

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Ecole Nationale Polytechnique**



**Département : Génie Chimique**  
**Laboratoire : Valorisation des Energies Fossiles**

**Mémoire de Master**

**Thème :**

**Le kieselguhr et ses applications dans le cadre du développement durable**

Imane MOULAY

Sous la direction de Mme Afia MEFTI

Maître de conférences A, ENP

Présenté et soutenu publiquement le 19 Juin 2016

**Composition du jury :**

<b>Présidente :</b>	Dr. Fairouz KIES	Maître de conférences B, ENP
<b>Promotrice :</b>	Dr. Afia MEFTI	Maître de conférences A, ENP
<b>Examineurs :</b>	Dr. Saliha HADDOUM	Maître de conférences A, ENP
	Pr. Rabah BOUARAB	Professeur, ENP

**ENP 2016**

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Ecole Nationale Polytechnique**



**Département : Génie Chimique**  
**Laboratoire : Valorisation des Energies Fossiles**

**Mémoire de Master**

**Thème :**

**Le kieselguhr et ses applications dans le cadre du développement durable**

Imane MOULAY

Sous la direction de Mme Afia MEFTI

Maître de conférences A, ENP

Présenté et soutenu publiquement le 19 Juin 2016

**Composition du jury :**

<b>Présidente :</b>	Dr. Fairouz KIES	Maître de conférences B, ENP
<b>Promotrice :</b>	Dr. Afia MEFTI	Maître de conférences A, ENP
<b>Examineurs :</b>	Dr. Saliha HADDOUM	Maître de conférences A, ENP
	Pr. Rabah BOUARAB	Professeur, ENP

## *Dédicaces*

*A tous ceux qui m'aiment*

*ET,*

*A tous ceux que j'aime.*

*Imane*

## Remerciements

Toute ma gratitude, grâce et remerciement vont à Dieu le tout puissant qui m'a donné la force, la patience, le courage et la volonté de finir ce travail à temps.

Je tiens à remercier infiniment Mme A. MEFTI, ma promotrice, pour tout le soutien, l'aide, l'orientation, la guidance qu'elle m'a apportés, ainsi que pour ses précieux conseils et ses encouragements lors de la réalisation de mon mémoire.

Je voudrai adresser mes vifs remerciements aux membres du jury de mémoire :  
Madame F. KIES, pour l'honneur qu'elle m'a fait en acceptant de présider le jury de ma soutenance.

Monsieur R. BOUARAB et Madame S. HADDOUM d'être parmi les membres de jury et de me faire l'honneur d'examiner ce travail.

J'adresse aussi mes sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de me rencontrer et répondre à mes questions durant mes recherches.

Je remercie mes très chers parents, Mohamed et Zohra, qui ont toujours été là pour moi, « vous vous êtes sacrifiés pour vos enfants n'épargnant ni santé ni efforts. Vous m'avez donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. Je vous suis redevable d'une éducation dont je suis fière ».

Enfin, je remercie mes amis et camarades de promotion pour ces années passées ensemble, dans les meilleurs moments comme dans les pires.

# Résumé

## ملخص

أعطيت هذه الدراسة بهدف تقديم ملخص مرجعي عن الدياتومييت (المعروف أيضا باسم تراب الدياتوم) وتطبيقاته، والتي هي ذات صلة في عدد كبير جدا من المجالات.

لقد قمنا بتعريف الدياتومييت، مركباته وخواصه، وصنفنا حقول الدياتومييت على المستوى الوطني والعالمي. في الجزء الثاني من هذه الدراسة استمر عرض التطبيقات والصناعات المختلفة التي تستخدم الدياتومييت منها: الترشيح، واستخدامه كماصة وفي حشو الدهانات وصناعة المواد الحرارية والمواد العازلة وغيرها.

**الكلمات المفتاحية:** الدياتومييت، تراب الدياتوم، الترشيح، حمل.

## Abstract

This study was given the objective of presenting a bibliographical synthesis on the kieselguhr (also known as diatomaceous earth) and its applications, which are of great benefit in many fields.

We defined diatomite, their compositions and characteristics. We have established a classification and identified national and international deposits.

In the second part of this study we expounded about different applications and industries using diatomaceous materials which are : filtration, absorption, painting load as well as the manufacture of refractory and insulating products.

**Keywords :** Kieselguhr, diatomite, diatomaceous, filtration, load.

## Résumé

Cette étude s'est donné pour objectif de présenter une synthèse bibliographique sur le kieselguhr (appelé aussi terres à diatomées) et ses applications, qui présentent un intérêt dans de très nombreux domaines.

Nous avons défini les diatomites, leurs compositions, leurs propriétés. Nous avons établi une classification et recensé les gisements nationaux et internationaux.

Dans la deuxième partie de cette étude nous nous sommes attardées sur la présentation des différentes applications et secteurs d'utilisations des matériaux diatomitiques qui sont : la filtration, l'utilisation comme absorbant, comme charge dans les peintures, la fabrication des produits réfractaires et isolants entre autres.

**Mots clés :** Kieselguhr, diatomite, diatomée, filtration, charge.

## Table des matières

Liste des tableaux.

Liste des figures.

Liste des abréviations.

**Introduction générale**..... 11

### Chapitre 1 : Identification du matériau

1.1.	Définition .....	13
1.2.	Géologie .....	15
1.3.	Types de gisements .....	16
1.3.1.	Les gisements marins .....	17
1.3.2.	Les gisements continentaux .....	17
1.4.	Propriétés physiques et spécifications .....	18
1.4.1.	Densité absolue .....	18
1.4.2.	Densité apparente .....	18
1.4.3.	Point de fusion .....	18
1.4.4.	Indice de réfraction .....	18
1.4.5.	Porosité et pouvoir absorbant.....	19
1.4.6.	Chaleur spécifique .....	19
1.5.	Composition chimique .....	19
1.6.	Processus de traitement .....	20
1.7.	Classification du kieselguhr .....	21

### Chapitre 2 : Origine et gisements

2.1.	Production mondiale .....	24
2.2.	Le kieselguhr en Algérie .....	25
2.2.1.	Les principaux gisements de diatomite d'Algérie .....	25
2.2.2.	Production nationale .....	27

2.2.3.	Les principaux consommateurs de kieselguhr en Algérie .....	28
2.3.	Le gisement de diatomite de Sig .....	28
2.3.1.	Présentation et localisation du Gisement .....	28
2.3.2.	Les réserves de minerai.....	29
2.3.3.	La composition chimique du minerai.....	29

### **Chapitre 3 : Applications et domaines d'utilisation**

3.1.	Généralités.....	32
3.2.	La filtration.....	33
3.2.1.	Principe de filtration .....	34
3.2.2.	Adjuvant de filtration .....	34
3.3.	Utilisation comme charge.....	37
3.3.1.	Charge dans les peintures.....	38
3.3.2.	Charge dans les matières plastiques.....	39
3.3.3.	Charges dans d'autres produits manufacturés.....	39
3.4.	Utilisation comme absorbant.....	40
3.5.	Produits isolants et réfractaires .....	42
3.6.	Autres secteurs d'utilisation .....	43
	<b>Conclusion générale .....</b>	<b>45</b>
	<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>47</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.1</b> : Composition chimique du kieselguhr de différentes régions du monde .....	19
<b>Tableau 1.2</b> : Propriétés physico-chimiques de différents types de kieselguhr .....	22
<b>Tableau 2.1</b> : Production mondiale de diatomite (en milliers de tonnes).....	24
<b>Tableau 2.2</b> : Principaux gisements de diatomite d'Algérie.....	25
<b>Tableau 2.3</b> : Principaux consommateurs en Algérie.....	28
<b>Tableau 2.4</b> : Réserves totales du gisement du Djebel Tahalait calculé par SONAREM.....	29
<b>Tableau 2.5</b> : Composition chimique moyenne de chaque bloc du gisement .....	30



## Liste des figures

<b>Figure 1.1</b> : Diatomée vivante .....	14
<b>Figure 1.2</b> : Schéma des différentes phases du traitement de la diatomite.....	20
<b>Figure 1.3</b> : Etapes de traitement de différents types de kieselguhr.....	21
<b>Figure 2.1</b> : Carte des principaux pays producteurs de diatomite dans le monde (1995).....	25
<b>Figure 2.2</b> : Carte géologique de la région ouest avec les principaux gisements.....	27
<b>Figure 3.1</b> : Filtre à plateaux horizontaux utilisant un adjuvant de filtration .....	35
<b>Figure 3.2</b> : Structure poreuse du kieselguhr.....	41

## Liste des abréviations

**ADN** : Acide Désoxyribonucléique.

**BP** : Boite Postale.

**CW** : Chemin Wilaya.

**n°** : numéro.

**Prox.** : Proximité.

**PVC** : Polychlorure de Vinyle.

**RN** : Route Nationale.

**SNTA** : Société Nationale des Tabacs et Allumettes.

**SONAREM** : Société Nationale de Recherche et d'Exploitation Minière.

# **Introduction générale**

## Introduction générale

Le territoire algérien renferme un grand potentiel en matière de ressources minérales, la diversité de ses faciès géologiques lui assure une richesse en tous types de minéralisations.

Toutefois, l'exploitation de ces richesses et l'élaboration d'un projet minier n'est pas une mince affaire. Plusieurs paramètres, ayant trait aux méthodes d'évaluation, aux procédés de traitement, à l'environnement ainsi qu'à l'économie et aux marchés, doivent être pris en considération.

Dans le présent travail, nous nous intéresserons à un minerai particulier tant par rapport à ses propriétés physico-chimiques uniques qu'à ses diverses utilisations dans de multiples industries : la diatomite.

