

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET  
POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET  
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE SAAD DAHLAB – BLIDA 1–



FACULTE DE MEDECINE  
DEPARTEMENT DE PHARMACIE



Thèse d'exercice de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme de Docteur en  
Pharmacie

# Utilisation des argiles dans le domaine pharmaceutique

Session: juillet 2021

**Présentée par :**

HADI Mohamed Abdelfattah

BOUSSOUAR Mohamed Abdelkarim

BELKHEIRI Abdelkader

**Encadrée par:**

Dr. IMOUDACHE. H Maitre-assistant en Chimie Minérale  
Pharmaceutique

**Devant le jury :**

Président : Dr.BENGHAZEL. I Maitre-assistant en Biophysique  
Pharmaceutique

Examineur : Dr.BOUZEKRI. F Maitre-assistant en Chimie  
Thérapeutique

2020-2021

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# Remerciement

Tout d'abord, nous tenons à remercier le Bon Dieu tout puissant, pour la volonté, la santé, et la patience qu'il nous a donnée durant toutes ces années d'études.

Que sa bénédiction et sa protection accompagnent tous nos actes dans la vie.

Le travail présenté dans ce mémoire est le fruit de recherche, d'observations personnelles et d'applications pratiques. Sa réalisation a été possible grâce au concours de plusieurs personnes, à qui nous voulons témoigner toute notre reconnaissance.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements ainsi notre profonde reconnaissance à notre promoteur **Dr. IMOUDACHE. H**, maitre-assistant en chimie minérale, pour la disponibilité, l'orientation, la patience, pour son soutien et ses précieux conseils durant tous ces mois qui ont constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port.

Nos remerciements vont aussi à l'égard de membres de jury qui nous ont fait le grand honneur d'évaluer notre travail.

Nous souhaitons également remercier tous les enseignants du département de pharmacie, et tous ceux qui ont contribué des prés ou de loin à notre formation et à la réussite de cette étude.

# Dédicaces

Je tiens tout d'abord à remercier **ALLAH** le tout puissant de m'avoir donnée la santé le courage la patience de terminer ce travail.

Cette thèse est dédiée :

**À mon grand maître et messenger, Mohammed (qu'Allah le bénisse et l'exauce) :**

Qui nous a enseigné le but de la vie.

**À mon cher père Billal et ma chère mère Hadjer :**

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

**À ma très chère sœur et mes deux adorables frères, Lina, Tayeb et Achref :**

Que je ne peux me forcer à cesser d'aimer.

Je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant, vous protégé et vous garde.

**A mes deux chers trinômes Mohamed et Abdelkader**

Pour leur aide, leur compréhension et leur appui permanent.

**À mes amis**

En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble.

Une spéciale dédicace à cette personne qui compte énormément pour moi et pour qui je porte beaucoup de tendresse et de respect.

A toi Sana

Du profond de mon cœur, je dédie ce modeste travail à tous ceux qui sont chers.

**A mon cher père,**

Je ne savais point de te remercier comme il se doit. Ta présence à mes cotes a été toujours ma source de force pour affronter les différents obstacles.

**A la mémoire de ma mère,**

Que Dieu ait son âme dans sa sainte miséricorde.

**A mes chers frères et sœurs**

qui m'ont toujours entouré et motivé , pour leur soutien moral , en particulier mon grand frère Mohamed , que Dieu le tout puissant vous protégé et vous vous garde .

**A mes deux chers trinômes , Abdelkarim et Mohamed**

Pour leur aide, leur compréhension et leur appui permanent .

**A tous mes amis**

particulièrement : Ahmed , Hamza , Nassreddine , Aziz , Salah , Brahim , Ziane et Zino .

Je tiens tout d'abord à remercier **ALLAH** le tout puissant de m'avoir donnée la santé le courage la patience de terminer ce travail.

Cette thèse est dédiée :

**À mon grand maître et messager, Mohammed (qu'Allah le bénisse et l'exauce) :**

Qui nous a enseigné le but de la vie.

**À Ma chère mère Malika,**

Ma meilleure amie, Tu es tout simplement une femme extraordinaire

Source inépuisable de tendresse, de patience et de sacrifice. Ta prière et ta Bénédiction m'ont été d'un grand secours tout au long de ma vie.

Quoique je puisse dire et écrire, je ne pourrais exprimer ma grande affection et ma profonde reconnaissance. Puisse Dieu tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et Bonheur.

**À mon cher père Abdelkader,**

De tous les pères, tu es le meilleur.

Merci d'avoir toujours été là pour moi, pour ton soutien constant, de sollicitudes, d'encouragement et de prières et pour ce que tu as fait ou sacrifié pour moi.

Aucune dédicace ne saurait exprimer mes respects, ma reconnaissance et mon profond amour. Puisse Dieu vous préserver et vous procurer santé et bonheur.

**Aux Magnifiques et formidables, mon grand-père Elhadi et Ma grand-mère Aida.**

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

**A mes chers frères et sœurs,**

Aissa, Belkheir, M'hamed, Meriem, Zineb, Soumia, Khadidja et Anes

**A mes deux chers trinômes Abdelkarim et Abdelkader**

Pour leur aide, leur compréhension et leur appui permanent.

**À mes amis**

En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble.

# Table des matières

Liste des figures.....	I
Liste des tableaux.....	IV
Abréviations .....	V
Introduction .....	1
<b>Chapitre 1 : Généralités sur les argiles</b>	
1. Définition.....	4
2. Histoire de l'argile .....	4
2.1 Histoire géologique de l'argile .....	4
2.2 Sa place dans l'histoire humaine.....	4
3. Minéralogie de l'argile .....	5
4. Classification .....	7
4.1 Minéraux de type 1 : 1 (ou T-O) .....	7
4.2 Minéraux de type 2 : 1 (ou T-O-T).....	7
4.3 Minéraux de type 2 : 1 : 1 (ou T-O-T-O) .....	8
4.4 Kaolin.....	8
4.5 Smectites.....	9
4.5.1 Montmorillonite.....	10
4.5.2 Bentonite .....	10
4.6 Illites.....	11
4.7 Vermiculites .....	11
4.8 Chlorites.....	12
4.9 Minéraux Interstratifiés.....	12
5. Obtention .....	14
5.1 Formation .....	14
5.1.1 Histoire des roches .....	14
5.1.2 Formation matériaux argileux .....	14
5.2 Extraction .....	15
5.2.1 Purification de la bentonite naturelle .....	15
5.2.2 Activation par l'acide sulfurique.....	16
5.2.3 Le traitement organophile (organophilisation) .....	17

<b>6. Propriétés caractéristique des argiles</b> .....	18
<b>6.1 Propriétés de gonflement</b> .....	18
<b>6.2 Rôles des cations compensateurs</b> .....	20
<b>6.3 Propriétés colloïdales</b> .....	20
<b>6.4 Capacité d'échange cationique (CEC)</b> .....	20

