pour les structures dans les espaces confinés, les bâtiments, ainsi que les conceptions courbes, avec très peu d'entretien, et qui dure généralement longtemps. Étant de 4 pouces de large et 8 pouces de long, les briques sont faites deux fois plus longtemps que la largeur. Comme il s'agit de petites unités, il n'y a vraiment pas beaucoup de limitations ; vous pouvez facilement construire un tableau de structures en utilisant des briques. [43]



**Figure III.1.** Briques

(Source : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Brique\\_\(mat%C3%A9riau\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Brique_(mat%C3%A9riau)))

### ***III.3 la brique, quelle matière première ?***

La brique de terre cuite est fabriquée à partir d'argile, matière première issue de la terre. Utilisée depuis plusieurs millénaires pour ses qualités, l'argile est un produit naturel.

- La terre cuite est issu d'un produit naturel, l'argile ;
- Elle est naturellement isolante ;
- Elle assure une climatisation naturelle réversible ;
- Elle empêche le développement de moisissures responsables de nombreuses allergies respiratoires ;
- Elle émet peu de Composés Organiques Volatils (COV) nocifs pour la santé ;
- Elle est incombustible ;
- Elle est résistante aux charges lourdes et aux chocs.

La pâte qui sert à la fabrication des briques est obtenue par broyage, malaxage de la terre et adjonction d'eau au mélange. Cette pâte modelable est ensuite extrudée et coupée pour former des briques. Après séchage et cuisson, le processus aura donné naissance à un matériau de construction parfaitement en cohérence avec la nature et l'homme. [53]

### **III.4 Les différents procédés de fabrication des briques d'argile :**

La plupart d'entre nous ont vu l'apparition de briques. Ceux-ci sont de forme rectangulaire et sont des unités de maçonnerie solides lorsqu'ils sont dans leurs états plastiques. Ceux-ci sont ensuite traités dans un four à des températures extrêmement élevées pour les durcir. Les briques habituellement trouvées dans le travail général, qui n'a aucun trait significatif dans leur aspect, sont les briques brûlées communes d'argile brûlée. Ces briques ne peuvent pas être utilisées seules pour construire des murs, car elles nécessiteront un plâtrage et un rendu. La raison pour laquelle les briques cuites sont si dures et durables, c'est qu'elles sont cuites dans un four jusqu'à ce qu'elles atteignent cet état. Nous ne pouvons pas spécifier un seul procédé dans lequel les briques sont fabriquées puisque, dans les temps modernes, trois procédés sont principalement utilisés : presse sèche, boue extrudée ou boue molle.

### III.4.1 Processus de boue molle :

Tout d'abord, l'argile relativement humide est prise, qui a environ 30 eaux dans son poids. Il est ensuite placé dans un moule, soit à la main ou avec une machine à mouler et est pressé dans les moules. La principale préoccupation ici est d'empêcher l'argile de coller aux moules, les moules peuvent être trempés dans l'eau immédiatement avant d'être remplis produisant des briques avec une surface relativement lisse et dense qui sont connus sous le nom de briques frappées par l'eau. Vous pouvez utiliser ce même procédé pour créer des briques moulées au sable ou recouvertes de sable en époussetant le moule humide avec du sable juste avant de former la brique. Ces briques ont une surface texturée et emmêlée.



Figure III.2. Briqueterie

### III.4.2 Procédé de presse sèche :

Le processus de presse sèche est le processus le plus couramment utilisé lors de la fabrication de briques réfractaires. Contrairement au processus de boue molle, l'argile dans ce a une teneur en eau minimale, qui est d'environ 10 du poids total seulement. L'argile est placée dans les moules et la presse hydraulique est utilisée pour donner des conditions de pression extrêmement élevée pour les briques. Après avoir été exposés à une pression élevée, les briques sont ensuite séchées et cuites. Alors qu'ils sont encore humides, vous pouvez les graver avec différents dessins, rainures, rainures fonctionnelles ou différents types de textures. [49]

### III.5 Les étapes de fabrication de brique :

La première chose qui se fait lors de la fabrication de briques d'argile est essentiellement écraser et broyer toutes les matières premières dans un broyeur de mâchoires et un séparateur. Ceci est fait pour s'assurer que tous les minéraux sont mélangés uniformément. Ces ingrédients comprennent des matériaux comme l'argile et la couleur de l'argile, il peut aller de l'oxyde de brique brune, oxyde de brique noire ou même de l'oxyde de brique grise. Ensuite, le mélange d'ingrédients désiré pour chaque lot particulier est filtré et sélectionné avant d'être envoyé à l'un des trois processus de mise en forme de briques qui sont : extrusion, moulage ou pressage.

L'extrusion, de ces trois est le plus commun et s'avère également être le processus le plus acceptable. Maintenant que les briques sont enfin formées et ont subi toutes les procédures suivantes, ils doivent ensuite être séchés afin qu'ils soient exempts de toute humidité supplémentaire. Ceci est très important car ils sont ensuite séchés pour éliminer tout excès d'humidité qui pourrait entraîner la fissuration pendant le processus de cuisson. Une fois cela fait, ils sont emmenés aux fours prêts à être cuits, après quoi ils sont refroidis. Enfin, ils sont dé-hackés, automatiquement empilés, bandes d'acier sont utilisés pour les envelopper, et les protecteurs d'angle en plastique sont utilisés pour rembourrage

#### III.5.1 L'EXTRACTION DE L'ARGILE :

L'argile est la matière première de base pour la fabrication de briques. Cette argile doit être ni trop maigre ni trop grasse. Elle doit sécher facilement avec un retrait limité et doit aboutir à une cuisson sans problèmes. La MPC extrait l'argile brute à ses propres carrières situées dans un rayon de moins de 3 km à proximité de l'usine. Dans nos gisements, l'extraction se fait au moyen de bulldozer et de poclairin. L'argile est par la suite acheminée par camions jusqu'à l'usine.



**Figure III.3.** Procédure d'extraction d'argile



### III.5.2 Préparation de l'argile :

La préparation comprend deux opérations principales : le broyage et le malaxage d'une part, le dosage et le mélange des matières premières d'autre part. Le but est d'obtenir une masse argileuse bien homogène et plastique qui sera facilement transformée en produit fini.

#### III.5.2.1 Broyage et malaxage :

Ces opérations ont pour but de rendre la masse d'argile homogène et de lui conférer la plasticité nécessaire au moulage des briques. Cette opération a également pour but de réduire les inclusions solides éventuellement présentes dans l'argile (ex : nodules de pyrite et inclusions de chaux) pouvant influencer négativement la structure du produit en terre cuite. Cette étape très importante s'effectue dans des broyeurs mécaniques à meules verticales ou à cylindres horizontaux, il s'agit d'un appareil en forme de cuve dans lequel tournent deux meules qui pressent l'argile au travers d'un fond perforé formant tamis. Dans le broyeur horizontal, l'argile est laminée entre deux cylindres. Si l'on utilise du schiste - qui n'est rien d'autre qu'une argile pétrifiée - comme adjuvant, il faut le concasser et le moulin par étapes successives en une fine poudre qui sera gâchée à l'eau pour obtenir une pâte (argileuse) présentant la plasticité souhaitée. Enfin, 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 est stockée quelque temps dans un lieu humide et sombre propice au développement de ces bactéries. Dosage et mélange : Aujourd'hui, on ne fabrique plus les briques uniquement à partir des argiles locales, comme c'était le cas auparavant. Pour obtenir une qualité optimale de la matière première, divers types d'argile sont mélangés, toujours sous un contrôle permanent. On peut ainsi garantir la qualité constante des produits en terre cuite. Les adjuvants peuvent influencer les propriétés des produits finis. Ainsi, l'ajout de pigments peut en modifier la couleur ; l'ajout de sciure de bois a une influence sur la porosité, ... La préparation de la matière première s'accompagne également d'ajout d'eau ou de vapeur. L'ajout d'eau permet de garantir une mise en forme facile de l'argile, tandis que la vapeur augmente la plasticité de l'argile. Les machines à doser sont constituées de réservoirs contenant les différentes matières premières dont des «nourrices» alimentent régulièrement, et dans les proportions requises, un ou plusieurs mélangeurs.



**Figure III.4.** Le broyage et malaxage d'argile dans la briqueterie

### III.5.3 Façonnage :

On distingue divers types de briques, en fonction de la manière dont elles sont mises en forme :

- ✓ Briques moulées main :

La méthode de moulage la plus ancienne est le façonnage à la main des briques. Le mouleur prend une certaine quantité d'argile, la jette dans un moule en bois préalablement sablé pour éviter que la pâte n'adhère aux parois, presse convenablement la terre pour remplir le moule, arase l'excédent et retourne l'appareil pour démouler la brique crue ou «verte» (brique non cuite). Pour faciliter cette opération, l'argile doit être relativement ductile (et humide par conséquent), évitant ainsi au mouleur de devoir exercer un effort trop important. Ceci a pour conséquence que la brique «moulée main» présente une surface irrégulière, caractérisée par des plissures. Dans l'industrie briqueterie moderne, hautement mécanisée, les briques « moulées main» ne le sont toutefois plus par la main de l'homme. Toutes les opérations sont restées identiques, mais ce sont des machines qui ont pris la relève. Après avoir servi au façonnage, les moules sont nettoyés à l'eau et réutilisés. L'eau est réutilisée en circuit fermé. L'excès d'argile arasé lors du moulage est quant à lui, réintroduit dans la matière première. Le sablage des moules avec du sable ou de la sciure est aujourd'hui aussi entièrement mécanisé. Si l'on remplace ce sablage des moules par un rinçage à l'eau, on obtient une brique non sablée qui a la couleur pure de la terre cuite. La partie inférieure du moule comporte généralement un renflement qu'on retrouve dans la brique de terre cuite comme un évidement ... on parle de «frog».

Il arrive encore qu'une brique soit réellement moulée à la main mais seulement pour certains formats particuliers non compatibles avec la machine ou en cas d'utilisation d'argiles spéciales.