En effet la diatomite ou terres à diatomées (appelée aussi kieselguhr) est une roche sédimentaire formée par l'accumulation en milieu aquatique de carapaces siliceuses finement structurées de micro-organismes : les diatomées. Les propriétés physico-chimiques de la diatomite lui confèrent la possibilité d'être utilisée dans différentes applications industrielles comme produit de filtration, produit de charge, matière première dans la fabrication de briques, agrégats légers dans la fabrication du ciment Portland et des applications spéciales dans le biomédical et la cosmétique.

On trouve sur le marché mondial de la diatomite naturelle qui reçoit un traitement mécanique, de la diatomite calcinée et on trouve aussi de la diatomite fluxée (activée).

La diatomite a retenu notre attention car elle constitue le renfort utilisé dans la préparation des matériaux composites de l'étude expérimentale réalisée dans le cadre de notre projet de fin d'étude.

Le but de ce travail de master est de présenter une synthèse bibliographique sur le kieselguhr, qui présente un intérêt dans de très nombreux domaines dans le cadre du développement durable.

Pour ce faire, le présent travail sera structuré de la façon suivante :

- ❖ Le premier chapitre sera consacré à l'identification de la diatomite.
- ❖ Le second chapitre portera sur les gisements de diatomite dans le monde et en Algérie.
- ❖ Dans le troisième et dernier chapitre seront présentées les différentes utilisations de la diatomite.

# **Chapitre 1 :**

## **Identification du matériau**

## 1.1. Définition

La diatomite est une roche sédimentaire siliceuse d'origine biogénique, de couleur claire, légère et poreuse, meuble ou consolidée, constituée entièrement ou essentiellement de squelettes de diatomées fossilisées [1].

Les termes : « terre à diatomées » et « kieselguhr » sont synonymes de diatomite. "Diatomite argileuse" et "argile à diatomées" désignent des roches moins riches en diatomées. "Moler" (ou "terre de moler") est un nom accepté internationalement pour qualifier une diatomite argileuse d'origine danoise, pouvant contenir jusqu'à 30 % d'argiles smectiques [2].

Les termes « farine fossile », « silice fossile », « terre d'infusoires », « poudre à polir », « tripolite », « poudre de tripoli », « farine de montagne », « ceysatite » et « randannite » (de Randanne), anciennement employés pour désigner des roches diatomitiques, sont à présent obsolètes[3].

Le terme "diatomite" a parfois été improprement utilisé pour qualifier toute formation sédimentaire siliceuse. Or, il convient de distinguer la diatomite d'origine végétale, des roches suivantes [4] :

- Spongolite, d'origine animale, composée de spicules d'éponges.
- Radiolarite, d'origine animale, constituée de tests de radiolaires.
- Tripoli, roche siliceuse résiduelle composée de quartz très finement cristallisé, résultant du lessivage de calcaires siliceux ou de cherts calcaires.

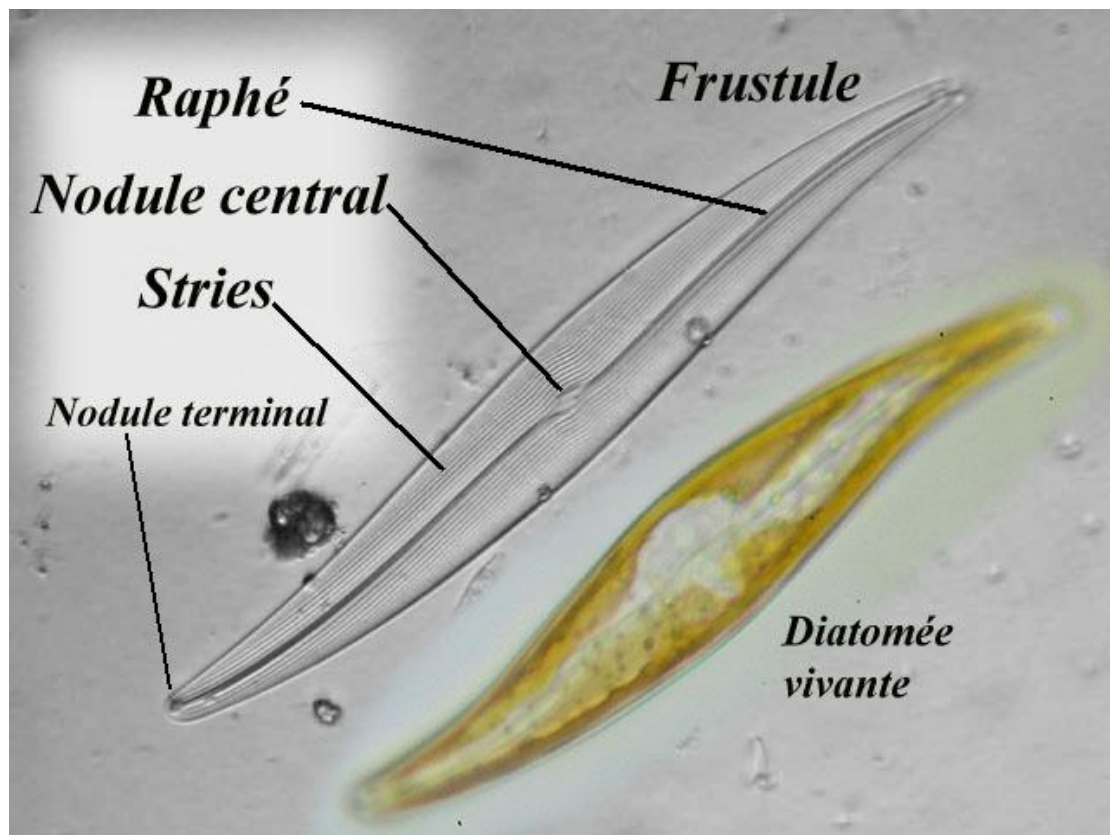
La diatomite est constituée majoritairement de silice amorphe hydratée, de type opaque, et contient par ailleurs de la matière organique, des cristaux et des éléments clastiques en proportions variables.

Les diatomées (du grec dia, à travers. et tomos, section) sont des plantes unicellulaires aquatiques, marines ou lacustres, planctoniques (formes flottantes) ou benthiques (formes fixées sur les substrats immergés), apparentées aux algues brunes (Bacillariophycées). A ce jour, plus de 12 000 espèces différentes de diatomées ont été identifiées et leurs associations reflètent fidèlement les caractéristiques physico-chimiques du biotope (profondeur, température, transparence des eaux, salinité, pH, ...) [5].

Elles sont connues depuis le Jurassique (60 Ma) et existent encore.

Une diatomée vivante et adulte, se compose [6] :

- D'une membrane externe, nommée coleoderme (ou thalle).
- D'une carapace siliceuse, ou frustule, constituée de deux valves emboîtées l'une dans l'autre.
- D'une cellule membraneuse occupant l'intérieur de la carapace.



**Figure 1.1** : Diatomée vivante [7].

Les diatomées sont subdivisées en deux groupes morphologiques principaux : les formes penniques, à symétrie axiale, et les formes centriques, à symétrie radiale.

Après leur mort, seuls subsistent les squelettes siliceux qui, par accumulation, donnent naissance à la diatomite. Ces frustules sont finement ornés (pores et excroissances), d'où une structure complexe, et leur taille varie de 0,75 à 1 000  $\mu\text{m}$  (10 à 150  $\mu\text{m}$  dans la majorité des cas) [8].

## 1.2. Géologie

Bien que les diatomées ne soient pas spécifiques d'une période géologique donnée, elles sont devenues abondantes au Crétacé terminal et leur développement a été le plus important au Tertiaire et au Quaternaire. La plupart des gisements d'intérêt économique sont d'âge tertiaire, notamment miocène, et d'origine lacustre [8].

Les conditions environnementales favorables à la prolifération et à la croissance de diatomées, plus ou moins dépendantes les unes des autres sont globalement les suivantes [8] :

- Vaste bassin peu profond (profondeurs 35 m) et degré d'éclairement des eaux suffisant pour permettre la photosynthèse.
- Milieu de sédimentation calme (apport minimal de matériaux détritiques) et à basse température (zones d'altitude, périodes glaciaires, ...).
- Abondance de silice soluble (nécessaire à la constitution d'une partie de l'organisme de la diatomée : le frustule) et de substances nutritives (phosphates et nitrates principalement, cuivre, cobalt et fer également).
- Absence de substances toxiques ou inhibitrices de croissance (sels solubles par exemple).

Les diatomées vivent dans des eaux douces, saumâtres et salées, mais peu d'espèces prospèrent dans tous ces environnements à la fois. Après leur mort, les frustules siliceux s'accumulent dans les bassins de sédimentation à des rythmes variables, pouvant atteindre plusieurs millimètres à 2,5 cm/an quand l'apport de silice est important et continu.

En plus des conditions favorables à un développement optimal des diatomées, qui viennent d'être évoquées, d'autres facteurs sont nécessaires à la formation des gisements de diatomite. Ils concernent la formation des réservoirs d'eau, l'atteinte d'un degré de pureté maximal du dépôt, la capacité volumétrique et la concentration du gisement [5].

Pour qu'un dépôt atteigne un degré de pureté maximal, il convient que le milieu de sédimentation soit épargné de contaminations et de pollutions de différentes natures :

- Chimique : la présence de calcium et de magnésium sous forme colloïdale dans l'eau, liée à la nature des formations encaissantes, conduit, sous climat chaud et en milieu agité, à la formation de carbonates. Il convient donc de rechercher des zones calmes développées sous de basses températures.



## Chapitre 1 : Identification du matériau

---

- Aérienne, qui correspondent aux projections volcaniques, d'où l'intérêt de rechercher des dépôts situés spatialement hors de leur portée, ou développés au cours de périodes de calme éruptif.