## **Chapitre 2 : Contrôle des argiles**

<b>1. Définitions</b> .....	23
<b>1.1 Contrôle qualité selon ISO</b> .....	23
<b>1.2 Assurance qualité selon ISO</b> .....	23
<b>1.3 Médicament</b> .....	23
<b>1.4 Pharmacopée</b> .....	23
<b>1.5 Métaux lourds</b> .....	24
<b>2. Caractérisation des argiles</b> .....	24
<b>2.1 Diffraction de rayons x</b> .....	24
<b>2.2 Tests physicochimiques</b> .....	25
<b>2.2.1 Analyse granulométrique</b> .....	26
<b>2.2.2 Analyse chimique</b> .....	26
<b>2.2.3 Détermination du pH</b> .....	26
<b>2.2.4 Taux d'humidité</b> .....	26
<b>2.2.5 Densité</b> .....	27
<b>2.2.6 Indice de gonflement</b> .....	27
<b>2.2.7 Colloïdalité</b> .....	27
<b>2.2.8 Porosité</b> .....	28
<b>2.2.9 Capacité d'échange cationique CEC</b> .....	28
<b>2.2.10 Mesure de surface spécifique par méthode BET</b> .....	28
<b>3. Recherche des métaux lourds</b> .....	29
<b>3.1 Classification des impuretés élémentaires selon la directive Q3D de L'ICH</b> <sup>29</sup>	
<b>3.2 Limites d'exposition journalière admissible (EJA) et les concentrations limites autorisées</b> .....	30
<b>3.2.1 Limites d'exposition journalière admissible (EJA) et de concentration des impuretés élémentaires de la directive Q3D de l'ICH</b> .....	31

3.2.2	Limites d'exposition journalière admissible (EJA) et de concentration des impuretés élémentaires de l'EMEA.....	33
4.	Recherche de contamination microbienne.....	33
5.	Recherche des impuretés du Quartz.....	36
6.	Propriétés rhéologiques.....	37
6.1	Définition.....	37
6.2	Interactions dans le système Eau / Bentonite.....	37
6.2.1	Dispersion de bentonite.....	37
6.2.2	Interactions et associations inter-feuillets.....	38

### Chapitre 3 : Argile dans le domaine pharmaceutique

1.	Formes galéniques.....	44
1.1	Argile sèche.....	44
1.1.1	En poudre.....	44
1.1.2	En morceaux.....	44
1.2	Argile humide.....	44
1.3	Argile en gélules, comprimés et sachets-dose.....	44
1.4	Autres formes.....	45
2.	Mécanisme d'action des argiles.....	45
2.1	Mucus.....	45
2.2	Sucs digestifs.....	45
2.2.1	Pepsine.....	45
2.2.2	Acidité gastrique.....	46
2.2.3	Trypsine.....	46
2.3	Germes.....	46
2.3.1	bactéries.....	46
2.3.2	Toxines bactériennes.....	46
2.3.3	Virus.....	47
2.4	Gaz intestinaux.....	47
2.5	Toxiques présents dans la lumière intestinale.....	47
3.	Médicaments à base d'argile.....	47
3.1	Montmorillonite beidellitique.....	47

3.1.1	Indication.....	47
3.1.2	Relation structure et mode de fonctionnement.....	47
3.2	Diosmectite.....	48
3.2.1	Indication.....	48
3.2.2	Relation structure et mode de fonctionnement.....	48
4.	Contre-indications des argiles.....	49
5.	Interaction.....	49
6.	Quelques restes pratiques à base d'argile.....	49
6.1	Abcès dentaire, carie.....	49
6.2	Acné.....	49
6.3	Bronchite.....	50
6.4	Brûlure.....	50
6.5	Cicatrice.....	50
6.6	Mal de gorge, angine.....	51
6.7	Rhumatismes, mal de dos, douleurs articulaires.....	51
6.8	Sinusite.....	52
6.9	Verrue.....	52
6.10	Dentifrice.....	52
6.11	Masque de beauté.....	53
6.12	Shampooing.....	54
6.13	Talc pour bébé.....	54
<b>Étude expérimentale (Étude quantitative): Evaluation d'enquêtes sur l'utilisation des argiles dans le domaine pharmaceutique</b>		
1.	Matériel de la recherche.....	56
2.	Objectif des enquêtes.....	56
3.	Méthodologie.....	56
3.1.	Définition de la méthode utilisée.....	56
3.2	Réalisation.....	57
3.2.1	Réalisation du questionnaire pour les professionnels.....	57
3.2.2	Réalisation du questionnaire pour les consommateurs.....	58
4.	Distribution.....	60

<b>5. Analyse statistiques.....</b>	<b>60</b>
<b>5.1 Enquête destinée aux professionnels .....</b>	<b>60</b>
<b>5.2 Enquête destinée aux consommateurs.....</b>	<b>71</b>
<b>6. Discussion.....</b>	<b>77</b>
<b>6.1 L'enquête destinée aux professionnels .....</b>	<b>77</b>
<b>6.2 L'enquête destinée aux consommateurs.....</b>	<b>79</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>77</b>
<b>Référence bibliographique .....</b>	<b>79</b>
<b>Résumé.....</b>	<b>85</b>
<b>Annexe .....</b>	<b>86</b>

# Liste des figures

<b>Figure 1.1</b> : Représentation $\text{SiO}_4$ tétraèdre, $\text{Al}(\text{O}, \text{OH})_6$ octaèdre.....	6
<b>Figure 1.2</b> : Représentation schématique de la structure d'une argile.....	6
<b>Figure 2.1</b> : Structure de kaolinite.....	7
<b>Figure 2.2</b> : Structure de chlorite.....	8
<b>Figure 2.3</b> : Classification des argiles.....	13
<b>Figure 3</b> : Processus de formation de l'argile.....	15
<b>Figure 4</b> : Principe de traitement organophile de la bentonite.....	18
<b>Figure 5</b> : Diffraction des rayons X par un cristal, Selon la loi de Bragg.....	25
<b>Figure 6.1</b> : Mode d'organisation des feuillets de montmorillonite en suspension (théorie de Van Olphen : A dispersion, B association face/face, C association bord/face et D association bord/bord).....	40
<b>Figure 6.2</b> : Représentation schématique en deux dimensions du modèle en bande propose par Weiss et Frank (a) et du modèle de Keren et al. (b).....	41
<b>Figure 6.3</b> : Association de type d'argile à différentes échelles d'observation.....	42
<b>Figure 6.4</b> : Organisation en rubans (M'Ewen et Pratt, illustration).....	42
<b>Figure 7.1</b> : Diagramme circulaire représente la distribution des professionnels selon le poste officinal.....	60
<b>Figure 7.2</b> : Diagramme circulaire regroupe les professionnels selon l'âge.....	61

<b>Figure 7.3</b> : Diagramme circulaire représente la recommandation des argiles par les professionnels. ....	62
<b>Figure 7.4</b> : Diagramme en Bâtons représente les types des argiles recommandés par les professionnels.....	63
<b>Figure 7.5</b> : Diagramme en Bâtons représente les couleurs des argiles recommandées par les professionnels.....	64
<b>Figure 7.6</b> : Diagramme en Bâtons représente les formes des argiles recommandées par les professionnels.....	65
<b>Figure 7.7</b> : Diagramme en Bâtons groupés représente l'étendue de l'utilisation d'argile au domaine pharmaceutique. ....	66
<b>Figure 7.8</b> : Diagramme circulaire représente les réponses des professionnels sur la question « pensez-vous que l'argile devrait être réservé à l'officine ».....	67
<b>Figure 7.9</b> : Diagramme circulaire représente la sureté des professionnels sur les propriétés des argiles. ....	68
<b>Figure 7.10</b> : Diagramme circulaire représente l'intéressé des professionnels par une fiche de conseil. ....	69
<b>Figure 7.11</b> : Diagramme circulaire représente la connaissance d'effet anti-diarrhéique du diosmectite par les professionnels. ....	70
<b>Figure 7.12</b> : Diagramme circulaire représente la connaissance des professionnels à la contre-indication du diosmectite chez les moins de deux ans à cause du Pb.....	71
<b>Figure 8.1</b> : Diagramme circulaire représente le sexe des consommateurs interrogés...	72
<b>Figure 8.2</b> : Diagramme circulaire représente les tranches d'âge des consommateurs interrogés.....	72