✓ Briques pressées :

Les briques moulées à la presse forment une catégorie à part. On introduit dans les moules de l'argile relativement sèche que l'on comprime vigoureusement pour lui donner la cohésion voulue. Ces produits présentent une surface grenue et une forme géométrique bien marquée.

✓ Briques étirées :

Enfin, dans notre pays, les briques pour maçonnerie ordinaire sont presque exclusivement fabriquées par extrusion. Dans cette machine, la masse d'argile est extrudée sous forme d'une carotte continue à section rectangulaire. Ce «boudin» d'argile est alors coupé à intervalles réguliers. Chaque élément forme une brique qui présente quatre faces assez lisses suite au coulissement dans la filière, et deux faces de sectionnement plus grossières. L'étireuse permet une production beaucoup plus rapide que n'importe quel autre procédé, et de plus, elle est parfaitement adaptée au façonnage de briques perforées. Ce mode de fabrication est également utilisé pour produire des briques de parement, mais dans ce cas, l'aspect des faces (deux boutisses et une panneresse en général) sera plus soigné.

#### **III.5.4 Séchage :**

Avant d'être cuites, les briques crues doivent encore perdre une grande partie de leur teneur en eau - du moins en est-il ainsi pour la plupart des argiles. Le séchage se poursuit jusqu'à ce que les briques ne contiennent plus qu'environ 2% d'eau. Le risque serait en effet de les voir se fendre ou éclater sous la dilatation de la vapeur dans la masse. D'autre part, la stabilité dimensionnelle du produit n'est obtenue qu'au terme du retrait consécutif à la dessiccation. Le séchage s'opère dans des chambres ou des tunnels où il se poursuit de manière régulière et rapide (généralement de 2 à 4 jours). On utilise l'air chaud de la zone de refroidissement du four pour le séchage des briques. La température et le taux d'humidité sont contrôlés tout au long du processus de séchage, au moyen d'un système informatique réglé de façon très précise.

#### **III.5.5 Cuisson :**

C'est la dernière étape que doit subir la brique d'argile façonnée et séchée, avant de pouvoir devenir une brique de terre cuite à proprement parler. C'est là une phase d'une grande

importance qui doit se dérouler très progressivement. On augmente graduellement la température jusqu'à l'obtention de la température de cuisson (comprise entre 850 et 1200°C, en fonction du type d'argile) ; on diminue ensuite progressivement la température jusqu'au refroidissement complet. Chaque mélange d'argile se caractérise par sa propre «courbe de cuisson». On peut modifier l'atmosphère du four. La cuisson en oxydation (avec apport d'oxygène) est la plus fréquente et produit la teinte «normale» qui est, en Belgique, le rouge puisque l'argile est généralement ferrugineuse. Dans une atmosphère réductrice (sans apport d'oxygène), on obtient des couleurs plus foncées. Une réduction partielle produit, quant à elle, des teintes fortement nuancées. Dans le passé, on utilisait différents types de fours. On peut facilement classer ces différents fours en deux catégories : les fours continus et les fours discontinus. Pour les fours à fonctionnement discontinu, le mode opératoire comprend le chargement du four, sa mise à feu, son extinction et refroidissement lorsque la cuisson est terminée. Dans un four de type continu, le feu ne s'éteint jamais, et c'est le chargement qui est introduit et extrait du four suivant un cycle régulier et ininterrompu. Aujourd'hui, on utilise un four continu de type four tunnel. Dans celui-ci, le chargement de briques parcourt un tunnel rectiligne sur des wagonnets et passe successivement par les zones de «préchauffage», de «cuisson» et de «refroidissement». Dans la zone de préchauffage, les briques sont portées progressivement à température. Cet échauffement se fait grâce aux fumées émanant de la zone de cuisson du four. L'humidité résiduelle des briques est ainsi éliminée. A partir d'une température comprise entre 450°C et 600°C, on ralentit la montée en température des Four tunnel brochure C'est autour de cette température que se produit le «point de quartz» : il s'agit de la température à laquelle la structure cristalline du quartz est modifiée. A cette étape de la cuisson, les briques sont très sensibles à la formation de fissures. La cuisson des briques à proprement parler se fait environ à mi-parcours du four, à une température allant de 1000°C à 1200°C. Le frittage de l'argile se fait à cette température et se forme alors la structure définitive de la brique. Enfin, une troisième et dernière phase consiste à refroidir les briques. Cette opération doit s'effectuer de façon très contrôlée pour éviter tout risque de fissuration.



**Figure III.5.** Four tunnel

### **III.5.6 Emballage :**

Après la cuisson, les briques sont prêtes à être transportées et livrées sur chantier. Pour des raisons de facilité et de sécurité, elles sont préalablement empilées sur des palettes et emballées de façon à minimiser la quantité d'emballage utilisé. [38]

### **III.6 Les types des briques :**

En maçonnerie, il existe toute une variété de briques : la brique pleine, la brique creuse, la brique réfractaire ou encore la brique de parement, dite brique de décoration.

Chacun de ces types de briques possède des propriétés précises, destinées à un usage particulier. Certains de ces matériaux sont utilisés dans la confection de murs porteurs, alors que d'autres sont destinés à résister à de très hautes températures.

Découvrez comment reconnaître le type de briques à utiliser lorsque vient le temps de construire un mur, qu'il soit porteur ou simplement décoratif.

#### **III.6.1 La brique creuse :**

##### **✓ Pour tous les types de murs :**

C'est le type de brique le plus utilisé dans la construction de murs et de revêtements. Principalement en terre cuite, elle est constituée de perforations le plus souvent verticales.

Ses propriétés isolantes et sa légèreté lui permettent d'être aussi bien utilisée dans la construction de murs intérieurs et extérieurs. Il existe toutefois deux différents types de briques creuses.

##### **III.6.1.1 La brique creuse classique :**

L'épaisseur de la brique creuse classique est d'environ 8 pouces. Ce type de matériau ne garantit pas à lui seul une isolation thermique optimale. Il faudra certainement demander

au briqueteur-maçon d'ajouter une isolation extérieure supplémentaire pour conserver la chaleur au sein de votre maison.

### III.6.1.2 Avantages des briques creuses classiques :

Si la brique creuse a devancé la brique pleine dans la construction, c'est qu'elle présente de nombreux avantages, notamment en terme d'énergie :

- Son inertie thermique. Comme toutes les briques, la brique creuse restitue le soir la chaleur qu'elle a emmagasinée durant la journée. Résultat : économies d'énergie !
- Ses capacités hygrométriques. Cela signifie que la brique absorbe l'excès d'humidité dans l'air, pour le restituer quand l'atmosphère est trop sèche.
- Ses dimensions. Grâce à ses dimensions standards et la possibilité d'être fabriquée en plus grande, la brique creuse classique permet des constructions sans trop de joints...ni de ponts thermiques.
- Sa durabilité. Malgré leur légèreté les briques creuses classiques sont très résistantes (au temps, au feu, à l'humidité...).



Figure III.6. La brique creuse classique

(Source : <http://www.cordillera-style.com/bricolage/la-maconnerie-en-briques-creuses/>)

### III.6.2 La brique alvéolaire :

La brique alvéolaire est plus épaisse que le classique (12 pouces environ), ce qui renforce ses propriétés isolantes. En effet, la brique alvéolaire évite les déperditions de chaleur l'hiver et garde votre maison au frais durant l'été. Elle est aussi un bon isolant phonique et empêche l'humidité de pénétrer dans vos murs. Ces atouts font de la brique creuse un matériau plus cher que le parpaing.

### III.6.2.1 Isolation intéressantes :

Le gros avantage de la brique alvéolaire par rapport à la brique creuse classique se situe sans nul doute au niveau de l'isolation (thermique et phonique).

En effet, l'air contenu dans ses alvéoles va former une véritable barrière protectrice, empêchant les déperditions thermiques. C'est la facture d'énergie qui risque de s'alléger ! Et si la pose est réalisée dans les règles de l'art, et que le mur est enduit des deux côtés, l'isolation phonique sera elle aussi de qualité. Plus besoin donc de réaliser une isolation supplémentaire !

De plus, la brique alvéolaire, en plus de présenter des avantages inhérents à toutes les briques (très bonnes capacités thermiques et hygrométriques) se pose assez facilement, avec peu de joints, qui sont en plus très minces et discontinus. Les constructions en briques alvéolaires sont donc plus faciles à mettre en œuvre, et sèchent plus rapidement, tout en étant solides et résistantes.



**Figure III.7.** La brique alvéolaire

(Source : <https://www.batiproduits.com/fiche/produits/brique-alveolaire-isolantes-pour-murs-porteurs-p68919873.html>)

### III.6.3 La brique pleine pour murs porteurs et non porteurs :

La brique pleine ou rouge est la brique authentique par excellence. Très esthétique, ce matériau traditionnel possède de nombreuses qualités.

La brique rouge ne nécessite pas d'isolation supplémentaire. C'est un matériau fait à partir d'éléments naturels qui est stable, résistant au feu et qui dure dans le temps. Il est également poreux, ce qui a pour effet de laisser le mur respirer.

Principalement constituée d'argile et de sable, puis cuite à 1200 degrés, la brique rouge demande un certain savoir-faire. Son mode de fabrication et ses nombreuses propriétés font d'elle un matériau extrêmement dispendieux, une raison pour laquelle la brique pleine a été

remplacée par la creuse. Les conditions pour la pose de ce type de briques sont très exigeantes, il est préférable de faire appel à un professionnel pour construire votre mur.



**Figure III.8.** La brique rouge pleine

(Source : <https://www.terres-cuites-raujolles.fr/img/terres-cuites-de-raujolles-logo-1500637957.jpg>)

#### III.6.4 La brique réfractaire :

La principale fonction de la brique réfractaire est de résister à de très fortes températures. Elle garde puis restitue la chaleur, et grâce à son inertie thermique ce matériau chauffe et se refroidit lentement.