La capacité volumétrique d'un gisement dépend [9] :

- Des dimensions et de la forme du réservoir : l'accumulation des diatomées est d'autant plus importante que le réservoir est de grande taille, et que sa profondeur est grande comparativement à sa superficie.
- Des conditions environnementales et de sédimentation, qui doivent rester stables pendant une période de l'ordre de plusieurs milliers à plusieurs dizaines de milliers d'années.

La diatomite étant une roche tendre, un gisement ne sera préservé que s'il est [9] :

- ❖ Protégé contre l'érosion : contextes géomorphologique et hydrogéologique (zone maintenue à l'écart du réseau de drainage) favorables, présence d'une couverture de formations géologiques plus résistantes (coulées de lave) ou épaisses (moraines).
- ❖ Epargné des processus géologiques susceptibles d'affecter les caractéristiques initiales du dépôt.

Il apparaît donc que, malgré le fait que les diatomées soient des organismes couramment rencontrés, dans différents contextes géologiques, et que les indices de diatomite soient communs, les gisements de diatomite présentant une réelle importance économique, aux niveaux qualitatif et quantitatif, sont rares. On n'en dénombre qu'une vingtaine dans le monde, susceptibles de fournir des produits finis dits "nobles".

### 1.3. Types de gisements

On distingue habituellement deux grands types de gisements de diatomite [10] :

- Les gisements marins.
- Les gisements continentaux (lacustres principalement).

### 1.3.1. Les gisements marins

Les dépôts marins de diatomite se rencontrent dans des bassins épicontinentaux, de faible profondeur, et au grand large comme en témoignent les boues à diatomées rencontrées actuellement dans les eaux froides de la ceinture péri-antarctique et de la bordure du Pacifique nord.

Elles sont également présentes dans certains courants froids (courant du Labrador) et à leurs zones de remontée (dans le golfe de Californie). Il a été dénombré jusqu'à un million de diatomées par millilitre d'eau dans de tels contextes [10].

- **Un exemple de gisements marins : le gisement de Lompoc en Californie**

Situé à une vingtaine de kilomètres de la côte actuelle du Pacifique, et à 70 km au nord-ouest de Santa Barbara dans l'état de Californie, le gisement de Lompoc est le plus important du monde [11].

### 1.3.2. Les gisements continentaux

En domaine continental, les dépôts de diatomite présentent une variabilité plus grande que dans les environnements marins pour ce qui est du pH, de la salinité et de l'abondance des substances nutritives. Bien que moins vastes, d'une manière générale, que les dépôts marins, ils peuvent néanmoins atteindre des épaisseurs de plusieurs dizaines de mètres [10].

- **Un exemple de gisements continentaux : le gisement du Lac Myvatn en Islande**

Le gisement du Lac Myvatn au nord de l'Islande s'il n'est pas exceptionnel par la taille n'en est pas moins un exemple remarquable de gisement lacustre en milieu continental. Situé au cœur des structures volcaniques dont sont issues les terres islandaises, il offre la possibilité d'analyser en détail les circonstances à l'origine de tels gisements.

Les dépôts les plus anciens datés de l'Holocène se poursuivent actuellement (quelques millimètres par an) favorisés par la faible profondeur du lac, des conditions climatiques assez sévères, le chimisme des eaux entretenu par une intense activité fumerollienne et des apports détritiques limités avec comme principale composante des cendres plus ou moins fines liées à l'activité sporadique des appareils volcaniques environnants. L'extraction est réalisée par dragage du fond du lac [8].

### **1.4. Propriétés physiques et spécifications**

Le Kieselguhr est une matière ressemblant à la craie, farineuse, peu compacte, de couleur blanche, verdâtre ou rougeâtre. Parmi les spécifications les plus courantes citons, la densité absolue, la densité apparente, le point de fusion, l'indice de réfraction, porosité et pouvoir absorbant, et enfin la chaleur spécifique [12].

#### **1.4.1. Densité absolue**

La densité absolue du kieselguhr varie entre 1.9 et 2.3, elle est analogue à celle de l'opale qui forme également une silice hydratée [13].

#### **1.4.2. Densité apparente**

La densité apparente constitue, dans beaucoup de cas, un facteur important dans la détermination de la qualité. La densité apparente du kieselguhr peut s'établir de la façon suivante :

La roche préalablement réduite en poudre, est séchée pendant 48 heures dans une étuve à air, chauffée à 100/110°C. La densité apparente doit être prise sur le poids d'un litre dans des conditions de tassement bien déterminées. Pour se situer dans ces conditions, on utilisera l'appareil préconisé par la commission des méthodes d'essais (appareil le Chatelier). On arrêtera le remplissage lorsque le kieselguhr atteindra le bord du litre du récipient préconisé, et on enlèvera l'excès de matière en faisant glisser l'arête d'une règle plate sur ce bord, puis on pèsera. On prendra comme densité apparente la moyenne de cinq essais [13].

#### **1.4.3. Point de fusion**

Le point de fusion de la diatomite est de 1500 à 1600°C. Pour certaines qualités impures, le point de fusion est compris entre 1200 et 1300°C. Le point de ramollissement est aux environs de 1100°C. Il est admis qu'une diatomite de qualité moyenne n'offre aucune modification de forme, volume et aspect, jusqu'à la température de 871°C [13].

#### **1.4.4. Indice de réfraction**

L'indice de réfraction de la diatomite est variable, mais se situe aux environs de 1.44 et 1.46 [13].

### 1.4.5. Porosité et pouvoir absorbant

Pour la plupart des diatomites, les propriétés poreuses et d'absorption varient avec la densité apparente. La porosité d'une diatomite de bonne qualité varie entre 80 et 85%. Plus la densité apparente est petite, plus le pouvoir absorbant est élevé [13].

### 1.4.6. Chaleur spécifique

La chaleur spécifique du kieselguhr est en moyenne de 0.25 [cal/kg.°C] [13].

## 1.5. Composition chimique

Les diatomites exploitées industriellement présentent à l'état brut des teneurs en silice comprises entre 85 et 94%, les autres éléments significativement exprimés ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) traduisant la présence d'impuretés, notamment d'argiles et de carbonates [14].

La diatomite étant essentiellement constituée de silice (amorphe et hydratée dans le produit naturel), elle possède une bonne inertie chimique. Après traitement, elle est insoluble dans les solutions acides (à l'exception de l'acide fluorhydrique) ou légèrement alcalines. Par contre, en milieu très alcalin, la diatomite a un effet pouzzolanique, c'est-à-dire a la capacité, à température ambiante et en présence d'eau, de fixer la chaux pour donner des composés stables possédant les propriétés hydrauliques du ciment. Elle est modérément réfractaire (point de ramollissement situé entre 1 400 et 1 600°C).

La composition chimique du kieselguhr de différentes régions est présentée dans le tableau 1.1.

**Tableau 1.1** : Composition chimique (%) du kieselguhr de différentes régions du monde [14].

Constituant	Californie	Nevada	France	Allemagne
$\text{SiO}_2$	88,9	83,13	86	89,5
$\text{Al}_2\text{O}_3$	3	4,6	2,8	4,1
$\text{CaO}$	0,53	2,5	0,6	0,5
$\text{MgO}$	0,56	0,64	-	-
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	1,69	2	4,7	1,6
$\text{Na}_2\text{O}$	1,44	1,6	0,7	3,6
$\text{K}_2\text{O}$	1,44	1,6	0,7	3,6
$\text{V}_2\text{O}_5$	0,11	0,05	-	-
$\text{TiO}_2$	3,60	5,3	-	-
Perte au feu	0,14	0,18	0,3	0,2

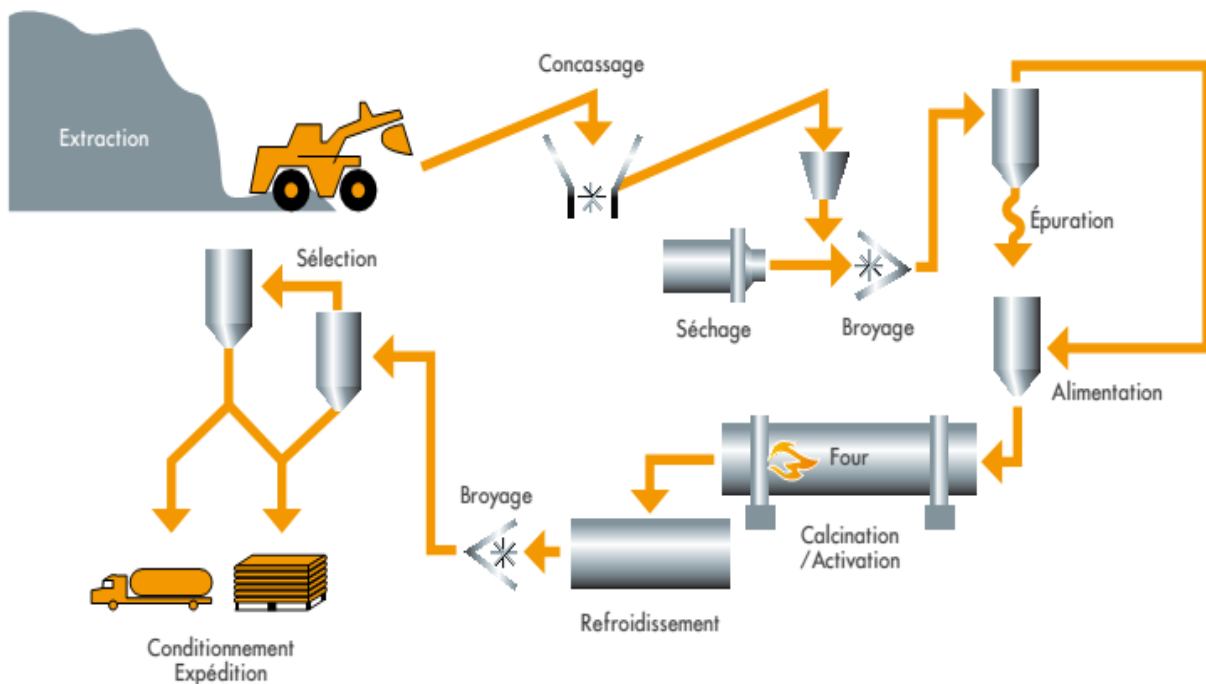
## 1.6. Processus de traitement

Après concassage, le minerai est séché, broyé puis épuré pour atteindre sa forme pulvérulente. Cette poudre est alors introduite dans un four à haute température pour :

- ❖ Calcination afin d'éliminer les matières organiques, d'adapter la porosité et de permettre l'agglomération par pontage des diatomées.
- ❖ Calcination /activation en présence d'un agent fondant qui accroît le frittage entre les particules et les blanchit.