<b>Figure 8.3</b> : Diagramme circulaire représente l'utilisation des argiles par les consommateurs.....	73
<b>Figure 8.4</b> : Diagramme circulaire représente les types des argiles utilisés par les consommateurs.....	73
<b>Figure 8.5</b> : Diagramme circulaire représente les couleurs des argiles utilisées par les consommateurs. ....	74
<b>Figure 8.6</b> : Diagramme circulaire représente les formes des argiles utilisées par les consommateurs.....	75
<b>Figure 8.7</b> : Diagramme circulaire représente les lieux d'achat des argiles par les consommateurs.....	75
<b>Figure 8.8</b> : Diagramme circulaire représente la satisfaction des consommateurs aux propriétés des argiles.....	76
<b>Figure 8.9</b> : Diagramme circulaire représente la recommandation des argiles par les consommateurs. ....	77

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Les principaux caractéristiques physicochimiques d'ODTABr et PTABr....	17
<b>Tableau 2</b> : Surface spécifique de quelques minéraux argileux.....	19
<b>Tableau 3</b> : Expositions journalières admissibles et les concentrations maximales autorisées pour les impuretés élémentaires selon la directive Q3D de l'ICH.....	32
<b>Tableau 4</b> : Expositions journalières admissibles et les concentrations maximales autorisées pour les impuretés élémentaires selon l'EMA.....	33
<b>Tableau 5</b> : Critères d'acceptation de la qualité microbiologique des substances pour usage pharmaceutique non stériles.....	34
<b>Tableau 6</b> : Critères d'acceptation de la qualité microbiologique des formes pharmaceutiques non stériles.....	35

# Abréviations

## A

**A°** : Angstrom

**AMM** : Autorisation de Mise sur le Marché

**ARN** : Acide ribonucléique

**Art** : Article

## B

**BET** : La théorie Brunauer, Emmett et Teller

**BPF** : Bonnes pratiques de fabrication

## C

**CEC** : Capacité d'échange cationique

## D

**D** : Densité

**DCI** : Dénomination commune internationale

**DGAT** : Dénombrement des germes aérobies totaux

**DJA** : Dose journalière acceptable

**DMLT**: Dénombrement des moisissures/levures totales

## E

**E. coli** : Escherichia coli

**EJA** : Exposition journalière admissible

**EMA**: European Medicines Evaluation Agency EMEA

**ESBL**: Bactéries productrices de bêta-lactamases à spectre élargi

## H

**H.p**: Helicobacter pylori

## I

**ICH** : Conseil international d'harmonisation des exigences techniques pour l'enregistrement des médicaments à usage humain

**IPCS** : Programme international de sécurité chimique

**ISO:** International Organization for Standardization

### **M**

**MRSA :** Methicillin-resistant Staphylococcus aureus

### **N**

**N :** Nombre d'Avogadro

**NASA :** National Aeronautics and Space Administration

### **O**

**ODTABr :** Octadécyltriméthylammonium Bromide

**OMS :** Organisation mondiale de la santé

### **P**

**PH :** Potentiel hydrogène

**PTABr :** Phényltriméthylammonium Bromide

### **T**

**TDI :** dose journalière tolérable

### **U**

**UFC :** unité formatrice de colonie

**USP :** United States Pharmacopée

### **V**

**Vm:** volume molaire

## Introduction :

L'argile (ou silicates d'alumine) est un matériau naturel, d'origine géologique il est parmi les matériaux les plus anciens utilisé par l'être humain. L'argile est un terme générique qui regroupe un ensemble de roches sédimentaires, de la famille des cristaux, caractérisé par leur forte teneur en substances minérales particulièrement en silice, qui représente environ la moitié de leur poids (avec une variabilité d'un type d'argile à l'autre) , mais aussi en aluminium, en magnésium, en fer ... il n'y a donc pas une argile mais des argiles, c'est-à dire des mélanges divers de minéraux naturels, présentant des caractéristiques principales communes: finesse, fragilité, plasticité (c'est la capacité de se déformer sans rompre), propriétés adsorbantes et absorbantes, durcissement à la cuisson,. C'est précisément leur remarquable sensibilité au milieu (hygrométrie, température, pression, etc.) qui leur confère une constante dynamique (responsable des divers états de l'argile et de l'évolution de ses indications).

L'argile est déformable, transformable, adhérente, coulante, glissante, fixante et a ainsi de nombreuses capacités parmi lesquelles le transport, la capture, la libération de substances liquides, gazeuses, mais également solides, vivantes, et mortes.

Catalyseurs et matrices protectrices, ces rassembleurs et sélectionneurs d'atomes mettaient les premières molécules à l'abri des mortels ultra-violets. Les silicates d'alumine prennent l'énergie dans l'environnement, la stockent et la transfèrent, grâce à la capture d'électrons dans les irrégularités de leur structure cristalline. Sans argiles, pas de vie sur notre terre

Sa richesse minérale et en oligo-éléments en fait un outil dans la santé, le bien-être, la beauté, l'entretien du corps, de la maison, des constructions, dans l'industrie. Ces éléments ne dépassant pas le micron, on peut leur attribuer, en santé, le bénéfice d'une forme d'oligo-métallo-thérapie conférant certaines de leurs propriétés à l'argile.

L'argile est un matériau de nature double: ordonnée à l'échelle microscopique et désordonnée à l'échelle macroscopique. Les constructions argileuses peuvent être d'une grande stabilité, résister au temps, pendant même des millions d'années ... et se transformer facilement et rapidement, en particulier par contact avec l'eau.

Les différentes catégories d'argile se définissent selon la nature et la proportion des minéraux associés (argiles calcaires ou sableuses), de la texture de la roche, de son aspect (argiles bigarrées, argiles à silex, etc.), de ses propriétés, de son contenu en matière organique ou encore de l'utilisation qu'en fait l'homme (argiles réfractaires, marnes à ciment, terre à foulon, argiles à dégraisser), etc.

L'argile est très répandue dans notre pays avec un coût très bas, elle est largement servie comme médicament et en cosmétique. Les questions qui se posent dans cette thèse sont : est-ce que l'argile est bien exploitée par les professionnels et quelles sont les utilisations des argiles dans le domaine pharmaceutique.

# **Chapitre 1 :**

Généralité sur les argiles

## 1. Définition

Le mot argile provient du latin Argilla. Ce même mot est dérivé du grec argillos, dont la racine, argos, signifie " d'une blancheur éclatante ". Du XIIe au XVIe siècle, argile se disait "Ardille", puis ce mot est devenu "arzille", puis "arsille" pour finir en "argile".

L'argile est un minéral (plus exactement une famille de minéraux) de la famille des silicates, plus précisément des phyllosilicates (silicates en feuillets).

[P.chavanne, Page 11]

## 2. Histoire de l'argile :

### 2.1 Histoire géologique de l'argile :

L'argile est un matériau naturel, d'origine géologique ... La formation de l'argile sur le plan géologique résulte de l'altération des roches silicatées lors des agressions météorologiques ou hydrologiques. Les produits formés sont entraînés par ruissellement et viennent sédimenter dans les océans. Ils sont alors enfouis, subissent éventuellement une diagenèse et des transformations métamorphiques pour redonner des roches qui reviendront en surface dans un temps géologique, le cycle recommence alors.

Les altérations étant dépendantes des climats, la répartition planétaire des diverses argiles dépend des zones climatiques et on peut ainsi comprendre les divers usages qui en sont faits dans les zones équatoriales, tropicales ou tempérées de la planète.