Sa composition varie selon les utilisations que vous en ferez (ciment fondu, coulis réfractaire ou vermiculite). Les briques réfractaires sont principalement utilisées dans les constructions destinées à résister à des températures élevées comme les foyers de cheminée, les barbecues, les fours à pizza ou les murs proches d'un poêle.

La technologie de la brique réfractaire rend son prix très élevé, elle est plus dispendieuse que la brique creuse. Un professionnel de la construction saura vous conseiller pour réaliser un mur avec ce type de matériau.



**Figure III.9.** Des briques réfractaires

(Source : <https://www.coeurdefoyer.fr/formats-standard/294-brique-refractaire-dense.html>)



### III.6.5 La brique de parement :

#### III.6.5.1 Idéal pour le revêtement de vos murs :

La brique de parement est principalement utilisée comme élément de décoration pour un mur intérieur ou extérieur.

C'est une alternative intéressante si vous désirez posséder un mur de brique dans votre salon. La pose de parement représente un coût bien moins élevé que la construction d'un mur entièrement fait de briques.

La brique de parement est généralement constituée de terre cuite, elle est assez épaisse, mais ne présente pas de qualités isolantes particulières.



Figure III.10 Des briques de parement.

(Source : <https://www.harmonie.fr/quest-ce-que-la-brique-de-parement/>.)

### III.7 Bien choisir sa brique, une affaire de spécialiste :

Chaque type de mur possède son type de briques. Certains matériaux sont reconnus pour être plus isolants que d'autres. Il est important de se renseigner sur les propriétés de chaque type de briques. [40]

## Partrie-2

### III.8 LES CARACTERISATIONS DE LA VASE :

#### III.8.1 La teneur en eau :

##### III.8.1.1 Définition :

La teneur en eau d'un matériau est le rapport du poids d'eau contenu dans ce matériau au poids du même matériau sec. On peut aussi définir la teneur en eau comme le poids d'eau  $W$  contenu par unité de poids de matériau sec. [22]

$$W = E/W_s = (W_h - W_s) / W_s$$

$E$  : le poids d'eau dans le matériau.

$W_s$  : le poids du matériau sec.

$W_h$  : le poids du matériau humide.

Si  $W$  est exprimé en % :

$$W\% = 100(W_h - W_s) / W_s$$

##### III.8.1.2 Le principe :

###### a) Séchage à l'étuve :

- Placer une quantité déterminée du matériau humide à tester dans une boîte à pétri numérotée préalablement et tarée,
- Peser l'ensemble et l'introduire dans une étuve pendant 24 heures sous une température de 105°Celsius,
- Après dessiccation, on pèse l'ensemble une seconde fois,
- Déduire les masses humide et sèche de l'échantillon et calculer la  $W$ .

### III.9 La teneur en eau de la vase :

#### III.9.1 But de l'essai

Le but de l'essai c'est déterminer les caractéristiques pondérales du sol tel que la teneur en eau et la masse volumique. [5]

#### III.9.2 Détermination de la teneur en eau :

1. Placer une quantité déterminée du matériau humide à tester dans une boîte à pétri tarée.

2. Peser l'ensemble (soit  $M_h$ ) et l'introduire dans une étuve pendant **24 H** sous une température de **105°**.
3. Après dessiccation, on pèse l'ensemble une seconde fois (soit  $m_s$ ).

**Calcul :****La 1 ère essai :**

$M_h$  : la masse humide.

$M_h = 28,5\text{g}$ .

$M_s$  : la masse sèche

$M_s = 23,9\text{g}$ .

On calcul:

$M_w = M_h - M_s =$

Donc :

$M_w = 28,5 - 23,9$

$M_w = 4,6\text{g}$ .

La teneur en eau (e) :  $W = M_w / M_s$ .

$W = 4,6 / 23,9 = 0,19$ .

$W = 19\%$ .

**Le 2 ème essai :**

$M_h = 38,8\text{g}$ .

$M_s = 30,3\text{g}$ .

$M_w = 38,8 - 30,3 = 8,5\text{g}$ .

$W = 8,5 / 30,3 = 0,28$ .

$W = 28\%$ .

### III.10 Préparation d'échantillon (la vase) :

#### III.10.1 Séchage à l'étuve :

L'échantillon de la vase prélevée du barrage de BouHanifia était humide donc on-à l'introduire dans l'étuve à 105°C pendant 24H.



Figure III.11. La vase après le séchage

#### III.10.2 Le concassage :

La vase était concassé manuellement avec un marteau puis dans le concasseur de laboratoire afin d'obtenir une vase fine.



Figure III.12. Un concasseur de laboratoire

### III.10.3 Le tamisage :

L'échantillon a été broyé à 80  $\mu\text{m}$ .



Figure III.13. Des tamis à 80  $\mu\text{m}$

Boue de dragage après tamisage :



Figure III.14. La vase après le tamisage

### III.11 La préparation de brique :

1. Mélange une quantité de vase avec l'eau Jusqu'à l'obtention d'une pâte homogène.
2. Nous mettons la pâte obtenue au moule.



**Figure III.15.** Le moule à brique

3. Nous mettons le moule sur la table à secousse.



**Figure III.16.** Le remplissage de moule

4. Nous Remplissons le moule avec 3 couches de pâte, et dans chaque couche nous utilisons la table à secousse pendant 60 secondes.



**Figure III.17.** *Le séchage de moule*

5. Nous l'introduisons dans une étuve pendant 24 H sous une température de 105°C, après en le mettons dans le four à 850°C pendant 24H.



**Figure III .18.** *La brique finale*

## III.12 Les caractérisations de la brique :

### III.12.1 Essai d'absorption à eau :

#### III.12.1.1 Définition :

Selon la norme EN 771-1 déterminée en divisant le poids de la brique après immersion dans l'eau par le poids initial de la brique.

L'absorption d'eau est une grandeur physique qui permet de quantifier la quantité d'eau qu'un élément est capable d'absorber sous une pression définie et pendant un laps de temps déterminé. Cette propriété est exprimée par le « coefficient d'absorption », noté « a » et dont les unités sont le  $[\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{s}^{0,5}]$ . [41]

#### III.12.1.2 Mode opératoire :

1. Prend une brique et immerge au sein de l'eau pendant 24H.
2. Faire sécher l'échantillon à l'aide d'un torchon.

$M_s$  : la brique sèche.

$M_h$  = la brique humide.

#### Calcul:

$M_s = 90,86\text{g}$ .

$M_h = 120,45\text{g}$ .

$a = \frac{M_h - M_s}{M_s} = \frac{120,45 - 90,86}{90,86} = 0,325$ .  $a = 32,5 \%$ .

### III.12.2 Essai ultra son : (Essai d'auscultation dynamique)

Connu sous le nom d'essai aux ultrasons, cet essai permet de déterminer la vitesse de propagation d'ondes longitudinales (de compression) à travers un élément en béton. Le principe de la méthode consiste à mesurer le temps mis par une onde à parcourir une distance donnée.

#### III.12.2.1 Principe :

Le principe de la méthode consiste à mesurer le temps mis par une onde, d'où le nom de la méthode (essai de vitesse de propagation d'ondes sonores) à parcourir une distance connue.

[52 ; 20]



Les impulsions sont produites par des cristaux piézo-électriques à excitation par choc des cristaux semblables sont utilisées dans le récepteur. [52 ; 18]

La fréquence de générateur d'ondes est comprise entre 10 et 150 HZ, le temps de propagation des ondes dans le béton est mesuré par des circuits de mesure électroniques. [52]



Figure III .19. *Éssai d'ultra son*

**Les résultats obtenus :**

- Essai01 :** 3895m/s.
- Essai02 :** 3882m/s.
- Essai03 :** 3842m/s.

**Tableau III.1 :** qualité du béton en fonction de la vitesse de la propagation des ondes ultrasonique.

Qualité	Vitesse de propagation (m/s)
Excellente	Supérieur à 4200
Bonne	3700-4200
Douteuse	3200-3700
Mauvaise	2500-3200
Très mauvaise	Inférieure à 2500

D'après les résultats obtenus bonne brique.

**III.12.3 La conductivité  $\lambda$**

**La conductivité  $\lambda$  :** est le flux de chaleur traversant un matériau d'épaisseur un mètre.

Pour une différence de température de un Kelvin, entre les deux faces entrante et sortante. Elle s'exprime en  $[W.m^{-1}.k^{-1}]$ . Sa valeur permet de quantifier le pouvoir du matériau à conduire la chaleur (en terme amplitude). Plus elle est faible, plus le matériau est isolant (conduction faible). [15].

#### III.12.4 Chaleur spécifique C

**Chaleur spécifique C** : ou capacité thermique massique est la quantité d'énergie à apporter pour élever d'un kelvin la température de l'unité de masse du corps. L'unité légale est donc le joule par kilogramme-kelvin ( $J.kg^{-1}.K^{-1}$ ). [54]

##### Les paramètres obtenus :

- ✓ La conductivité thermique :  $0,533W/m.k$
- ✓ La chaleur spécifique :  $1,677(J.kg^{-1}.K^{-1})$ .
- ✓ La diffusivité :  $0,330 mm^2/s$
- ✓ La résistance thermique :  $180,9 m^2.k/W$ .

***III.13 Conclusion :***

Après avoir exposé dans ce chapitre les principales connaissances sur la brique et une partie expérimentale consiste à fabriquer la brique à base de la vase de dragage nous mettrons en évidence un chapitre qui consiste à l'utilisation d'un logiciel de recherche pour savoir si la brique peut apporter le confort thermique requis.

# ***CHAPITRE IV:***

## **logiciel**

### IV.1 Introduction :

En informatique, un logiciel est un ensemble de séquences d'instructions interprétables par une machine et d'un jeu de données nécessaires à ces opérations. Le logiciel détermine donc les tâches qui peuvent être effectuées par la machine, ordonne son fonctionnement et lui procure ainsi son utilité fonctionnelle.