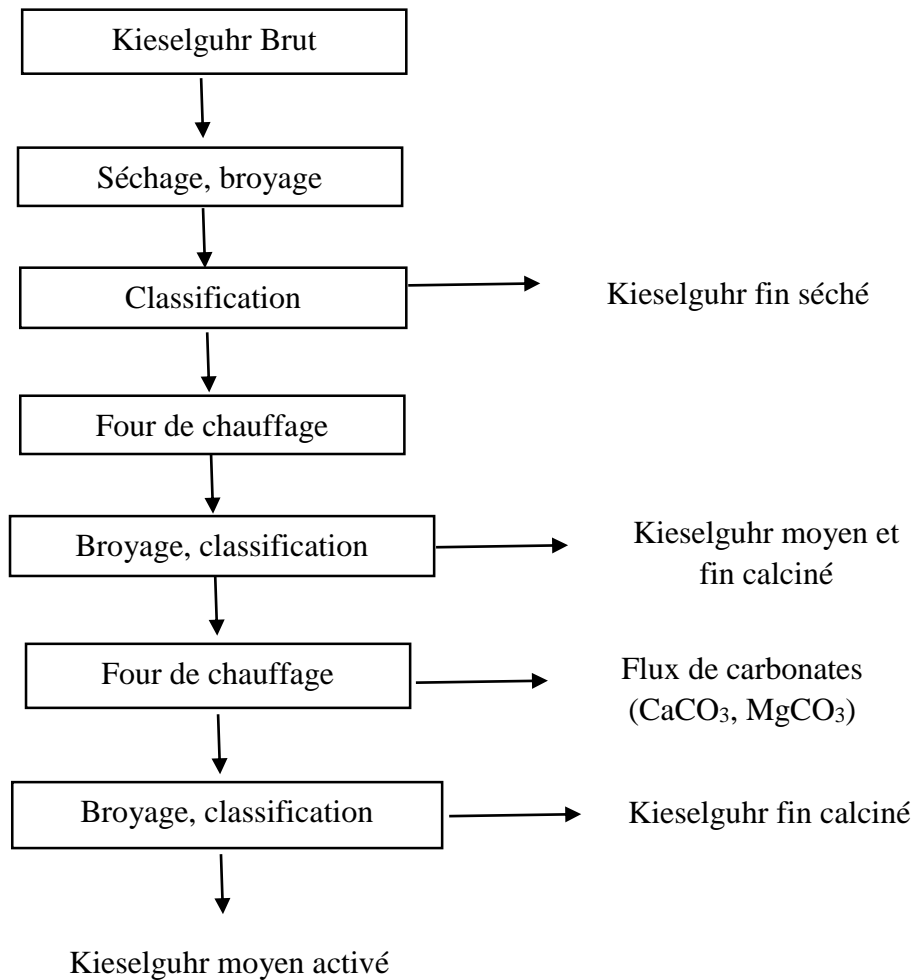
Après refroidissement, le produit est broyé puis sélectionné afin de réaliser des coupes granulométriques précises répondant aux diverses applications [15].

Le processus de traitement est illustré sur la figure 1.2 :



**Figure 1.2** : Schéma des différentes phases du traitement de la diatomite [15].

Les étapes de traitement pour différents types de kieselguhr sont présentées dans la figure 1.3



**Figure 1.3 :** Etapes de traitement de différents types de kieselguhr.

## 1.7. Classification du kieselguhr

Suivant le type de traitement, on peut classer le kieselguhr en trois classes [16] :

- ❖ **Kieselguhr sec** : Suivant les conditions climatiques où se trouve le gisement, les conditions de transport et de stockage du matériau, l'humidité peut varier de 30 à 65 %. Cette humidité peut être éliminée par séchage dans des fours.
- ❖ **Kieselguhr calciné** : Pour changer la taille des grains, on procède à un chauffage à des températures comprises entre 800 et 1000 °C. Le degré de consolidation des particules est fonction de cette température et du temps de traitement.
- ❖ **Kieselguhr activé** : Le kieselguhr est calciné avec ajout d'alcalin tel que du carbonate de sodium (1 à 6%). Les deux composés seront bien mélangés puis traités à des

## Chapitre 1 : Identification du matériau

---

températures de 1000 à 1200 °C. L'ajout de carbonate conduit à la formation de silicate de sodium, fondant nécessaire à l'agglomération des grains.

Le tableau 1.2 présente quelques propriétés physiques de différentes variétés de kieselguhr.

**Tableau 1.2** : Propriétés physico-chimiques de différents types de kieselguhr [16].

Propriétés	Kieselguhr Américain séché	Kieselguhr Danois calciné	Kieselguhr Américain calciné	Kieselguhr Français calciné	Kieselguhr Allemand calciné	Kieselguhr USA activé
Couleur	Blanche Grise	Jaune Marron	Rose	Jaune Marron	Marron	Blanche
pH	7	5.2	7.5	6.9	7	9.7
Diamètre moyen (µm)	14.2	19.3	15.9	14.1	13.9	30.1
Perméabilité (darcy)	0.06	0.09	0.28	0.09	0.08	1.6
Quantité cristalline %	2	2.2	7.6	9.2	9.8	59.7
Masse volumique (g/l)	288	280	271	255	209	290

# **Chapitre 2 :**

## **Origine et gisements**



## Chapitre 2 : Origine et gisements

---

### 2.1. Production mondiale

En 2013, 2.15 millions de tonnes de diatomites ont été produits dans le monde [17]. Les Etats Unis sont les plus gros producteurs et consommateurs avec une production de 770 000 tonnes (220 millions de \$). Les Etats Unis sont suivis par la Chine, le Danemark et le Japon (tableau 2.1).

**Tableau 2.1 : Production mondiale de diatomite (en milliers de tonnes) [17].**

<b>Pays</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
Etats Unis	735	770
Chine	420	420
Danemark	338	325
Japon	100	100
Mexique	85	85
Pérou	81	80
France	75	75
Argentine	55	60
Espagne	50	50
Autres pays	181	180
Total mondial	2 120	2 150

Le prix unitaire de la diatomite varie largement suivant le pays et ses différentes applications, de approximativement 7.00 \$ la tonne comme agrégats légers dans le ciment portland jusqu'à 400 \$ la tonne dans des marchés spéciaux limités, dont l'art, la cosmétique et l'extraction de l'ADN.



**Figure 2.1** : Carte des principaux pays producteurs de diatomite dans le monde (1995) [16].

## 2.2. Le kieselguhr en Algérie

### 2.2.1. Les principaux gisements de diatomite d'Algérie

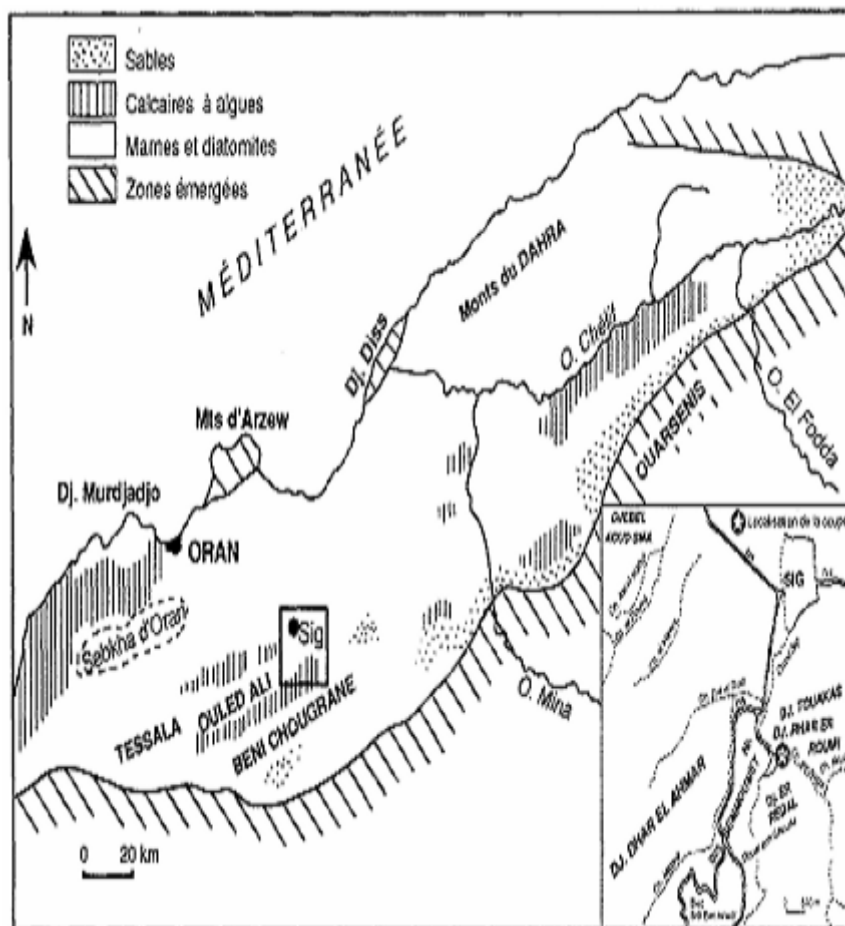
Les principaux gisements de diatomite d'Algérie se situent dans la région Ouest et sont présentés dans le tableau 2.2 [16].