[iempi.fr, 2020]

### 2.2 Sa place dans l'histoire humaine :

Une équipe de scientifiques américains de l'Ames Research Center (la NASA) soutient une hypothèse selon laquelle la vie sur la planète Terre aurait pris naissance dans l'argile plutôt que dans ce qu'on surnomme joliment «la soupe originelle ». La Montmorillonite (type d'argile décrite ultérieurement) serait le catalyseur au niveau des acides nucléiques. Sa charge anionique (ionique négative) ainsi que son pH spécifique permettent de catalyser une réaction d'activation des acides nucléiques entraînant la formation d'ARN.

La NASA a également évoqué la présence d'argile sur Mars dont de la Montmorillonite. [M.F.Aldersley et Coll, 2011]

Dès trente-cinq mille ans avant notre ère, l'argile était utilisée par la main de l'homme, en tant que matériau pour produire des dessins dans les grottes, des histoires, traces du passé.

Les premières traces d'habitation sont situées en Mésopotamie, sur les rives du tigre et de l'Euphrate. Aujourd'hui plus d'un tiers des habitations sont à base d'argile. Les premiers contenants à base de terre cuite découverts, datent du septième millénaire avant notre ère.

Les plus anciens écrits sont retrouvés sur des tablettes d'argiles. Le papier est apparu bien plus tard. [F.Villieras, 2008, page 14,18, 20,26]

Les romains blanchissaient les tissus, leurs vêtements à partir d'une eau argileuse. Les Égyptiens, quand à eux, l'utilisaient entre autre à des fins de soins et durant le rite de la momification. L'argile n'était pas uniquement employée pour les défunts, elle fait des apparitions dans la pharmacopée égyptienne de ce temps. [N.cousin,2013,page 20]

Les médecins grecs et romains dont Dioscoride, Pline l'ancien (Histoire naturelle) ou encore Galien, ont travaillé sur l'utilisation de ce matériau. [T. Bardient ,1995]

La porcelaine est fabriquée à partir d'une argile particulière, blanche, pure, le kaolin. C'est au septième siècle, que la Chine produisit à partir de terre cuite ces poteries. Ce n'est autre que Marco polo qui permit à l'Europe de découvrir la porcelaine.

### **3. Minéralogie de l'argile :**

L'alumine ( $Al_2O_3$ ) et la silice ( $SiO_2$ ) sont les deux minéraux les plus abondants de la croûte terrestre. La classe de minéraux contenant de l'oxyde d'aluminium et de l'oxyde de silicium est appelée silicate d'aluminium.

La chimie inorganique de Swaddle appelle le groupe de minéraux aluminosilicates lorsque certains des ions  $Si^{4+}$  dans les silicates sont remplacés par des ions  $Al^{3+}$ . Pour chaque ion  $Si^{4+}$  remplacé par un  $Al^{3+}$ , la charge doit être équilibrée en ayant d'autres ions positifs tels que les ions  $Na^+$ ,  $K^+$  et  $Ca^{2+}$ . [web.archive.org,2012]

L'argile est un mélange des minéraux argileux et des impuretés cristallines sous forme de débris rocheux de composition infiniment diverse. [Zouhir moussaoui, 2012]

Les minéraux argileux sont tous constituent des entités fondamentales tétraèdres de silicium et octaèdres d'aluminium dont les sommets sont occupés par des atomes d'oxygènes ou des groupements hydroxyles (figure 1.1).[Samia Meliam, 2014]

L'enchaînement de ses unités formes des couches dites « tétraédrique » et « octaédrique » se combinant en feuillets d'où le nom des phyllosilicates de ces matériaux. [Zohra Benziane ,2006]

Les feuillets sont entrecoupés par un espace appelé espace interfoliaire. (figure 1.2)

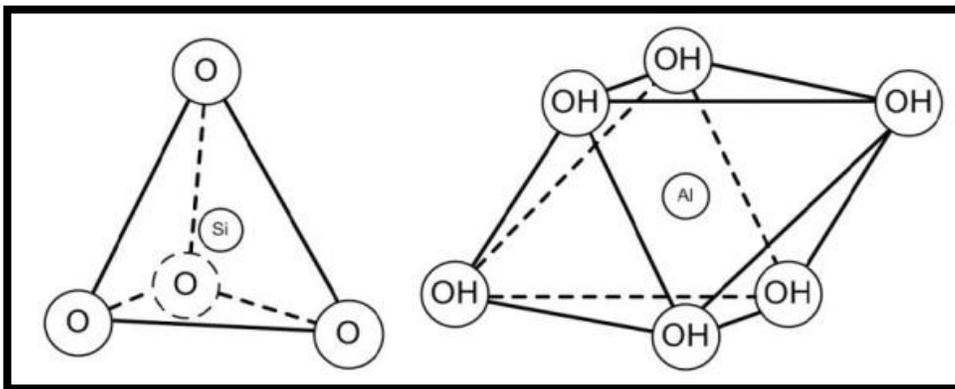


Figure 1.1 : Représentations  $SiO_4$  tétraèdres,  $Al(O, OH)_6$  octaèdres.

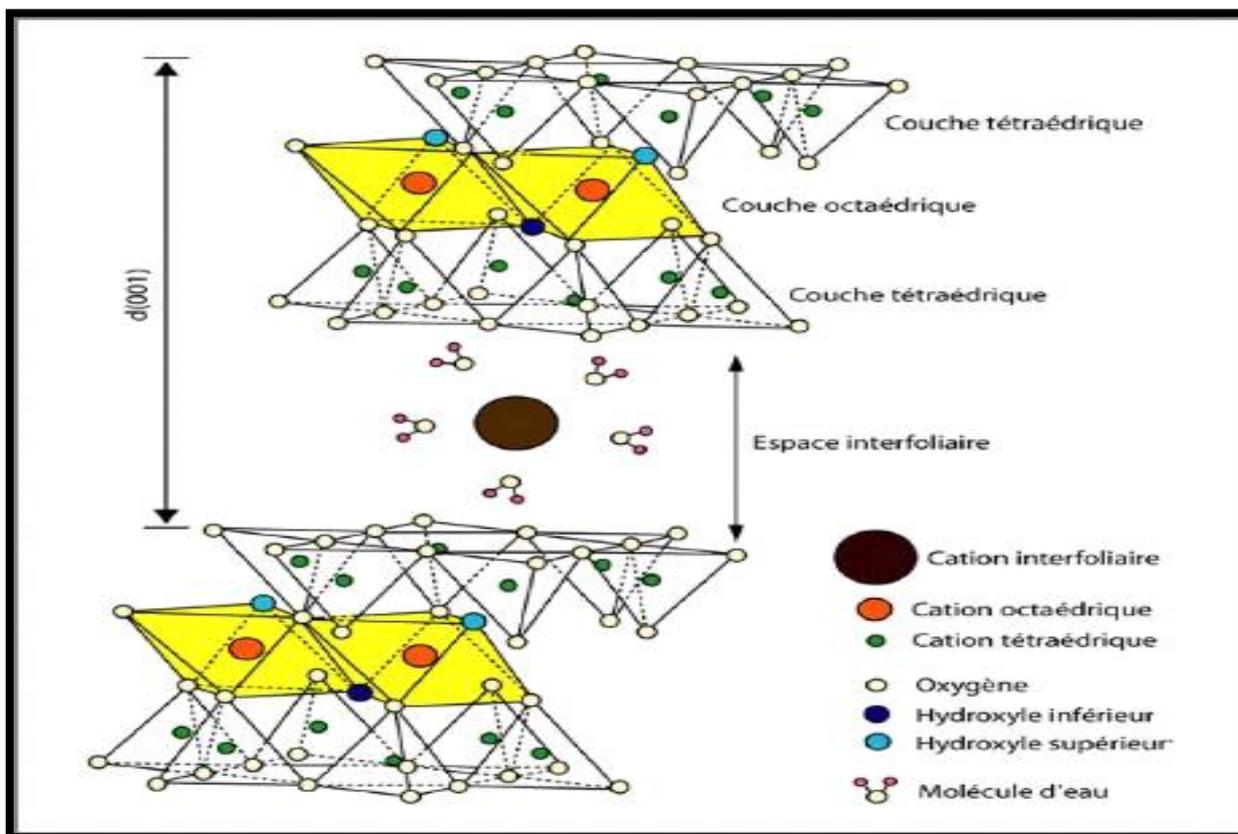


Figure 1.2 : Représentation schématique de la structure d'une argile.