Les séquences d'instructions appelées programmes ainsi que les données du logiciel sont ordinairement structurées en fichiers. La mise en œuvre des instructions du logiciel est appelée exécution, et la machine est appelée ordinateur ou calculateur. Un logiciel peut être classé comme système, applicatif, standard, spécifique, ou libre, selon la manière dont il interagit avec le matériel, selon la stratégie commerciale et les droits sur le code source des programmes. Le terme *logiciel propriétaire* est aussi employé.

Les logiciels sont créés et livrés à la demande d'un client, ou alors ils sont créés sur l'initiative du producteur, et mis sur le marché, parfois gratuitement. En 1980, 60 % de la production et 52 % de la consommation mondiale de logiciels est aux États-Unis. Les logiciels sont également distribués illégalement et la valeur marchande des produits ainsi distribués est parfois supérieure au chiffre d'affaires des producteurs. Les logiciels libres sont créés et distribués comme des commodités produites par coopération entre les utilisateurs et les auteurs. Créer un logiciel est un travail intellectuel qui prend du temps. La création de logiciels est souvent le fait d'une équipe, qui suit une démarche logique et planifiée en vue d'obtenir un produit de bonne qualité dans les meilleurs délais. Le code source et le code objet des logiciels sont protégés par la convention de Berne concernant les œuvres littéraires. [43]

Depuis quelques années, l'accroissement de la puissance des ordinateurs et le développement des méthodes numériques ont permis de conduire des calculs tridimensionnels et bidimensionnels.

ANSYS est le premier éditeur mondial dans le domaine du calcul par éléments finis. Les outils proposés permettent de résoudre les problèmes de validations produits de manière efficace. Ils permettent d'optimiser le processus de conception (gain de temps énorme) et donc de proposer des produits plus innovants (intégration d'une pré-analyse dans le cycle de conception), de qualité plus élevée tout en minimisant les coûts. [12]



**Figure IV.1.** Logo de la société.  
(Source : [https://fr.wikipedia.org/wiki/ANSYS.](https://fr.wikipedia.org/wiki/ANSYS))

## **IV.2 Définition des éléments finis :**

La méthode des éléments finis (MÉF) a été créée par des chercheurs, universitaires et industriels, au cours des années 50 et 60, est une manière numérique de résoudre certains des problèmes de physique. C'est une méthode qui permet de déterminer une solution approchée sur un domaine spatial.

La méthode consiste à découper le domaine spatial en petits éléments, également appelés mailles, et à rechercher une formulation simplifiée du problème sur chaque élément, c'est-à-dire à transformer le système d'équations quelconque en un système d'équations linéaires. Chaque système d'équations linéaires peut se représenter par une matrice. Les systèmes d'équations pour tous les éléments sont ensuite rassemblés, ce qui forme une grande matrice ; la résolution de ce système global donne la solution approchée au problème. [12]

## **IV.3 Définition de logiciel :**

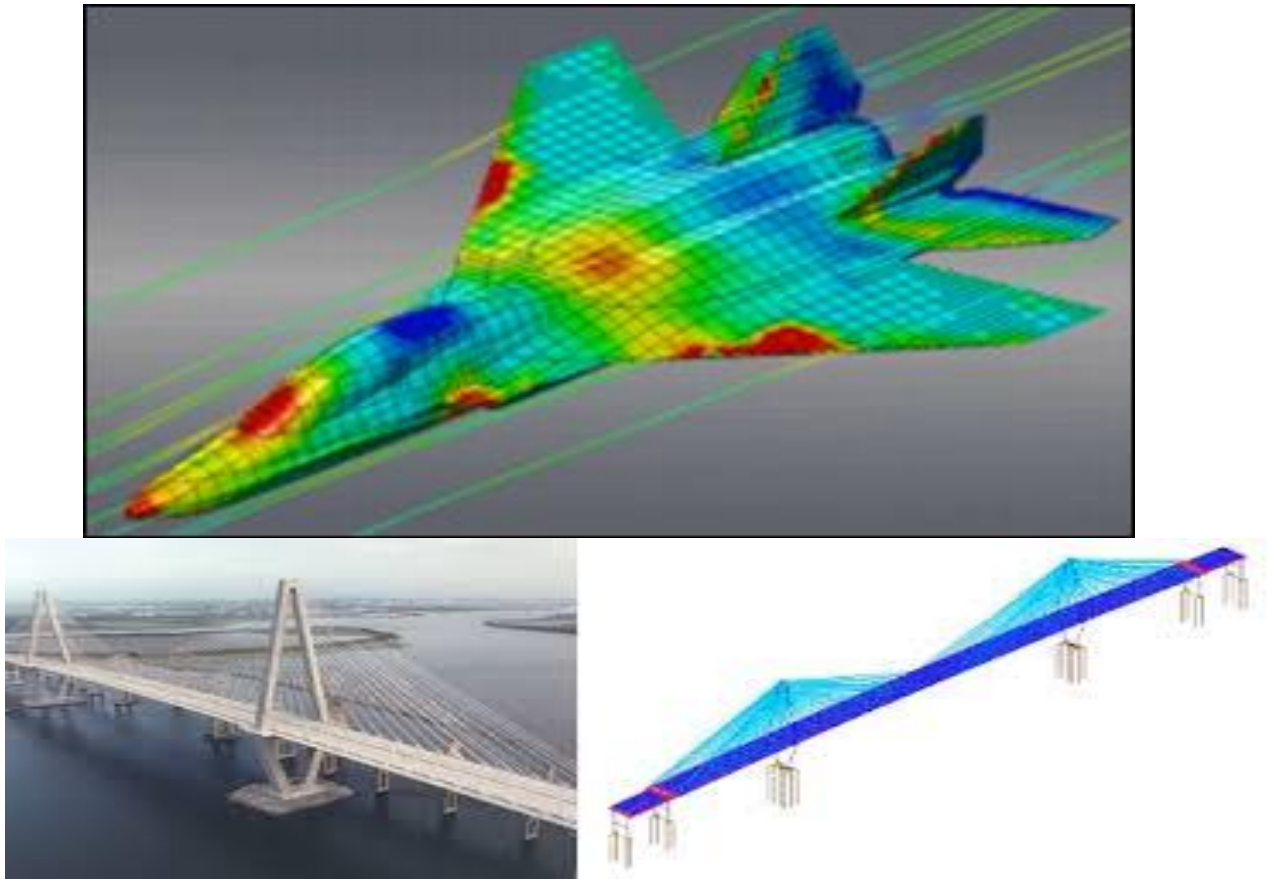
ANSYS utilisé par des ingénieurs du monde entier dans pratiquement tous les domaines d'ingénierie :

- Structural.
- Thermique.
- Fluide, incluant CFD (Dynamique des Fluides Numérique).
- Electrique / Electrostatique.

- Electromagnétique.

Liste non-exhaustive des industries utilisant ANSYS :

- Aérospatiale.
- Automobile.
- Biomédicale.
- Ponts & Bâtiments.
- Electronique & Electro-ménager.
- Equipements Lourdes & Machineries.
- MEMS - Systèmes Micro-Electromécaniques.
- Articles de Sport.
- ANSYS/Multiphysics est le produit phare d'ANSYS, incluant toutes les fonctionnalités d'ANSYS dans toutes les disciplines d'ingénierie.
- Il y a trois principaux produits dérivés d'ANSYS/Multiphysics:
- ANSYS/Mechanical - fonctionnalités structurales et thermiques
- ANSYS/Emag – électromagnétique
- ANSYS/FLOTRAN - fonctionnalités CFD
- Autres lignes de produits :
- ANSYS/LS-DYNA - Pour des problèmes structuraux fortement non linéaires.
- DesignSpace - Un outil de conception et d'analyse facile d'utilisation pour des analyses rapides sous environnement CAO.
- ANSYS/ProFEA - Pour l'analyse ANSYS et l'optimisation de modèles sous Pro/ENGINEER. [12]



**Figure IV.2.** Des Modèles modélisés par ANSYS.  
 (Source : CHERIET .R & BOUHADJELA, «Formation Ansys1», Centre Universitaire -  
 Ain Temouchent Institut des Sciences et de la Technologie-.)

#### IV.4 Définition de l'échange thermique :

Un transfert thermique, appelé plus communément chaleur<sup>1</sup>, est, avec le travail, l'un des modes d'échange d'énergie interne entre deux systèmes. C'est une notion fondamentale de la thermodynamique. [ 59]

##### IV.4-1 : les paramètres thermique des isolants

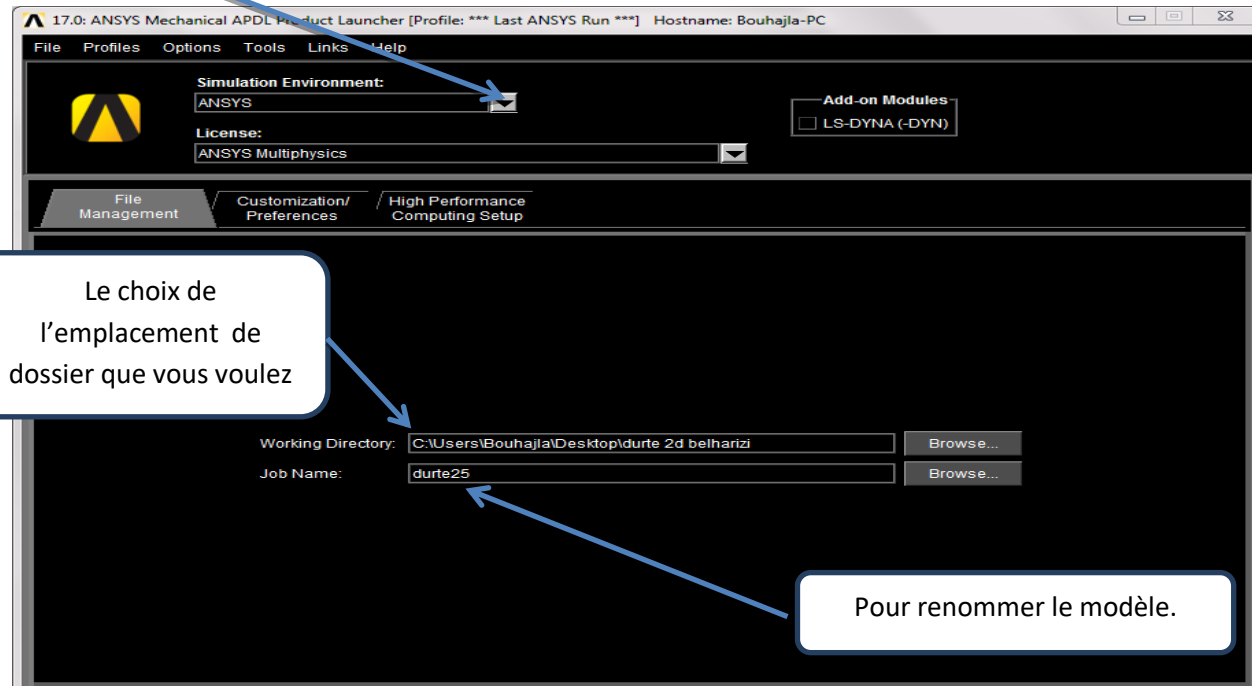
L'isolant	La conductivité thermique [W/m.K]	La chaleur spécifique C [J/Kg.K]
1- la laine de verre.	0.030-0.040	1.03
2 -la fibre de bois.	0.04	2.1