**Tableau 2.2** : Principaux gisements de diatomite d'Algérie

Gisement (wilaya)	Accès desserte	Géologie	Composition qualité	Utilisations (production)	Réserves, conditions de gisement
<b>Noumène (Tlemcen)</b>	CW108 : 4km Port de Ghazaouet à 40km	Diatomite Avec marnes (Miocène)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 6,0% SiO <sub>2</sub> 57,5% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2,3% CaO 13,34% MgO 2,3% K <sub>2</sub> O 0,87%	Charge et absorbant	Très importantes, faible recouvrement
<b>Grimez- secteurs chadlia et Tahalaït- (Mascara)</b>	Prox. RN4- RN6 Usine : à 16km Port de Ghazaouet 50km	Miocène terminal	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 3,32% SiO <sub>2</sub> 59,86% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 1,5% CaO 12,8% MgO 4,73%	Filtration, Charge et absorbant	1 Mt exploitables réserves géologiques : 6Mt (5 à 7 couches de 0,5 à 4 m d'épaisseur)

## Chapitre 2 : Origine et gisements

<b>Mascara</b>	Prox. RN13	Miocène terminal	Qualité moyenne	Charge, ciment	8 couches de 0,4 à 4,5m d'épaisseur, gisement à réévaluer
<b>AbdelMalek Ramdane (ex Ouillis) (Mostaganem)</b>	Prox, RN11 Port : Mostaganem 35km	Miocène supérieur	SiO <sub>2</sub> >80% Peu carbonatée	Charge, absorbant, ciment. Exploitation arrêtée	Environ 15 couches de 0,2 à 1m sur 20m d'épaisseur (surface 3 ha, peu de recouvrement) Gisement à réévaluer.
<b>Beni zagouani (Mostaganem)</b>	Prox. RN11	Miocène terminal		Charge, absorbant, ciment	Réserves 0,36 Mt
<b>Djebel Meni (Mostaganem)</b>	Prox. RN11	Miocène	Peu carbonatée	Charge, absorbant, ciment	Couche de 1,5m d'épaisseur
<b>Guellal (Mostaganem et Relizane)</b>	Prox.CW8A	Miocène terminal	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 3,5% SiO <sub>2</sub> 61,6% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2% CaO 13,3% MgO 0,96% K <sub>2</sub> O 0,6%	Charge, absorbant, ciment	Couche de 0,5m à 2m d'épaisseur



**Figure 2.2 :** Carte géologique de la région ouest avec les principaux gisements [16].

### 2.2.2. Production nationale

Le kieselguhr est produit, par le groupe public ENOF, qui exploite un gisement de diatomée localisé à Sig dans la wilaya de Mascara. La production de kieselguhr pour l'année 2009, s'est élevée à 1 847 tonnes en augmentation de +10.1%, par rapport à l'année 2008.

La tendance de la production de kieselguhr est à la baisse depuis l'année 2000. A partir de l'année 2005 la production tourne autour de 1 800 tonnes, suivant la demande, relativement stable, exprimée par les deux principaux clients utilisateurs, à savoir l'Entreprise de Production de Consommables & Dérivés Sidérurgiques, spa (CODESID) et la société Nationale des Tabacs et Allumettes (SNTA) [19].

### 2.2.3. Les principaux consommateurs de kieselguhr en Algérie

Tableau 2.3 : Principaux consommateurs en Algérie [19].

Nom de l'entreprise	Domaine	Adresse
Brasserie de l'atlas Sarl	Brasserie	6 bis route de Dely Ibrahim Cheraga, Alger.
Brasserie star d'Algérie	Brasserie	BP 374 zone industrielle El Kseur 06310, Bejaia.
Société des grands crus de l'ouest	Brasserie	Zone industrielle 3, Oran.
Société des nouvelles brasseries	Brasserie	Exploitation Sidi Ibrahim route d'Oran Oued Tililat Oran
Tango- Heineken	Brasserie	Route nationale n° 5 Rouïba, Alger.
Cevital agro-industrie	Huiles	Cevital nouveau quai port de Bejaia.
AFIA international Algérie	Huiles	Zone industrielle Hassi Ameer 31291 Hassi Bounif, Oran.
SNTA El Khroub	Charge	Cité Benboulaïd Khroub.
SNTA Sig	Charge	BP 167 zone industrielle Sig
CODESID ANNABA	Charge	Immeuble ENSID Chaïba Annaba

### 2.3. Le gisement de diatomite de Sig

#### 2.3.1. Présentation et localisation du Gisement

Le gisement de kieselguhr (diatomite) fait partie du Massif de Grimez. Ce massif, dont le centre est situé à environ 5 km au sud-est de la ville de Sig à laquelle il est relié par une route d'une longueur de 15 Km. Le gisement de Tallait est associé à une hauteur accidentée de ravins et de vallées aux pentes assez raides. Les hauteurs absolues du gisement varient de 320 à 424 m pour une dénivellation maximale qui ne dépasse pas une centaine de mètres [19].

La structure géologique du gisement de Sig (Tallaït) est constituée par des sédiments marins du Miocène supérieur et par des formations Quaternaires [20].

### 2.3.2. Les réserves de minerai

Le calcul des réserves a été effectué suivant la méthode des blocs géologiques. Toute la superficie du gisement a été divisée en 8 blocs géologiques tout en tenant compte des particularités géologiques et géomorphologiques du chantier [19].

**Tableau 2.4 : Réserves totales du gisement du Djebel Tahalait calculé par SONAREM.**

Bloc	Dimension du bloc		Masse Vol (T/m <sup>3</sup> )	Réserves en Tonnes
	Épaisseur moyenne (m)	Volume (m <sup>3</sup> )		
<b>I</b>	4,8	363 514	0,95	345 338
<b>II</b>	3,9	544 959	0,95	517 711
<b>III</b>	4,9	1 447 960	0,95	1 375 562
<b>IV</b>	3,9	406 637	0,95	386 306
<b>V</b>	5,0	458 090	0,95	435 186
<b>VI</b>	5,2	213 148	0,95	202 491
<b>VII</b>	7,0	1 762 922	0,95	1 674 776
<b>VIII</b>	6,8	1 725 500	0,95	1 639 225
<b>TOTAL</b>			<b>6 575 500 tonnes</b>	

Ces réserves sont très importantes et largement sous exploitées au rythme actuel de production.

### 2.3.3. La composition chimique du minerai

La composition chimique du kieselguhr algérien de plusieurs échantillons se résume dans le tableau 2.5 [19].

## Chapitre 2 : Origine et gisements

---

**Tableau 2.5** : Composition chimique moyenne de chaque bloc du gisement

	<b>SiO<sub>2</sub> %</b>	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> %</b>	<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> %</b>	<b>TiO<sub>2</sub>%</b>	<b>CaO %</b>	<b>MgO %</b>	<b>K<sub>2</sub>O%</b>
I	78,96	2,15	0,67	0,24	7,51	1,53	0,79
II	80,08	1,9	0,91	0,2	8,41	1,6	0,7
III	83,05	1,67	0,75	0,18	5,36	1,46	0,61
IV	73,44	2,51	0,88	0,26	11,71	1,76	0,88
V	79,8	1,69	0,6	0,14	8,47	1,04	0,46
VI	83,85	3,86	2,03	0,29	0,63	0,64	0,84
VII	65,02	15,68	4,68	0,82	1,14	0,43	1,15
VIII	82,28	8,42	1,4	0,62	0,38	0,35	0,64
IX	81,41	5,86	1,25	0,33	0,3	0,67	0,91
Moyenne	78,65	4,86	1,46	0,34	4,88	1,05	0,78

**Chapitre 3 :**  
**Applications et domaines**  
**d'utilisation**



### 3.1. Généralités

La diatomite possède une combinaison de propriétés physiques et chimiques qui la rend unique, elle a :

- Une faible densité.
- Une porosité élevée.
- Une perméabilité élevée.
- Une fine distribution granulométrique.
- Une surface spécifique assez importante.
- Une faible conductivité thermique.
- Une capacité d'absorption élevée.
- Une dureté variable.
- Et une inertie chimique [21].

Tout ceci fait de la diatomite un minéral particulier qui possède une large gamme d'utilisations industrielles. D'après la littérature, les utilisations des diatomites se font dans diverses industries et applications comme [21] :

- La pharmacologie et la cosmétique.
- La métallurgie.
- La fabrication des peintures (augmentation du volume des peintures par ajout d'une charge).
- La fabrication du papier (aspect brillant des feuilles de papier).
- L'agriculture.
- La fabrication de pâte pour empreintes dentaires.
- La fabrication des allumettes.
- La fabrication de pneumatiques et matières en caoutchouc.
- La fabrication de containers à acétylène.
- La confection des asphaltes, vernis et mastics.
- La fabrication de produit d'isolation chaux-silice.
- La fabrication d'éléments isolants de sécurité (Célite + ciment Portland absorbe l'eau et permet de constituer des matériaux de faible poids, qui flottent).
- Les agents abrasifs : silice = bon agent de polissage (M. O.HADJADJ-AOUL).
- La stabilisation d'explosifs.

- La fabrication de briques.
- L'utilisation dans des filtres, notamment en agro-alimentaire.
- Dans les bétons où elles apporteraient :
  - Augmentation de l'homogénéité du produit.
  - Augmentation de sa maniabilité.
  - Diminution du nombre de grumeaux.
  - Béton plus durable.
  - Béton plus imperméable et s'effritant moins
  - Propriétés pouzzolaniques de la diatomite susceptible d'améliorer la qualité du durcissement.