#### 4. Classification :

La disposition, le nombre des couches tétraédrique et octaédrique ainsi que l'espace interréticulaire sont des facteurs qui interviennent dans la classification des argiles.

[Zohra Benziane ,2006] On distingue :

##### 4.1 Minéraux de type 1 : 1 (ou T-O) :

Sont caractérisés par un feuillet constitué d'une couche tétraédrique et d'une couche octaédrique et une équidistance apparente stable de  $7 \text{ \AA}$ .

Exemple : Kaolinite (Figure 2.1)

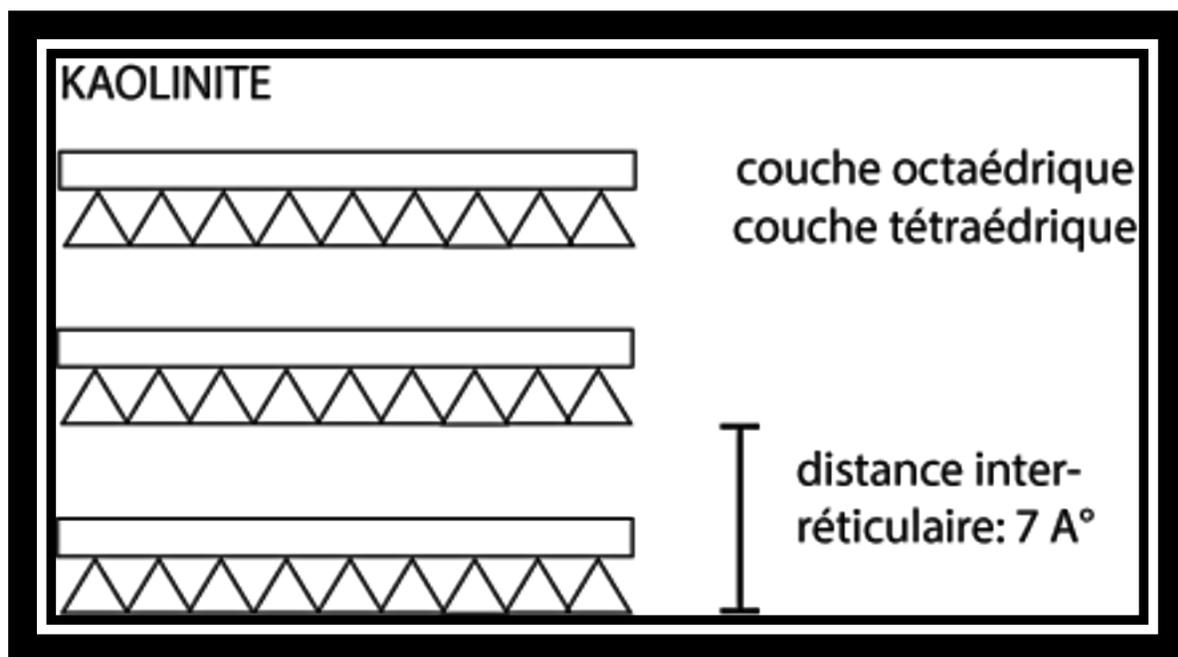


Figure 2.1 : Structure de kaolinite.

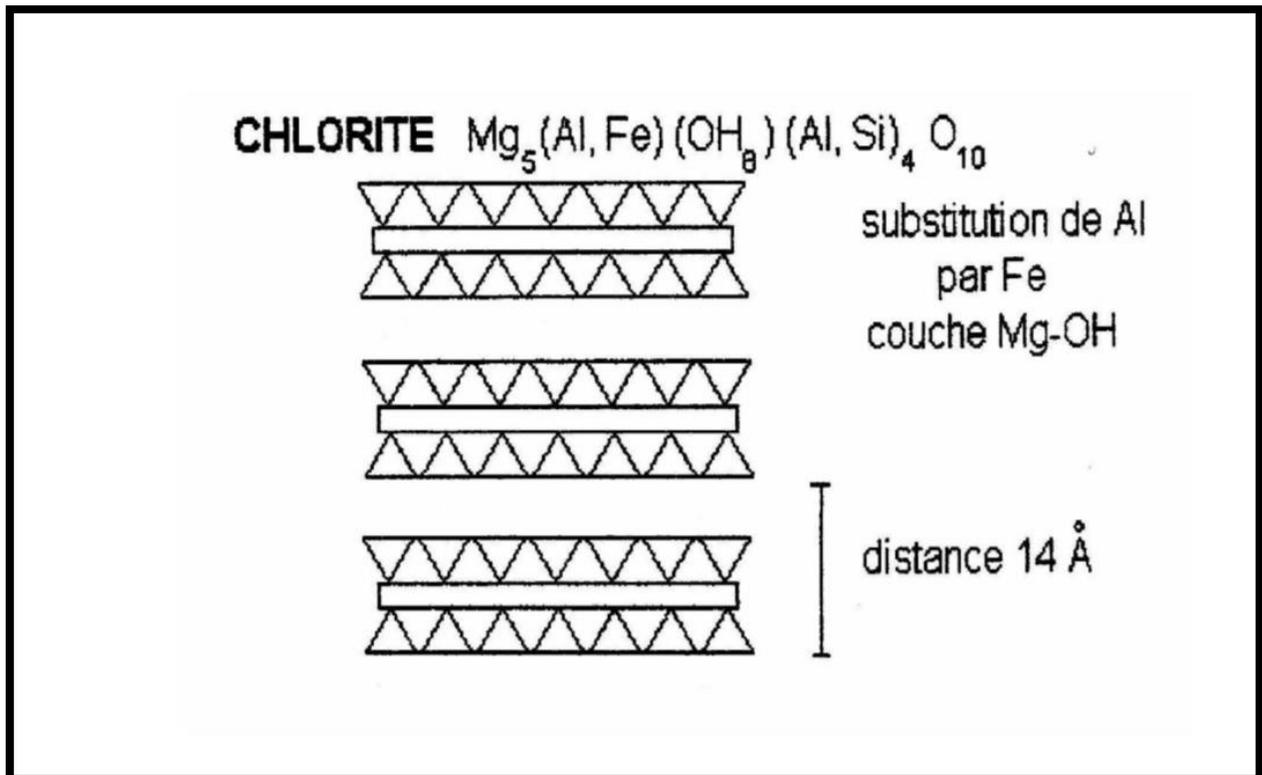
##### 4.2 Minéraux de type 2 : 1 (ou T-O-T) :

Sont caractérisés par un feuillet comportant une couche octaédrique comprise entre deux couches tétraédriques (2/1) et d'une distance interréticulaire varie de  $9.4$  à  $15 \text{ \AA}$  et cela est selon le contenu de l'interfeuillet. Ce type correspond aux groupes des smectites caractérisé par la capacité de gonflement (montmorillonite) et celui des micas non gonflants (l'illite).