**Tabelau IV.4.1 :**les paramètres thermique des isolants



### IV.5 L'interface du logiciel :

Pour choisir l'environnement que vous avez travaillé.

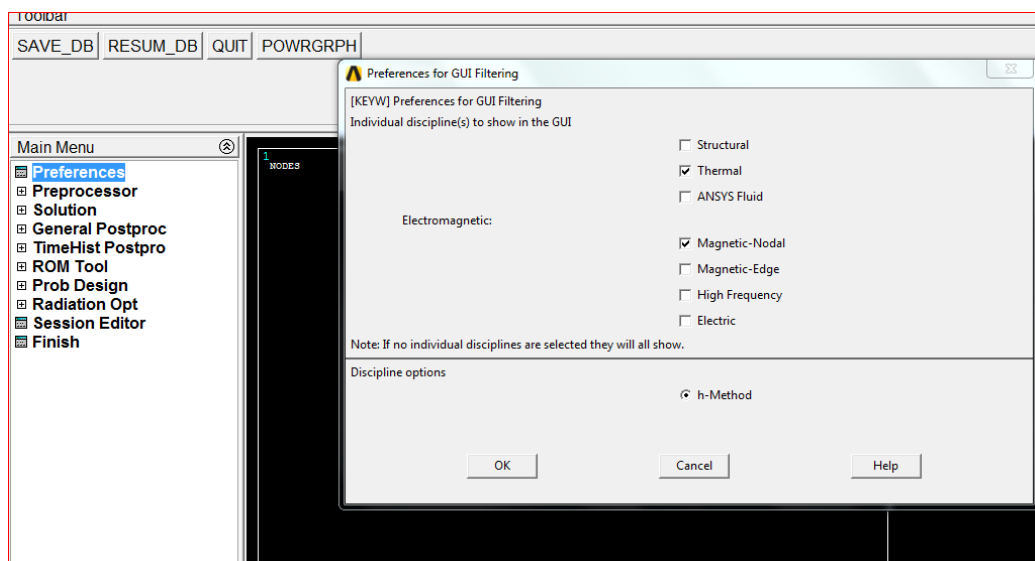


Le choix de l'emplacement de dossier que vous voulez

Pour renommer le modèle.

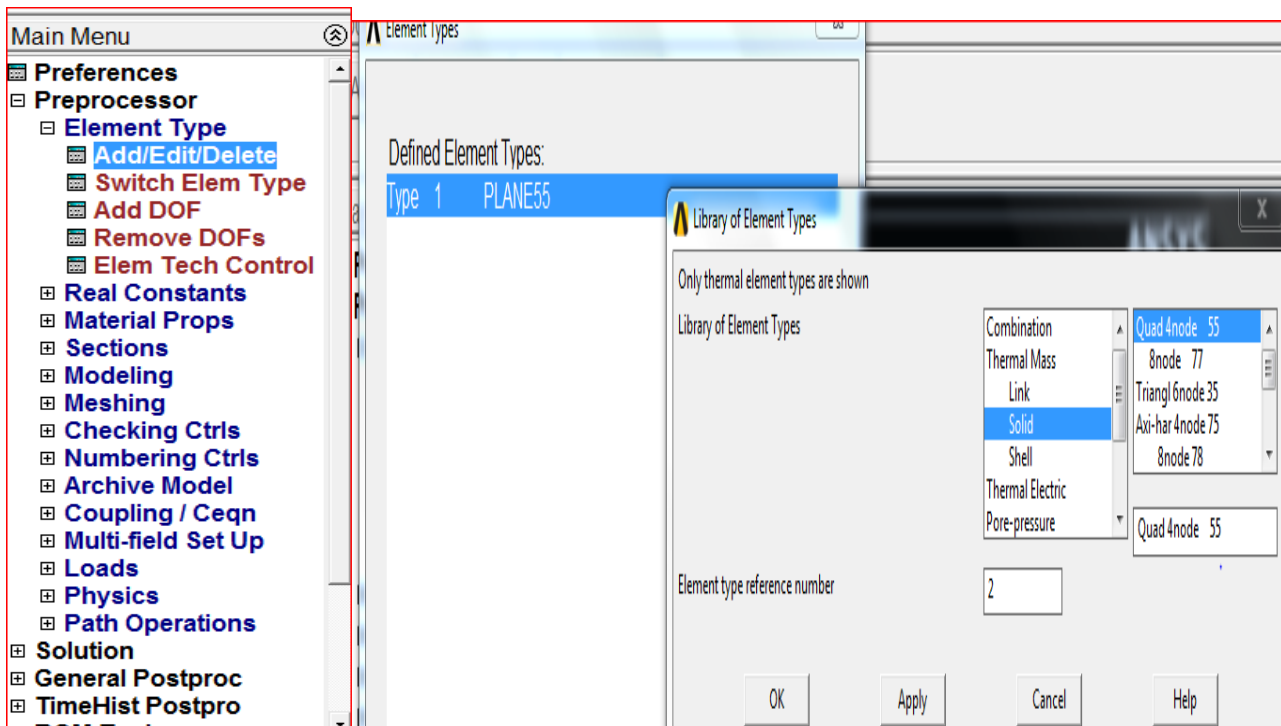
Etape1 → Preferences :

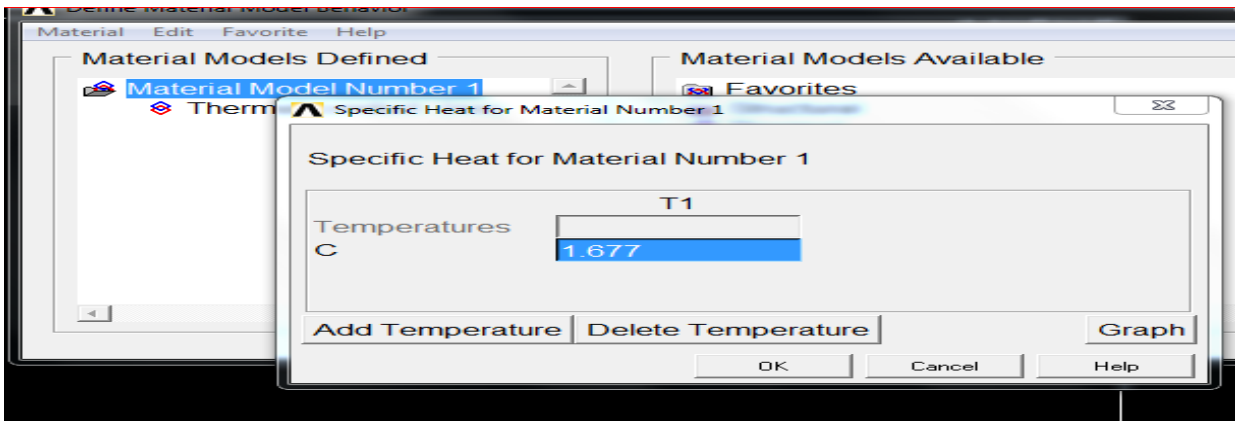
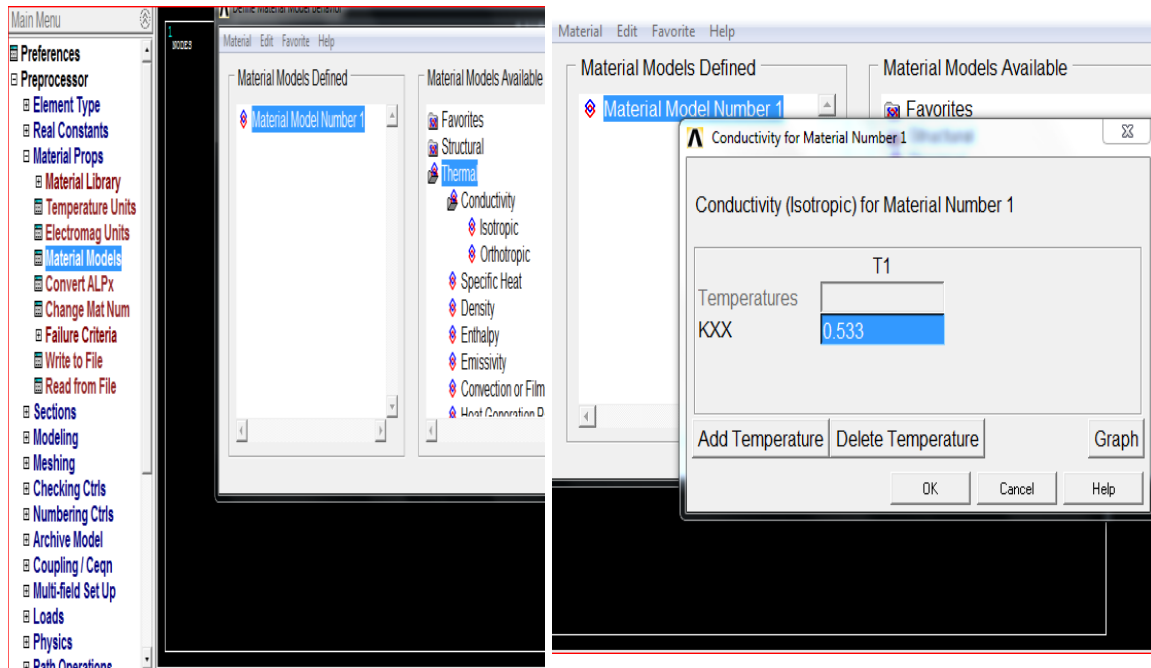
On doit choisir le type de traitement de notre problème :