Les premières utilisations des blocs et des poudres de diatomite ont concerné les produits absorbants, abrasifs et isolants. L'emploi de la diatomite, pour ses propriétés absorbantes, en tant que stabilisant de la dynamite, a été historiquement le plus important au début du XX<sup>e</sup> siècle.

L'évolution très rapide des technologies de transformation de la diatomite, (les années 1920), avec le développement des moyens de traitement par calcination, a permis une diversification des utilisations. C'est ainsi qu'ont pu être élaborés, à partir des diatomites les plus pures, des produits techniques de haute qualité de type adjuvants de filtration et charges minérales actives. Ces deux derniers secteurs d'utilisation sont actuellement les plus importants à l'échelle mondiale, la filtration étant de loin la première [22].

### **3.2. La filtration**

Le secteur de la filtration est de loin le premier utilisateur de diatomite.

Le but de la filtration est de séparer les constituants d'un mélange liquide/solide par passage à travers un milieu filtrant. Cette opération est beaucoup plus rapide que la sédimentation : elle est donc plus utilisée.

On récupère après filtration soit le solide (après une cristallisation), soit le liquide (récupération d'eaux usées avant traitement et après sédimentation), soit le liquide et le solide (opération de recristallisation).

### 3.2.1. Principe de filtration

Lors du passage d'une suspension à travers un milieu filtrant, le fluide circule à travers les ouvertures tandis que les particules sont arrêtées. En s'enchevêtrant, ces dernières finissent par former un second milieu filtrant pour les autres particules qui se déposent d'une manière continue sous forme de gâteau dont l'épaisseur va en croissant au fur et à mesure de l'écoulement de la suspension.

Le choix des milieux filtrants est vaste. Il dépend de plusieurs facteurs : le débit et la concentration de la suspension, les caractéristiques physiques et chimiques des liquides et des solides. On peut citer :

- Les tissus filtrants : textiles naturels (coton, jute), toiles métalliques (fer, laiton, inox), tissus en matière plastique (nylon, PVC, polyester, téflon).
- Les milieux filtrants pulvérulents : sable, charbon, diatomite.
- Les matières poreuses : verre, charbon, silice, métaux.

Pendant la filtration, il faut éviter le colmatage qui peut avoir lieu avec des particules aux formes particulières (bâtonnet par exemple) pouvant pénétrer dans les ouvertures sans les traverser. Il vaut donc mieux choisir des ouvertures plus larges qui laissent passer ces particules et reprendre la fraction de filtrat les comprenant pour une nouvelle filtration avec un gâteau déjà constitué qui les arrête.

Pour arrêter les petites particules, on a intérêt à procéder à la floculation de ces particules pour l'obtention de particules plus grosses et donc plus faciles à filtrer (application des flocculants dans le traitement des eaux).

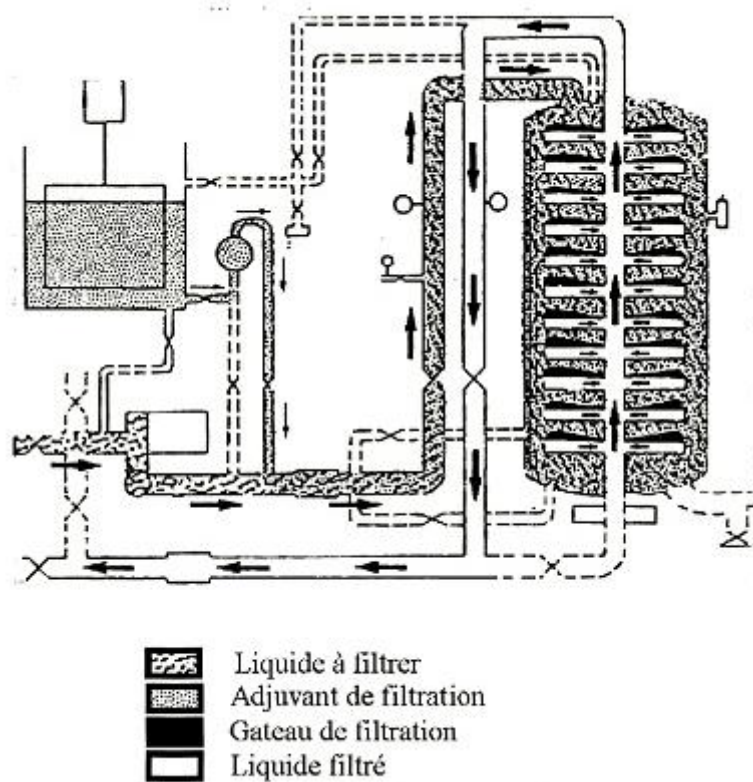
La meilleure technique consiste à faire appel aux adjuvants de filtration [23].

### 3.2.2. Adjuvant de filtration

Un adjuvant de filtration est un produit finement pulvérulent qui, placé dans le liquide à filtrer, aide à contrôler sa vitesse d'écoulement et la rétention des particules indésirables. Son intervention se fait en deux étapes successives. Le liquide, très chargé en adjuvant, est tout d'abord envoyé sur un tamis à la surface duquel se forme, par sédimentation forcée, une mince couche d'adjuvant de filtration, appelée pré-couche. Puis des quantités moindres d'adjuvant sont ajoutées en continu dans le liquide à filtrer : c'est l'étape de l'alluvionnage, ou nourrissage (figure 3.1).

## Chapitre 3 : Applications et domaines d'utilisation

Au cours de la filtration proprement dite, le mélange adjuvant de filtration-impuretés du liquide se dépose sur la pré-couche (qui repose elle-même sur le tamis qui ne joue plus qu'un rôle de support), créant ainsi continuellement de nouvelles couches filtrantes qui constituent le gâteau de filtration. Ce dernier joue le rôle de média filtrant : les particules de diatomite piègent les impuretés tout en évitant le colmatage et en permettant l'écoulement du liquide. [18].



**Figure 3.1 :** Filtre à plateaux horizontaux utilisant un adjuvant de filtration [11].

D'une manière générale, on peut classer les diatomées en 3 catégories [23] :

- **Rapides ou dégrossissantes :** Destinées à la préfiltration, leurs perméabilités vont de 4 à 12 darcy.
- **Moyennes ou clarifiantes :** Ces diatomées, de couleur blanche, permettent d'obtenir des niveaux de limpidité moyenne à bonne. Leurs perméabilités s'échelonnent de 1 à 4 darcy.
- **Fines ou finisseuses :** Ce sont des diatomées de couleur rose dont les perméabilités vont de 0,02 à 1 darcy. Elles sont généralement utilisées pour des filtrations très serrées assurant une limpidité parfaite et dans certaines conditions, une rétention quasi totale des levures.

## Chapitre 3 : Applications et domaines d'utilisation

---

Les deux premières familles sont classiquement utilisées en pré-couche et en alluvionnage, la troisième servant à la filtration de finition en fin de cycle.

La quantité d'adjuvant de filtration nécessaire pour un alluvionnage varie en moyenne de 40 à 150 g/hl, et dépend, avec sa qualité, du type et de la quantité de matières solides à éliminer, du débit de filtration et du degré de limpidité des filtrats désirés [18].

Tout au long de la filtration, l'apport régulier d'adjuvant permet :

- D'augmenter les cycles de filtration en retardant le colmatage.
- De diminuer la pression différentielle.
- De maintenir au maximum la porosité du gâteau.

L'utilisation d'adjuvants de filtration à base de diatomite présente également, par rapport aux filtres fixes classiques, les avantages suivants [18] :

- Changement du milieu filtrant par simple inversion du courant liquide, sans débatissage de l'appareil.
- Récupération aisée de la totalité des produits à coût élevé (antibiotiques par exemple), par simple lavage du gâteau de filtration avec un liquide bon marché qui se substitue aux précédents.

L'industrie sucrière a été la première à développer l'emploi des adjuvants de filtration à base de diatomite. Ceux-ci sont utilisés aujourd'hui pour épurer et principalement pour le dégrossissage et la clarification, de très nombreux produits [18] :

- Boissons alcoolisées, jus de fruits et de légumes.
- Sirops de sucre bruts, pectines, gélatines, vinaigre.
- Graisses et huiles alimentaires (végétales et animales).
- Eaux de piscine, potables et industrielles et effluents divers.
- Solvants pour le nettoyage à sec, alcools.
- Produits chimiques organiques et inorganiques (dont phénates, silicates et acides sulfurique et phosphorique) et pharmaceutiques (dont paracétamol, antibiotiques).
- Vernis, laques, résines diverses, polymères, soufre, colles.
- Huiles industrielles, lubrifiantes et de coupe.

Les principaux producteurs d'adjuvants de filtration à base de diatomite élaborent généralement une gamme de produits correspondant à des vitesses de filtration croissantes, mais possédant

## Chapitre 3 : Applications et domaines d'utilisation

---

également des caractéristiques différentes du point de vue de la densité, de la granulométrie, de la couleur, du pH et de la capacité d'absorption.

Cependant, la terre de filtration chargée de particules est source de pollution et peut colmater les canalisations d'évacuation d'eau, elle doit faire l'objet d'un traitement spécifique.

Le recyclage des produits diatomitiques utilisés en filtration doit être aujourd'hui pris sérieusement en considération dans la mesure où 450 à 500 000 t de gâteaux de filtration sont produits chaque année en Europe (1 t de diatomite correspond à 3 t de gâteaux de filtration) [24].

Des recherches ont été menées dans différents pays sur la possibilité de recycler et de régénérer les adjuvants de filtration diatomitiques, et, en Allemagne, un procédé de régénération a atteint le stade de l'unité pilote.