### 4.3 Minéraux de type 2 : 1 : 1 (ou T-O-T-O) :

Sont caractérisés par un feuillet composé de la superposition d'un feuillet type (2/1) et d'une couche octaédrique interfoliaire équidistance est alors d'environ 14 Å°.

Exemple : chlorite



**Figure 2.2** : structure de Chlorite.

### 4.4 Kaolin :

De formule chimique  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ , contient théoriquement 39,5%  $Al_2O_3$ , 46,5 %  $SiO_2$  et jusqu'à 14 %  $H_2O$ . Elle se présente en petits cristaux lamellaires de forme pseudo-hexagonale. C'est une roche argileuse formée à plus de 90 % de kaolinite. Le nom «kaolinite» vient du site chinois Kao-Ling, où elle fut découverte pour la première fois. La roche est nommée kaolin et le minéral argileux kaolinite, bien que l'amalgame soit souvent fait entre ces deux termes. Cette argile, blanche et douce, est friable, réfractaire. Est caractérisé par : une faible dureté (2 selon l'échelle de Mohs); un haut degré de blancheur; un contenu élevé en alumine ( $Al_2O_3$ ) qui en fait un excellent réfractaire; une

granularité très fine et une bonne opacité due à la forme lamellaire des cristaux de kaolinite. [mern.gov.qc.ca, 2019][Nathalie cousin,2013]

#### 4.5 Smectites :

Le groupe des smectites se compose de minéraux avec la structure 2:1, la couche intermédiaire contient des cations échangeables. Une formule idéalisée pour une smectite de sol commune, la beidellite minérale, est :  $M^{+0.33} Al_2 (Si_{3.67} Al_{0.33}) O_{10} (OH)_2$  où  $M^+$  représente des cations échangeables, typiquement  $Ca^{2+}$  et  $Mg^{2+}$ .

Elles se caractérisent par leur grande capacité à retenir des molécules d'eau: on les appelle d'ailleurs des «argiles gonflantes» Elles se révèlent aussi très efficaces pour piéger des cations (ions dotés d'une ou plusieurs charges positives), favorisant les échanges par adsorption.

Les minéraux de smectite les plus courants varient en composition entre trois membres terminaux: la montmorillonite, la beidellite et la nontronite. Tous sont dioctaédriques, mais ils diffèrent par la composition des feuillets tétraédriques et octaédriques. Les smectites ne fixent pas  $K^+$  aussi facilement que les vermiculites parce que les smectites ont une charge de couche inférieure, mais les smectites gonflent plus largement que la vermiculite.

Les smectites sont des minéraux importants dans les sols des régions tempérées. De nombreux éléments nutritifs des plantes sont conservés sous une forme disponible sur les sites d'échange de cations des smectites du sol. Les sols riches en smectite ont tendance à être très efficaces pour atténuer de nombreux polluants organiques et inorganiques en raison de la grande surface spécifique et des propriétés d'adsorption des smectites. Les smectites rétrécissent au séchage et gonflent au mouillage. Ce comportement rétrécissement-gonflement est le plus prononcé dans l'ordre Vertisol et dans les sous-groupes verticaux d'autres ordres de sols. Les propriétés de retrait-gonflement entraînent des problèmes de fissuration et de déplacement lorsque les maisons, les routes et autres structures sont construites sur des sols smectiques.

[Nathalie cousin, 2013] [sciencedirect.com, 2015]

#### 4.5.1 Montmorillonite :

De formule chimique Montmorillonite  $R_x(Al_{2-x}Mg_x)O(Si_4)O_{10}(OH)_2, nH_2O$  ( $R=Na^+$  ou  $1/2Ca^{2+}$ ,  $x$  0,3-0,7). La structure physique de la particule de montmorillonite est généralement perceptible en feuillets et en couches. Chaque couche est composée de deux types de feuilles structurales : octaédriques et tétraédriques. La feuille tétraédrique est composée de tétraèdres silicium-oxygène liés aux tétraèdres voisins en partageant trois coins résultant en un réseau hexagonal. Le quatrième coin restant de chaque tétraèdre fait partie de la feuille octaédrique adjacente. La feuille octaédrique est généralement composée d'aluminium ou de magnésium en coordination sextuple avec l'oxygène de la feuille tétraédrique et avec l'hydroxyle. Les deux feuilles forment ensemble une couche. Plusieurs couches peuvent être jointes dans une cristallite d'argile par des cations intercouches, par la force de Van der Waals, par la force électrostatique ou par liaison hydrogène. Cette argile Blanc, chamois, jaune, vert, rarement rose pâle à rouge (la présence de haute cantonnière de Mn produit une coloration rose à rouge) et Translucide. Est caractérisé par : une faible dureté (1-2 sur l'échelle de Mohs) doux, possède une occurrence à grain fin. [Nathalie cousin, 2013] [intechopen.com, 2018]

#### 4.5.2 Bentonite :

La bentonite est une importante roche d'argile trouvée dans la nature. C'est une source importante de montmorillonite dans la nature. C'est une roche formée d'argiles hautement colloïdales et plastiques principalement composées de montmorillonite. En plus de la montmorillonite, la bentonite peut contenir une certaine quantité de quartz cristallin, de cristobalite et de feldspath.

La variété des applications de la bentonite est le résultat de ses propriétés chimiques et physiques utiles et intéressantes. Cette gamme de propriétés comprend la rhéologie, les effets adsorbant, la plasticité et le pouvoir lubrifiant, une force de liaison à sec élevée, une résistance élevée au cisaillement et à la compression, l'imperméabilité et une faible compressibilité. Certaines bentonites sont utilisées en cosmétique pour favoriser la pénétration des principes actifs ou dans un cadre thérapeutique. Elles servent aussi comme substance de collage dans la vinification (procédé de clarification du vin en fin

d'élevage). Il existe des bentonites qui sont riches en sodium, d'autres en calcium, potassium ou magnésium. . [Nathalie cousin, 2013] [intechopen.com, 2018]

#### 4.6 Illites :

L'illite est constituée d'une couche octaédrique (O) intercalée entre deux couches tétraédriques (T). Sa formule théorique est :  $(\text{Si}_{4-x}\text{Al}_x) (\text{Al}_2) \text{O}_{10} (\text{OH})_2 (\text{K})_x$  avec  $x$  voisin de 0,5. Les illites sont des minéraux argileux à feuillet de type 2/1 et à équidistance basale stable à 10 Å. Elle présente des substitutions fréquentes de  $\text{Si}^{4+}$  par  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  ou  $\text{Fe}^{3+}$ , les défauts de charge de la maille sont compensés en général par des ions  $\text{K}^+$  logés dans les cavités hexagonales des couches tétraédriques . Ces gros cations assurent la liaison ionique des feuillets adjacents et bloquent l'écart réticulaire à 10 Å quelque soit l'état d'hydratation. Ce matériau doit son nom au fait d'avoir été étudié dans l'Illinois, aux États-Unis. Il est faiblement dosé en magnésium, assez riche en calcium {14 %}, en fer (près de 9 %). Il possède un bon pouvoir d'absorption {environ 25 %} et un faible pouvoir d'adsorption. [Nathalie cousin, 2013] [memoireonline.com, 2013]