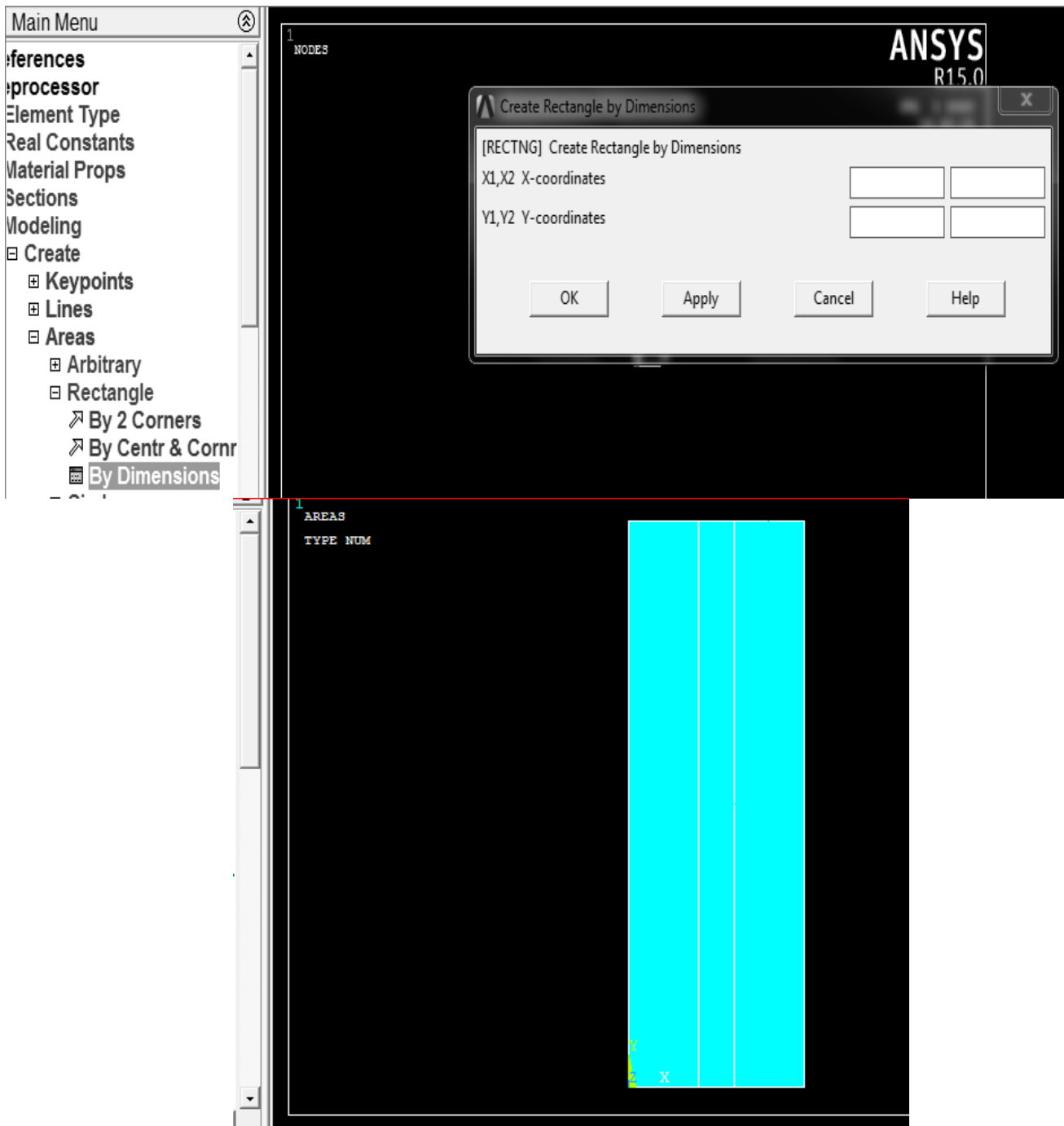
Etape2 → Preprocessor:

1. Définir le type de matériau utilisé:

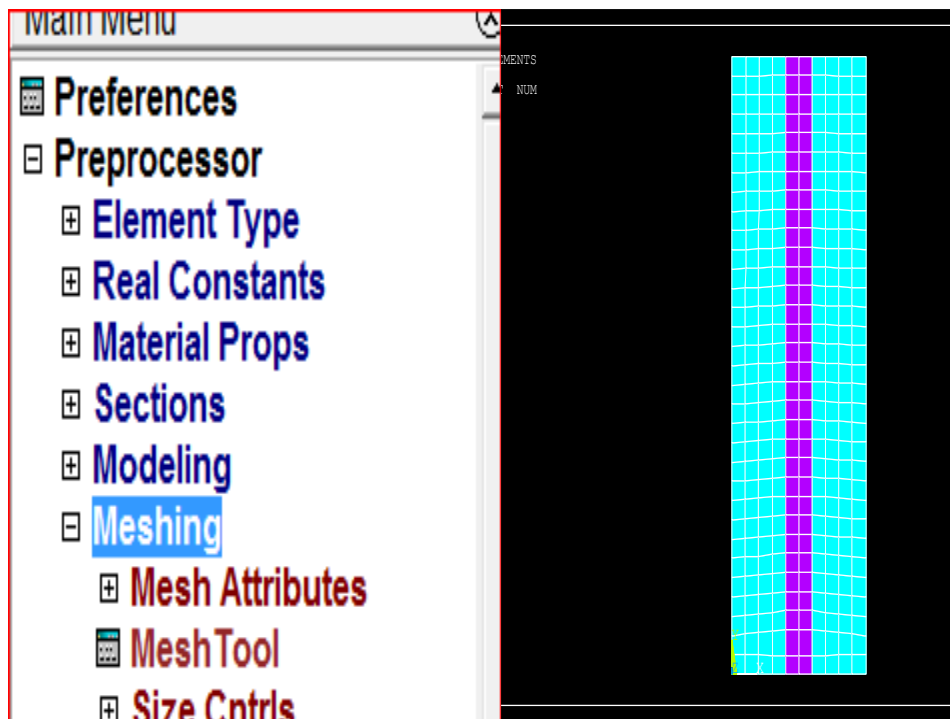




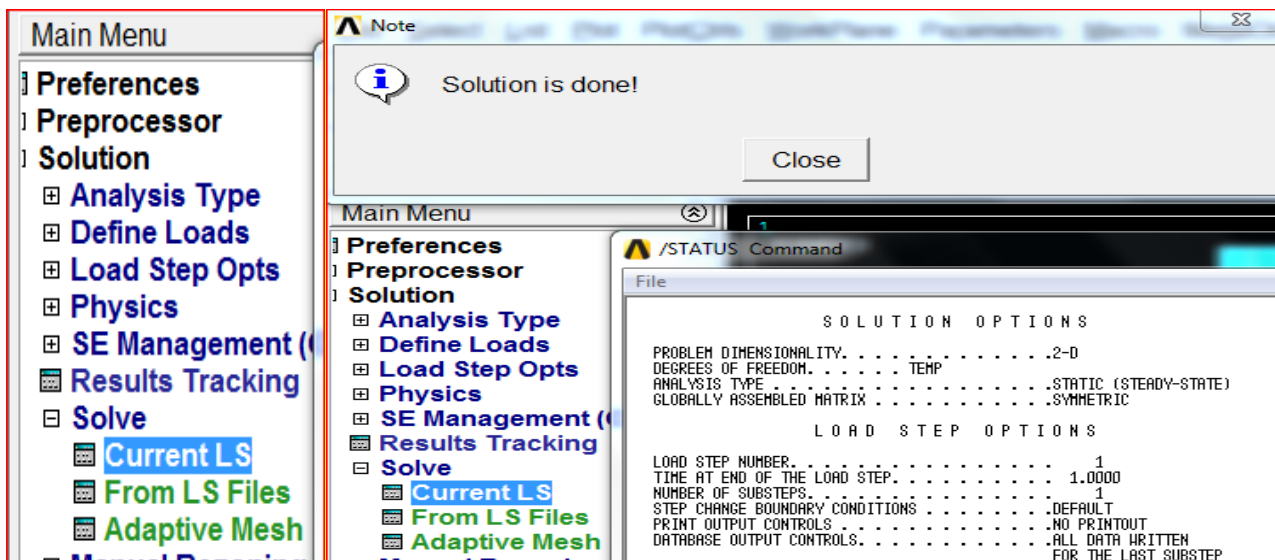
2. Entrer les dimensions de mur :



3-le maillage :



Etape3 → Solution:



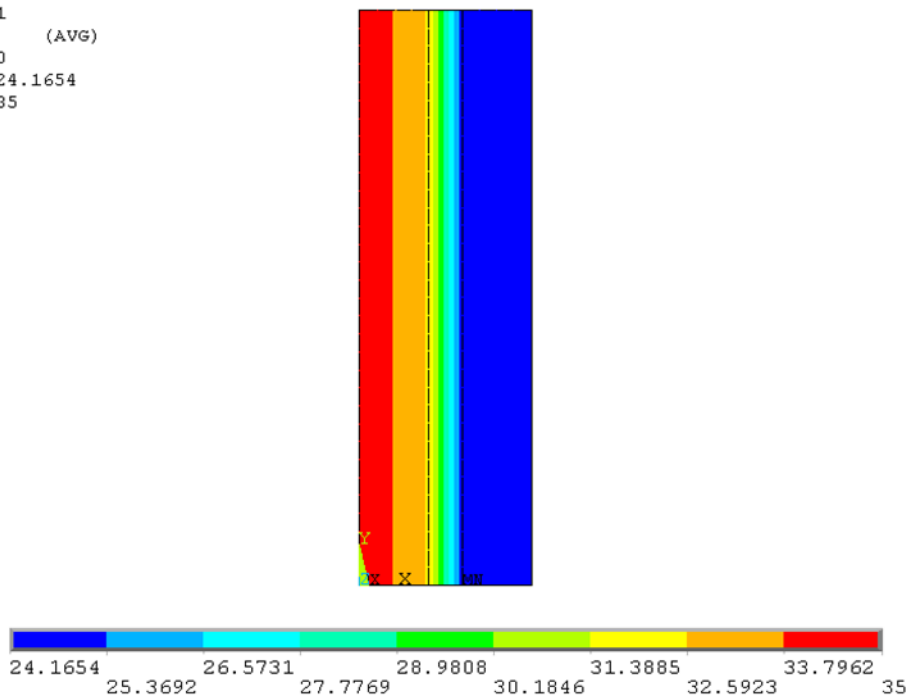
- ✚ En vas proposer de mettre entre les deux couches un isolant thermique donc pour chaque isolants qu'on va utiliser en insère les propriétés des matériaux (conductivité et chaleur spécifique) et en relancer le maillage et la solution.

Etape4  $\longrightarrow$  le contour:

4-1 le contour :

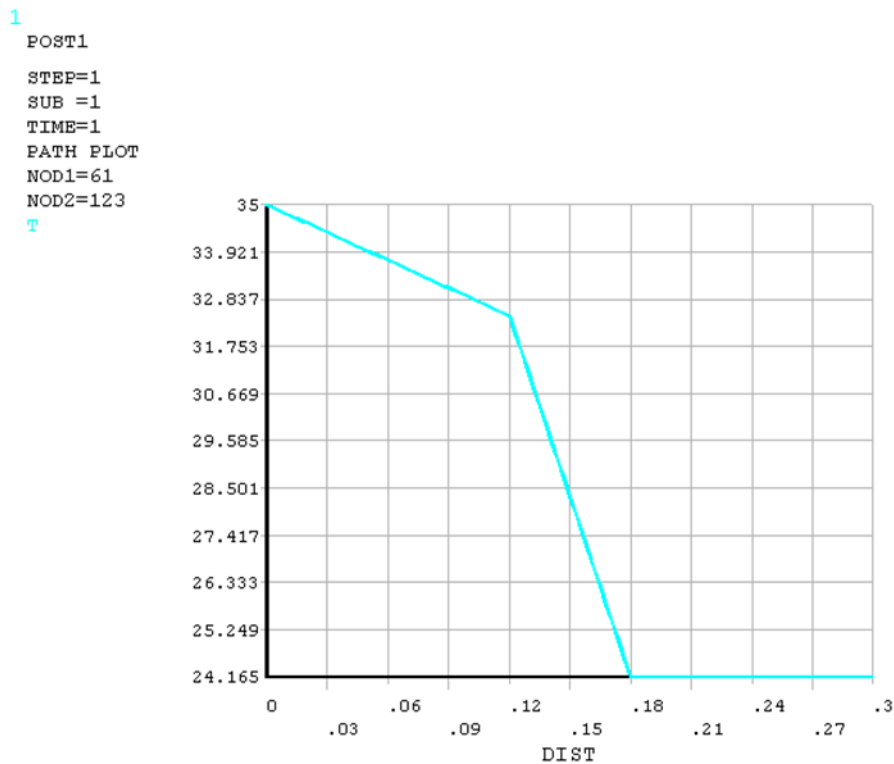
❖ Avec la laine de verre :

```
STEP=1
SUB =1
TIME=1
TEMP (AVG)
RSYS=0
SMN =24.1654
SMX =35
```



**Figure IV.3** : Variation de Température du Point M à N  
(Isolant Laine de Verre)

## 5-1 les graphes :



**Figure IV.4** : la variation de température en fonction de l'épaisseur du Mur  
(Isolant laine de Verre)

### Interprétation

Les figures IV.3 et IV.4 représentent la variation de la température en fonction de l'épaisseur du mur. Le mur est constitué de deux parois en brique cuite à base de vase du barrage de Bouhanifia d'une épaisseur de 12 cm pour chaque parois et d'une épaisseur de 6 cm d'isolant laine de verre.

On supposant une température moyenne externe 35°C d'été selon la région d'Ain Témouchent et On utilisant le logiciel de recherche Ansys, On remarque une diminution de température successif jusqu'à une valeur de 24°C une température interne. Cette température est conforme à une température ambiante d'habitation Qui varie entre 20°C et

25°C. Elle répond à peu près aussi à une température de bureau qui est entre 19 °C et 24°C.

❖ Avec la fibre de bois :

4-2-Contoure :

```
SUB =1  
TIME=1  
TEMP (AVG)  
RSYS=0  
SMN =24.9365  
SMX =35
```

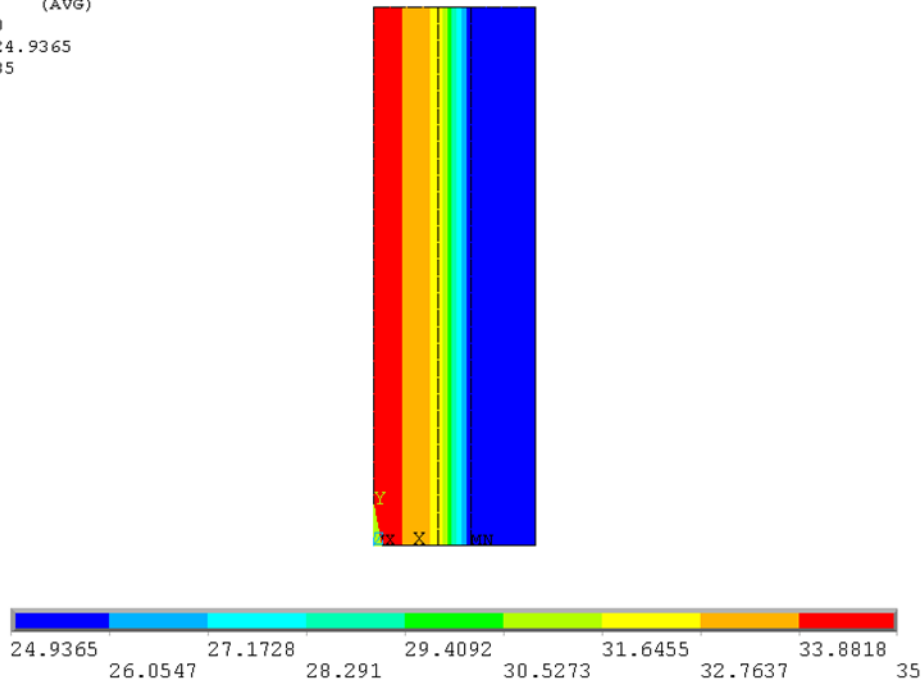


Figure IV.5 : Variation de Température du Point M à N

(Isolant Fibre de Bois)



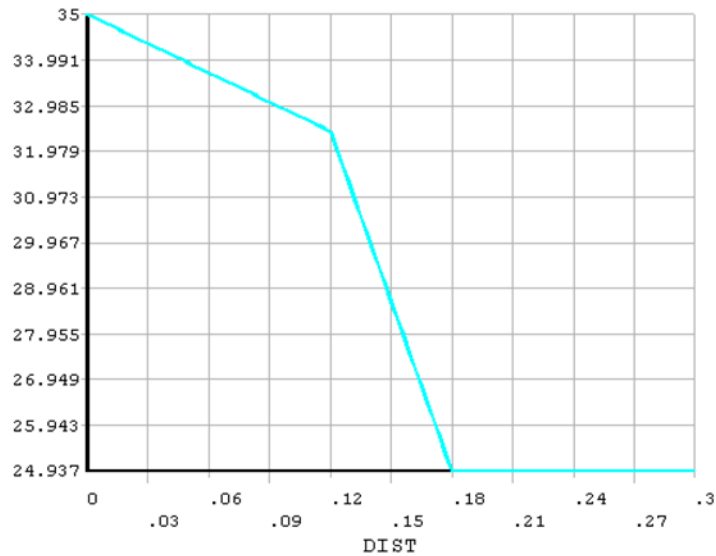
## 5-2 Graphe :

```

1
POST1
STEP=1
SUB =1
TIME=1
PATH PLOT
NOD1=61
NOD2=123
TEMP

```

ANSYS  
R15.0



**Figure IV.6** : la variation de température en fonction de l'épaisseur du Mur

(Isolant Fibre de Bois)

### Interprétation

On variant l'isolant laine de verre et on utilisant la fibre de bois tout on gardant l'épaisseur 6cm pour l'isolant et 12cm pour chaque parois, on remarque une diminution proche voir figure IV.5 et IV.6

## **CONCLUSION GENERALE :**

On relève dans la conclusion les points suivants :

Le rejet de la vase draguée menace l'environnement.

La rareté des matériaux de construction nous pousse à trouver des solutions

La caractérisation de la vase de rejet répond aux normes d'argile conditionnée pour être utilisée dans la brique cuite.

L'utilisation de Moudjari et Marouf en 2019 .le logiciel Energy 2D donne

L'efficacité énergétique et thermique de la brique à base de vase de dragage.

Notre utilisation au logiciel de recherche Ansys vient confirmer cette efficacité.