Le recyclage des gâteaux de filtration n'apparaît poser aujourd'hui qu'un problème de coût dans la mesure où plusieurs solutions sont techniquement opérationnelles sauf pour les produits œnologiques du fait de la fermentation [24].

### 3.3. Utilisation comme charge

Dans ce secteur, qui est le deuxième consommateur de diatomite après celui de la filtration, la diatomite intervient en tant que charge active [18].

Les charges minérales sont des roches ou des minéraux Inertes qui, après avoir été finement broyés, sont incorporés dans des produits manufacturés dans le but d'améliorer ou de modifier certaines de leurs caractéristiques, telles que :

- Blancheur
- Résistance électrique
- Opacité
- Résistance mécanique
- Densité
- Résistance thermique
- Rigidité

Bien que de nombreux minéraux puissent être broyés et calibrés pour fournir des charges, les caractéristiques intrinsèques de la diatomite sont bien adaptées, ou peuvent être aisément modifiées, pour cette application.

Historiquement, les produits de charges diatomitiques ont été développés à partir des fines produites lors de l'élaboration des adjuvants de filtration, qui pouvaient ainsi être valorisées.

## Chapitre 3 : Applications et domaines d'utilisation

---

C'est encore le cas aujourd'hui où la plupart des producteurs de diatomite élaborent des charges issues de différents stades de traitement (séparation des fines en suspension dans l'air à l'aide de filtres à manches, granulométrie variant de 1 à 50  $\mu\text{m}$  en général) [18].

Les charges diatomitiques (diatomite naturelle, calcinée et activée) entrent dans la composition de nombreux produits :

« peintures, cires, vernis, laques, résines, polymères, matières plastiques, caoutchoucs et latex, pigments, papiers et cartons, encres d'imprimerie, engrais, insecticides, pesticides, ciments, bétons, enduits, mortiers, plâtres, crépis, allumettes, produits asphaltés et bitumineux, aliments du bétail, produits à polir et nettoyants divers, pâtes dentifrices et produits pour empreintes dentaires, produits pharmaceutiques, explosifs, produits chimiques et catalyseurs ».

### 3.3.1. Charge dans les peintures

L'utilisation des charges diatomitiques est prédominante dans les peintures, principalement les peintures décoratives, où elle a pour effet [5] de :

- Rendre rugueux le film de peinture (obtention d'un aspect mat) et d'améliorer l'adhérence entre les couches.
- Réduire l'éclat et le brillant de la peinture.
- L'uniformiser et la stabiliser en facilitant la dispersion de ses composants (pigments, charges et autres agents), d'où un meilleur effet couvrant.
- Optimiser les effets des pigments qui sont des composants à prix élevé.
- Contrôler sa perméabilité à la vapeur, et ainsi de réduire le cloquage et l'écaillage de la peinture.
- Augmenter sa résistance à l'abrasion et à l'usure et sa durabilité.
- Accélérer le séchage en permettant une libération plus rapide du solvant.

Ceci est essentiellement dû à la structure microporeuse de la diatomite (diffusion de la lumière) et à son pouvoir absorbant élevé, qui permet d'obtenir un rapport volume du pigment/volume du liant extrêmement élevé.

La consommation de diatomite est en baisse pour cette application. Les fabricants de peintures cherchent à limiter l'usage de la diatomite (dosage de l'ordre de 2-3 % en général) du fait de la présence de silice cristalline (aspect sanitaire) et pour réduire leur coût, d'où une utilisation conjointe de la diatomite avec d'autres charges moins onéreuses telles que le carbonate de calcium et l'argile.

### 3.3.2. Charge dans les matières plastiques

Les charges diatomitiques entrant dans la composition des matières plastiques ont plusieurs fonctions. Dans les films en polyéthylène, du fait de leur structure finement divisée et de leurs propriétés optiques, elles jouent le rôle d'agents anti-adhérents. Au cours de la fabrication de ces produits, les particules de diatomite qui y sont incorporées (à raison de 0,05 à 0,5 % en poids) se projettent à travers la surface du plastique, séparent mécaniquement les films adjacents qui ont tendance à adhérer les uns aux autres et préviennent les phénomènes de soudure à froid.

Dans d'autres matières plastiques, la diatomite est utilisée pour réduire leur coût, améliorer la finition de surface, augmenter la résistance à la chaleur, à l'eau et à l'abrasion [5].

Cet aspect a été expérimenté dans notre projet de fin d'étude lors de l'étude de composites polymère – kieselguhr.

### 3.3.3. Charges dans d'autres produits manufacturés

Dans les bétons, enduits, mortiers, plâtres et crépis, la diatomite naturelle est une charge qui peut améliorer les propriétés de plasticité et de durcissement, la cohésion l'homogénéité et la maniabilité, et réduire le ressuage et les efflorescences. Elle augmente par ailleurs l'adhérence et l'étanchéité du béton.

De par sa grande finesse (remplissage des interstices) et son effet pouzzolanique (neutralisation de la chaux libre), elle accroît la résistance des ciments, notamment vis-à-vis des eaux agressives (eau de mer, eaux séléniteuses). C'est le cas en particulier de matériaux de type "moler". La diatomite est également utilisée, dans des proportions allant jusqu'à 40 % du poids du ciment, pour alléger les laits de cimentation de la colonne des puits de pétrole.

Compte tenu de sa structure microporeuse, finement divisée et fragile, et de sa dureté relativement modérée (< 6), la diatomite est un abrasif doux qui a une action de polissage contrôlé. Sous sa forme naturelle, calcinée ou activée, elle entre dans les formulations de différents produits : pâtes dentifrices, nettoyeurs divers, produits à polir et à rectifier [5].

En tant que charge abrasive, la diatomite peut être mélangée à des huiles de paraffine, de l'amidon et d'autres composants, et être utilisée sous forme de poudres ou de gels.

Par ailleurs, les charges diatomitiques actives entrent dans la composition des produits suivants [5] :



## Chapitre 3 : Applications et domaines d'utilisation

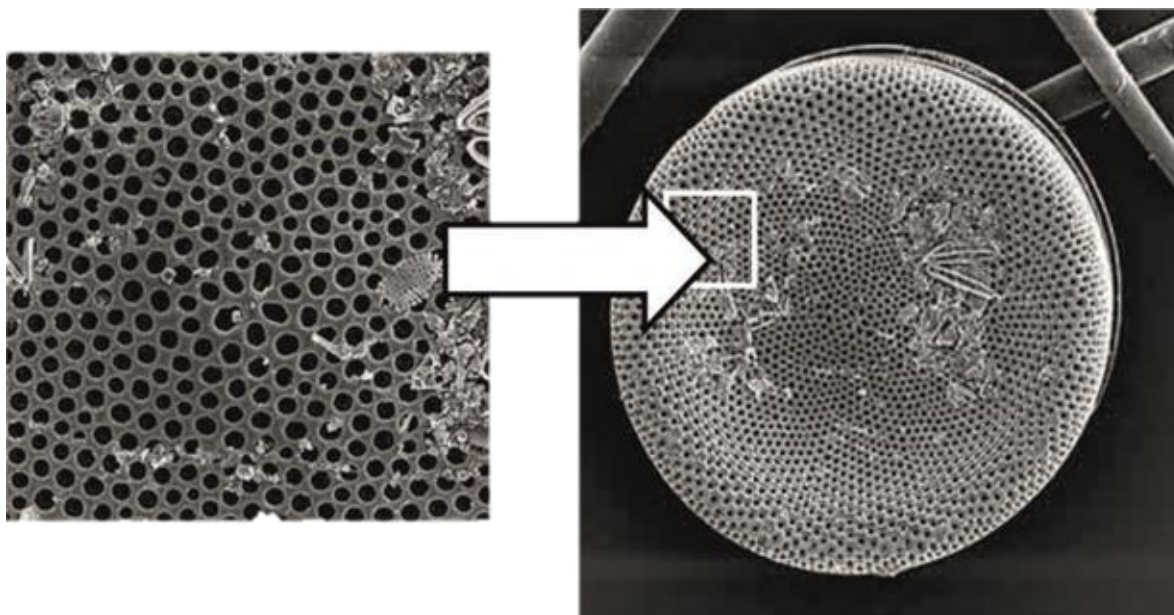
---

- **Résines et polymères** : en tant qu'agent clarifiant qui introduit des couleurs plus claires dans les produits de teinte brun foncé.
- **Caoutchoucs et latex** : en tant qu'agent semi-renforçant qui allège les produits (caoutchoucs synthétiques et naturels), améliore l'état de surface, la dureté et la résistance à l'usure, diminue le prix de revient des mélanges (jusqu'à 20 % de diatomite dans certaines formulations) ; et qui, associé au latex, procure des propriétés de résistance aux acides et de conductibilité à certains produits.
- **Engrais** : en tant qu'agent anti-mottant et d'enrobage, qui empêche la reprise en masse des produits granulés par la formation d'une pellicule protectrice autour des grains (dosage : 0,8 à 1 %).
- **Insecticides** : en tant qu'agent absorbant et anti-adhérent, qui empêche l'agglomération des produits, parfois mélangé à d'autres charges telles que le talc.
- **Allumettes** : pour éviter les projections de particules, régulariser la combustion, assurer un dégazement homogène et augmenter le coefficient de frottement, ce qui facilite l'inflammation.
- **Aliments du bétail** : en tant que support de vitamines.

En résumé, le kieselguhr joue le rôle d'additifs de premier plan dans une multitude de produits de grande consommation.

### 3.4. Utilisation comme absorbant

Grâce à la structure des diatomées, le kieselguhr se compose d'une concentration de milliers de micro et nano pores qui agissent comme des capteurs. Par conséquent, c'est un absorbant actif qui « emprisonne » les différents liquides agressifs et substances dangereuses à l'intérieur de sa structure poreuse. Cette poudre ayant la propriété de pouvoir absorber jusqu'à 150% de son poids en eau [25].