#### 4.7 Vermiculites :

La formule générale des vermiculites est :  $(\text{Mg.Ca}_x) (\text{Si}_{(8-x)} .\text{Al}_x) (\text{Mg.Fe})_6 \text{O}_{20} y\text{H}_2\text{O}$  avec  $X= 1$  à 1,4 et  $y$  de l'ordre de 8.  $\text{Mg}^{2+}$  et  $\text{Ca}^{2+}$  sont les cations compensateurs très facilement échangeables. Ce sont des minéraux à aspect de mica et sont proches des illites et chlorites mais avec la propriété d'être gonflants. Ils se caractérisent par la présence de cations hydratés dans l'espace interfoliaire. Le complexe interfoliaire comprend généralement des cations Mg ou Ca et 2 couches de molécules d'eau. Ainsi, si ces minéraux sont chauffés, ils perdent leur eau interfoliaire et leur distance inter-réticulaire rétrécit à 10 Å. Les vermiculites dioctaédriques résultent généralement de l'altération des micas (illite ou muscovite) et sont abondantes dans les sols des zones tempérées. Les vermiculites trioctaédriques sont plutôt issues de l'altération des chlorites ou néoformées. La vermiculite est une argile d'origine volcanique, formée par l'hydratation de minéraux basaltiques. Lorsqu'elle est chauffée, elle se dilate. Cette propriété la rend très intéressante comme isolant intérieur pour les constructions, offrant, outre ses qualités thermiques, un matériau léger, incombustible, imputrescible et inaltérable. [Nathalie cousin, 2013] [memoireonline.com, 2013]

#### 4.8 Chlorites :

La formule structural de chlorite est :  $Mg_5 (Al, Fe) (OH)_8 (Al, Si)_4 O_{10}$

Le chlorite est un terme qui a désigné au début les minéraux phylliteux de couleur verte et riche en fer ferreux. Le feuillet élémentaire est de type 2/1/1, avec en position interfoliaire une couche continue de nature hydroxylique (couche octaédrique) déterminant une équidistance basale très stable à 14 Å. La structure des chlorites correspond donc à l'association d'un feuillet 2/1 de type micacé avec une couche interfoliaire supplémentaire et indépendante, constituée d'hydroxyde de magnésium ou de fer ferreux. Les feuillets 2/1 sont liés entre eux par cette couche hydroxylique : les charges négatives provenant de substitutions diverses dans le feuillet 2/1 sont en effet compensées par les charges positives développées dans la couche octaédrique hydroxylée au sein de laquelle se produisent des substitutions bivalent/trivalent (par exemple :  $Mg^{2+}/Al^{3+}$ ,  $Mg^{2+}/Fe^{3+}$ ,  $Fe^{2+}/Fe^{3+}$ ). [Nathalie Cousin, 2013] [memoireonline.com, 2013]

#### 4.9 Minéraux Interstratifiés :

Résultent du mélange régulier ou irrégulier des argiles appartenant aux groupes ci-dessus :- Irrégulière : exemple : la sudoite (chlorite-montmorillonite).

- Régulière : exemple : bravaisite : (illite-montmorillonite). (Figure 2.3)

[Zohra Benziane ,2006]

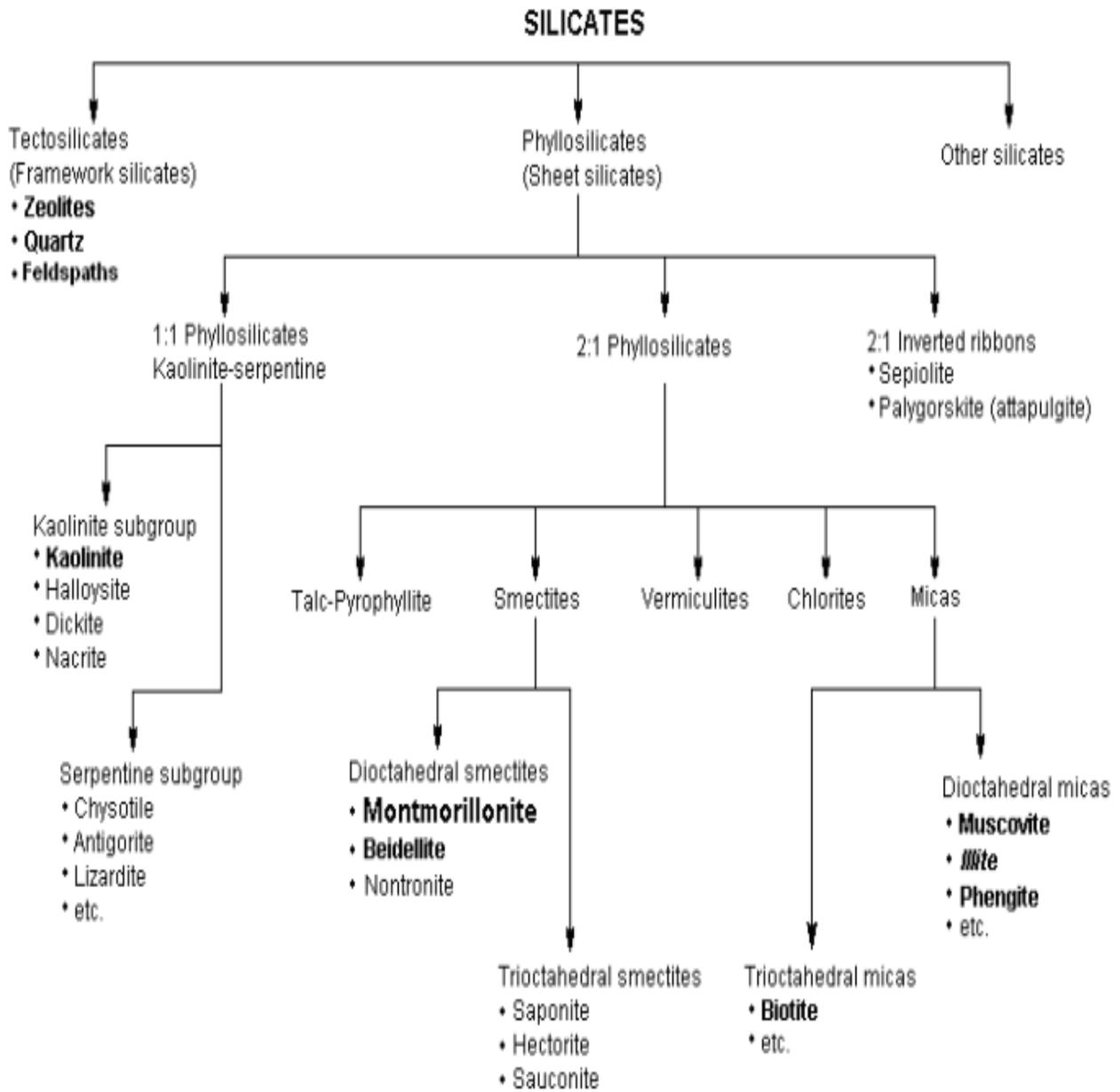


Figure 2.3: Classification des argiles.

## 5. Obtention :

### 5.1 Formation :

#### 5.1.1 Histoire des roches :

Imaginez cette énorme masse de matières en fusion qu'était autrefois la planète ... puis la mince couche qui se forme par refroidissement à la surface de cet amas ...et des substances lourdes comme les métaux qui s'enfoncent alors à l'intérieur, laissant en surface des matériaux qui, en se refroidissant et en durcissant, vont former les roches et les minéraux.