## REFERECES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]. Abdeslam Badraoui (Chef de division à la direction générale de l'hydraulique, Rabat – Maroc) & Ahmed Hajji (Directeur de la planification ONEP, Administrateur de l'IME), Article published by SHF and available at. <http://www.shf-lhb.org> .or <http://dx.doi.org/10.1051/lhb/2001073>.
- [2]. ADEM : les déchets en France.
- [3]. Agence de l'eau de France 2002.
- [4]. Ait Maamar Chahrazed & Kechout Aghilas, « Contribution à l'étude d'état de la gestion des déchets ménagers et assimilés dans la commune de Tizi-Ouzou », Mémoire de fin d'études En vue de l'obtention du diplôme master, gestion des déchets solides sous la direction de Mr. Si Tayebh, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou-2015-2016-.
- [5]. Allili Leila & Benallal Abdelhakim, « Mise en valeur de la vase dragué du barrage de Bouhanifia dans la fabrication de la brique », Projet de fin d'études pour l'obtention du diplôme de master en science et technologie, génie civil, spécialité : travaux public, sous la direction de Mme Maarouf Hafida, U.B.B (Ain Temouchent)-2015-2016-.
- [6]. ANBT (Agence national des barrages) -dragage des barrages en Algérie).
- [7]. Anonyme, 2013 : analyse du niveau de connaissance de la population de la ville de Bukavu sur la gestion des déchets ménagers : cas de la commune d'Ibanda » <http://www.institut-numerique.org>.
- [8]. A. Semcha 2006 : Valorisation des sédiments de dragage : applications dans le BTP, cas du barrage de Fergoug .Thèse de doctorat de l'université de Reims Champagne-Ardenne. Discipline : génie civil.
- [9]. Bennadji Bouthaina & Sahli Meryem, « Evaluation du confort thermique et son impact sur l'habitat collectif », memoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de master en Architecture, option : durabilité, sous la direction de : M. Boukhalkh, Université El Arbi Ben Mhidi Oum El Bouaghi-2015-2016-.
- [10]. Bouterfes Imen., « identification et caractérisation des déchets ménagers solides de la ville de Tlemcen », mémoire de master en science Biologique, spécialité : Ecologie, soutenu le 28/6/2017, sous la direction de Mr.Merzzouk Abdessamed, Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen.
- [11]. B.Remini : L'envasement des barrages quelques exemples algériens.
- [12]. Cheriet .R & Bouhadjela, «Formation Ansys1», Centre Universitaire - Ain Temouchent Institut des sciences et de la technologie-.

- [13]. Desachy, 2001: Les déchets : sensibilisation à une gestion écologique. Ed. TEC & DOC. Paris. 463p.
- [14]. Dorbane N., 2004. Gestion des déchets solides urbains dans le cadre de Développement durable : cas de la ville de Tizi-Ouzou. mémoire de magistère en économie. U. M. M. T.O.
- [15]. Françoise le frious , LNE/DRST, décembre 2010. est disponible sur : [https://metrologie-francaise.lne.fr/sites/default/files/media/document/03\\_proprietes-thermiques-materiaux.pdf](https://metrologie-francaise.lne.fr/sites/default/files/media/document/03_proprietes-thermiques-materiaux.pdf).
- [16]. G.Didier : Guide pour la gestion des opérations de dragage, Décembre 2005, FFPP.
- [17]. Hammouche Nassima & Boubekeur Liza, «Valorisation des boues de dragage dans les bétons et mortiers», mémoire présenté en en vue d'obtention du diplôme de master en génie civil, option : matériaux et structures, Encadré par : Mme : S. Atill, Université Abderrahmane Mira de Bejaia- 2015-2016-.
- [18]. JONS.R ET FACAOARU (1969).
- [19]. Kehila Youcef, « rapport sur la gestion des dechets solides en Algerie », mise à jour Avril 2014.
- [20]. Leslie et Cheesman.
- [21]. Maghniyya Asmahan Bourabah & Saïd Taïbi & Nabil Aboubekr, valorisation des sédiments de dragage de barrages algériens, European Journal of Environmental and civil engineering.
- [22]. M. Ghomari F & Mme Bendi-Ouis A, « teneur en eau», science des materiaux de construction Travaux pratiques, annee universitaire 2007 – 2008.
- [23]. Mirakoff et al, 2008.
- [24]. M. Moudjari1, H. Marouf2\*, M. Foura3, A. Semcha4, M. Mequignon5 .  
 ECO-Materials, Praxis and performance in the perspective of the sustainable urban project approach. case of the transposition of the energy 2D tool in the assessment of the thermal conductivity of the dredges mud brick. J Fundam Appl Sci. 2019, 11(3), 1392-1407.
- [25]. Navarro ; 1994 :
- [26]. Ngo et Regent, 2004 : Déchets et pollution impact sur l'environnement et la santé. Ed, Dunod. Paris. 128p.
- [27]. Nolan & Nicolas, le 7 Janvier 2013. Disponible sur <http://collegejb335.eklablog.com/accueil-c18895987>.

- [28]. Nollet, 1995 : Problème d'environnement dire d'experts. Ed. Entreprise pour l'environnement. 285p
- [29]. N.Proulhac, Ker Lann 2006.
- [30]. O.M.S., 1971 : Réduction, traitement et élimination des déchets. Ed. O.M.S Genève. 340p.
- [31]. Ramade, 2005 : Elément d'écologie, écologie appliquée 6ème édition, Dunod, Paris, 2005. 864p.
- [32]. Ramade, 1979 : Ecotoxicologie, 2ème édition. Ed. Massions, 223p.
- [33]. Remini B.& Bensafia D ; siltation of dams in Arid regions Algerian examples ; département des sciences de l'eau et environnement, faculté de technologie, Université Blida1, Blida 9000, Algérie,( Larhyss journal, ISSN 1112-3680, n°27, Sept 2016, pp. 63-90 © 2016 All rights reserved, Legal deposit 1266-2002).
- [34]. Saker Abdelkader. «étude d'un centre de tri de déchets », mémoire de master en mécatronique, soutenu sous la direction de Mr.Mansouri Mohamed, université Badji – Mokhtar Annaba,2016/2017.
- [35]. S. Biccocchi, B. Bonneaud, «valorisation des déchets comme matériaux Europe etat des réglementations, freins et stimulants »- CADET International, Record 05 0908/1A, mai 2017.
- [36]. Serbah Boumediene, « etude et valorisation des sediments de dragage du barrage Bakhadda Tiaret», mémoire de magister en génie civil, option : géotechnique et environnement, encadreur Abou-Bekr N. Professeur université de Tlemcen& Bourabah M.A. Maître Assistante (A) Université de Tlemcen, Université Aboubakra Belkaïd - Tlemcen – 2010/2011-.
- [37]. [Http://blog.bio-ressources.com/](http://blog.bio-ressources.com/).
- [38]. [Https://www.brique.be/media/1263/fabrication-brique.pdf](https://www.brique.be/media/1263/fabrication-brique.pdf).
- [39]. [Http://cogetrad.com/valorisation-des-déchets/](http://cogetrad.com/valorisation-des-déchets/).
- [40]. [Https://www.constructionlabrique.com/](https://www.constructionlabrique.com/).
- [41]. [Http://dalipotter.byethost3.com/MC/Mat%20Construc%20Chapitre%201.pdf](http://dalipotter.byethost3.com/MC/Mat%20Construc%20Chapitre%201.pdf).
- [42]. [Http://www.fao.org/3/x5328f/x5328f0d.htm#TopOfPage](http://www.fao.org/3/x5328f/x5328f0d.htm#TopOfPage).
- [43]. [Https://fr.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:Accueil\\_principal](https://fr.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:Accueil_principal).
- [44]. [Https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/developpement-durable-dechet-5725/](https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/developpement-durable-dechet-5725/).
- [45]. [Https://www.golden-trade.com/cnt/gt/recyclage-3916-a.html#recycl](https://www.golden-trade.com/cnt/gt/recyclage-3916-a.html#recycl).

- [46]. <https://www.livingcircular.veolia.com/fr>
- [47]. <http://maisonpassiveluberon.e-monsite.com/pages/utile/caracteristiques-thermiques-des-materiaux-isolants.html>.
- [48]. [http://www.memoireonline.com/logo\\_200px.jpg](http://www.memoireonline.com/logo_200px.jpg)
- [49]. <https://mineralmilling.com/fr/comment-faire-des-briques-dargile-tout-ce-que-vous-devez-savoir/>
- [50]. <https://www.oliveoiltimes.com/fr/>
- [51]. <http://popodoran.canalblog.com/profile/343991/index.html>.
- [52]. <http://renover-sans-se-tromper.com/>.
- [53]. <https://www.residencesfamiliales.com/maison-briques/quelles-matieres-premieres>.
- [54]. <http://ressources.univlemans.fr/AccessLibre/UM/Pedago/physique/02/thermo/chaleurspe.html#:~:text=La%20chaleur%20sp%C3%A9cifique%20Cp%20d,K%E2%88%921>.
- [55]. <https://www.scidev.net/afrique-sub-saharienne/>
- [56]. <https://www.senat.fr/rap/o98-415/o98-4152.html>.
- [57]. <http://thesis.univ-biskra.dz/1328/5/partieI%20chapitre%2003.pdf>.
- [58]. [58][https://www.vitaminedz.com/mascara-travaux-de-desenvasement-du/Photos\\_17301\\_203950\\_29\\_1.html](https://www.vitaminedz.com/mascara-travaux-de-desenvasement-du/Photos_17301_203950_29_1.html).
- [59]. [https://fr.wikipedia.org/wiki/Transfert\\_thermique#:~:text=Un%20transfert%20thermique%20appel%C3%A9%20plus,notion%20fondamentale%20de%20la%20thermodynamique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Transfert_thermique#:~:text=Un%20transfert%20thermique%20appel%C3%A9%20plus,notion%20fondamentale%20de%20la%20thermodynamique).