**Figure 3.2 :** Structure poreuse du kieselguhr [25].

Grâce à sa structure poreuse, elle absorbe les éléments suivants à partir des surfaces solides :

- Le pétrole brut
- Les carburants et lubrifiants, les produits pétroliers
- Les acides et leurs composants
- Les alcalis et leurs composants
- Les solvants
- Les réactifs liquides
- Les mortiers
- Les liquides déversés sur une surface solide
- Et est utilisée dans les exploitations agricoles comme asséchant des litières [25].

L'utilisation des produits diatomitiques naturels pour le traitement de déchets toxiques et de sols pollués est relativement nouvelle. Des recherches ont récemment été menées en Grande-Bretagne sur le traitement in-situ de sols contaminés, et en Allemagne et aux États Unis sur l'épaississement de produits liquides toxiques (boues de stations d'épuration par exemple) par adjonction de diatomite, ce qui a pour effet de les transformer en matières sub-solides et ainsi de faciliter leur manipulation et leur élimination [18].

En Grande-Bretagne, la diatomite est utilisée pour la réhabilitation de sites miniers du fait de son aptitude à "contrôler" les métaux contenus dans les sols contaminés. Les métaux résiduels initialement solides sont solubilisés par des processus d'oxydation et/ou de lessivage, et l'acide

qui est produit accentue la libération des métaux. Le rôle principal de la diatomite est de tamponner l'acidité et d'éliminer les métaux en solution afin de réduire la contamination des sols et des eaux de surface et d'abaisser la toxicité [18].

### 3.5. Produits isolants et réfractaires

La diatomite naturelle et calcinée est employée pour la fabrication de différents types de produits d'isolation thermique et phonique et réfractaires :

- Briques isolantes réfractaires.
- Panneaux de construction isolants et ignifuges (élaborés par simple cuisson).
- Ciments réfractaires de jointoiement et bétons isolants réfractaires.
- Blocs moulés, enduits et poudres de bourrage.
- Briques de diatomite brute crue (obtenues par simple sciage).

Une des utilisations les plus importantes des matériaux diatomitiques de type « moler » est réalisée dans ce secteur pour la production de briques isolantes réfractaires, particulièrement développées au Danemark. Des mélanges artificiels composés de diatomite et d'argile peuvent également être utilisés.

Ces briques sont fabriquées par cuisson de diatomite argileuse dans un four rotatif, sans additif, et présentent les caractéristiques générales suivantes [18] :

- Densité comprise entre 500 et 880 kg/m<sup>3</sup>.
- Résistance à des températures de 900 à 950°C, voire 1 100°C.
- Résistance élevée aux chocs thermiques.
- Faible perméabilité aux gaz.
- Bonne résistance à l'attaque acide.
- Non adhérence vis-à-vis de l'aluminium et d'autres métaux.

Le retrait à la cuisson peut être diminué par ajout de diatomite pré-calcinée, qui joue le rôle de dégraissant.

Ces briques sont utilisées dans de nombreuses industries : sidérurgie, métallurgie, verreries, cimenteries, industrie céramique, industrie pétrolière, installations de chauffage, incinérateurs, etc.

## Chapitre 3 : Applications et domaines d'utilisation

---

Par ailleurs, les produits diatomitiques naturels en vrac sont utilisés :

- En fonderie, à la surface du bain d'acier en fusion, pour son isolation thermique et son refroidissement régulier, et pour le piégeage des impuretés qui y surnagent.
- Dans l'industrie céramique, pour le refroidissement dirigé et progressif des pièces moulées à haute température (pièces plongées dans un bac rempli de diatomite), qui ne subissent ainsi pas de choc thermique.

### 3.6. Autres secteurs d'utilisation

En outre, la diatomite est utilisée [18] :

- Comme matière première (source de silice réactive) pour la fabrication, dans des conditions hydrothermales et en association avec la chaux, de silicates de calcium synthétiques qui sont utilisés comme produits isolants et absorbants.
- En agriculture et horticulture, pour améliorer les caractéristiques des sols (allègement physique, rétention d'eau), et pour des travaux de revégétalisation.

# **Conclusion générale**

## Conclusion générale

---

### Conclusion générale

La diatomite est une roche sédimentaire siliceuse biogénique, constituée entièrement ou essentiellement de squelettes, ou frustules, de diatomées fossilisées. Les diatomées sont des plantes unicellulaires aquatiques, apparentées aux algues brunes, qui se sont développées, principalement depuis le Crétacé terminal, dans des eaux douces, saumâtres et salées.

On reconnaît deux grands types de gisements : les gisements marins, formés notamment dans les zones de "upwelling", et les gisements continentaux, essentiellement lacustres et situés dans des contextes volcaniques. La plupart des gisements d'intérêt économique sont d'âge miocène et d'origine lacustre.

Les matériaux diatomitiques bruts font l'objet de différentes phases de traitement en usine, comprenant concassage, séchage et broyage, sélection et calcination (avec ou sans agent fondant). Les principales propriétés des produits diatomitiques (inertie chimique, faible densité apparente, porosité, surface spécifique et capacité d'absorption des liquides élevées, ...) sont liées à leurs caractéristiques fondamentales : composition chimique et structure.

La production mondiale est nettement dominée par les Etats Unis, suivis par la Chine, le Danemark, le Japon, le Mexique, le Pérou, la France et autres pays.

En Algérie, le kieselguhr est produit, par le groupe public ENOF, qui exploite un gisement de diatomée localisé à Sig dans la wilaya de Mascara.

Les terres à diatomées sont principalement utilisées comme adjuvants pour la filtration de liquides divers, notamment alimentaires, également en tant que charges, absorbants, produits isolants et réfractaires et comme support chromatographique.

L'avenir de l'utilisation de la diatomite paraît assuré à court terme dans le secteur de la filtration, mais pourrait être menacé à plus longue échéance par des techniques ne faisant pas appel aux adjuvants (filtration tangentielle et membranaire, ultrafiltration).

Cependant, d'autres utilisations tout aussi importantes et intéressantes au regard de la disponibilité et de son faible coût pourraient lui assurer un bel avenir dans le cadre du développement durable.

# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

---

- [1] M. KAWAMOTO, A. MOULD « Powder consumption of continuous casting operations, ironmaking and steelmaking », vol. 29, N°3, pp. 199-202, 2002.
- [2] U.S, geological survey minerals yearbook, 2012.
- [3] K. WINNACKER, L. KUCHLER Technologie minérale, tome IV, troisième partie, éd Eyrolles, 1965.
- [4] Y. BERTON, P. LE BERRE « Diatomite, guide de prospection des matériaux de carrière », éd BRGM, collection manuels et méthodes, 5, pp, 95-98, 1983.
- [5] P. ROCHIER, « Diatomite, mémento roches et minéraux industriels », décembre 1995.
- [6] M. Loir, « Marine mastogloia thwaites ex w. sm. species (bacillariophyceae) from a north-eastern atlantic island », 37 (1), 5-13, 2016.
- [7] <http://www.microscopies.com/DOSSIERS/Magazine/Articles/D-VOISIN-Diatomees/Diatomee.htm>.
- [8] J.M. NEGRONI, Fiches détaillés diatomite, géologue groupe, Imerys, 2007.
- [9] H. DAVID, La Narse de nouvialle, projet d'ouverture d'une carrière de diatomite, présentation journée technique district Auvergne-Limousin, septembre 2006.
- [10] J.M. NEGRONI, « Les gisements de diatomées, pétrographie et géologie », présentation journée technique district Auvergne-Limousin, septembre 2006.
- [11] Revue géologues, numéro 130/131, spécial massif central, pages 186 à 192 et intitulé « Diatomite du Massif Central », décembre 2001.
- [12] K. WINNACKER, L.KUCHLER, « Technologie minérale », tome IV, troisième partie, éd Eyrolles, 1965.
- [13] J.VANDEN BROECK, « la diatomite (kieselguhr), les diatomées et leurs emplois dans l'industrie », société des silices fossiles de France, Paris 6<sup>ème</sup>, 1948.
- [14] R. AMRI, Influence du temps de traitement thermique sur les différentes propriétés du kieselguhr utilisé dans la filtration, mémoire de magister, département de métallurgie et génie des matériaux, université d'Annaba, 2004.
- [15] <http://www.cecachemicals.com/fr>.
- [16] H. MERADI, Synthèse et caractérisation d'une poudre thermo protectrice à 1600 °C, mémoire de magister, université d'Annaba, 2009.
- [17] United states geological survey, février 2014.



## Références bibliographiques

---

- [18] D. BENKACI, Caractérisation et valorisation de la diatomite de Sig (contribution à l'évaluation du potentiel industriel), mémoire pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'état en génie minier, ENP 2015.
- [19] O.HADJADJ-AOUL, « Etude de support de colonne chromatographique à base de matériaux locaux algériens » Thèse de Doctorat d'Etat, ENP, 2000.
- [20] Fiche technique kieselguhr Sig, ENOF.
- [21] Geofield, Études de faisabilité technique et économique pour la valorisation des gisements de feldspath de Ain Barbar, diatomée de Sig, Baryte de Draïssa, dolomie de Teiouelt, carbonate de calcium de Béni Saf et de Oggaz, Geofield, 2012 – 2013.
- [22] D. BAES, Les applications des diatomées, présentation journée technique district Auvergne – Limousin, septembre 2006.
- [23] ANGLARET, KAZMIERCZAK, Technologie génie chimique, tome 1, 2001.
- [24] CECA, « La filtration par les diatomées », F-92257 La Garenne-Colombes Cedex – France.
- [25] [www.penntybio.com](http://www.penntybio.com).