La croûte terrestre comprend en fait trois grandes couches solides: la plus profonde est celle qui tapisse le fond des océans avec principalement du magnésium et du silicium, la deuxième constitue la croûte continentale où l'on trouve silicium et aluminium, deux minéraux entrant largement dans la composition de l'argile, enfin la zone superficielle est composée de sédiments. [Nathalie cousin, 2013]

#### 5.1.2 Formation matériaux argileux

On distingue trois grands processus de formation des matériaux argileux, qui peuvent se juxtaposer

**Le premier** est la simple décomposition par érosion (pluie, vent, gel, dégel, vagues, flore ...) de la roche-mère, notamment dans les massifs montagneux. Les plus petits fragments, les minéraux argileux, peuvent alors soit former un gisement sur place, soit être transportés par ruissellement jusqu'en des zones où ils vont s'accumuler.

**Le deuxième** processus de formation est ce que les scientifiques appellent la néoformation où le minéral argileux se forme par combinaison de substances transportées par l'eau du sol.

**Le troisième** mécanisme est un processus de transformation où des minéraux évoluent par dégradation ou aggradation d'ions minéraux argileux. (Figure 3) [Nathalie cousin, 2013]

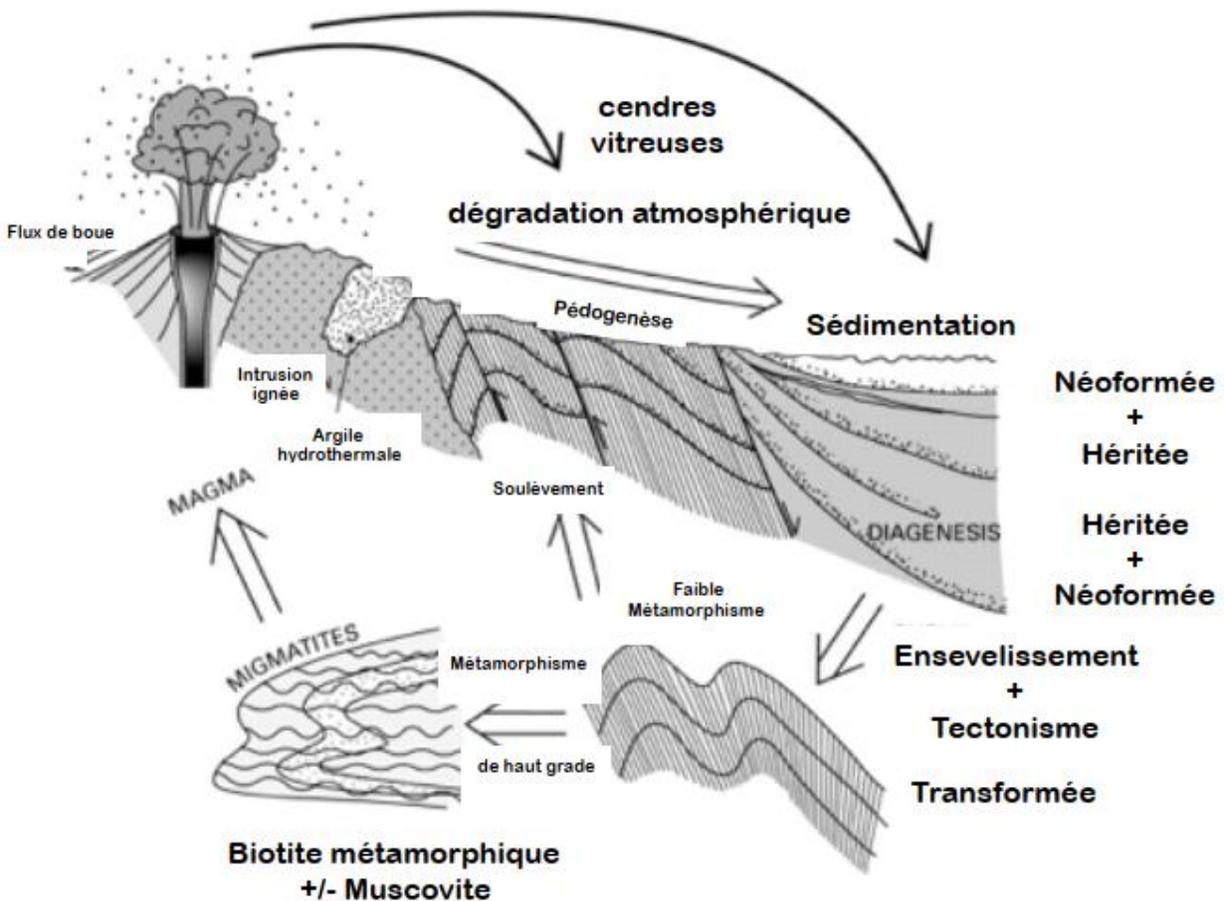


Figure 3 : Processus de formation de l'argile.

## 5.2 Extraction :

### 5.2.1 Purification de la bentonite naturelle :

L'échantillon brute, qui provient du milieu naturel contient de par sa formation des impuretés qu'il est préférable d'éliminer. Parmi elles, se trouvent de la silice libre, du quartz, de la cristobalite et une certaine quantité d'oxydes dont du fer. Donc le traitement préliminaire de la bentonite naturelle consiste à la débarrasser de toutes ces phase cristallines, ensuite à remplacer tous les cations échangeables de natures diverses par des cations de sodium  $\text{Na}^+$  et permet aussi d'avoir des fractions granulométriques bien définies, de taille inférieure à 2 micromètres.

Diverses étapes existent dans la purification de la bentonite naturelle:

- Le premier point consiste à effectuer les opérations unitaires suivantes:
  - concassage des roches de la bentonite en morceaux par un mortier.
  - broyage des morceaux de la bentonite dans le broyeur.
  - tamisage de la poudre de la bentonite.
  - lavages successifs avec l'eau distillée.
  - La sédimentation pour enlever des impuretés et les grosses particules, la partie surnageant est séparée par centrifugation puis séchée dans l'étuve à 60°C et broyée jusqu'à l'obtention d'une poudre homogène.
- Le deuxième point consiste à rendre l'argile homoionique:
  - Contact avec l'eau oxygéné pour l'élimination de la matière organique (2h).
    - Homogénéisation sodique par traitements répétés (3 fois) avec une solution de NaCl (1M) pendant 24h.
  - Elimination des impuretés cristallines et des sels résiduels par centrifugation et lavage à l'eau distillé jusqu'à l'obtention d'un test négatif au chlorure.
  - Récupération de la partie minérale (<2 µm) par sédimentation, ensuite, elle est séchée à l'étuve à 80°C et broyée jusqu'à l'obtention d'une poudre homogène. [Pascal Gossart ,2001]

### 5.2.2 Activation par l'acide sulfurique :

L'activation acide comprend le traitement de l'argile avec une solution d'acide (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ou HCl) dans le but d'augmenter la surface spécifique, la porosité et l'acidité de la surface. Elle fait augmenter la surface spécifique par la désagrégation des particules de l'argile, l'élimination de plusieurs impuretés minérales et l'enlèvement des cations de la couche octaédrique. Le processus d'activation acide détruit une partie de la structure d'argile, il enlève le fer, l'aluminium et le magnésium de la couche octaédrique.

L'activation des matériaux argileux s'effectue selon le protocole suivant: 20g d'échantillon est mise dans un erlen, l'ajout de la solution de l'acide sulfurique(1M, 1L, d=1.83, 96%) se fait goutte à goutte sous agitation vigoureuse pour

éviter qu'une attaque vive ne détruise les minéraux argileux et à une température de 90°C, cette température reste constante durant le processus d'activation au moyen d'un bain marie, le temps de contact est fixé à 6 heures et déterminé à partir de l'instant où la température atteint 90°C. Les échantillons activés subissent plusieurs lavages avec l'eau distillée chaud jusqu'à l'obtention d'un test négatif au BaCl<sub>2</sub> (élimination des ions SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), puis séchés à 80°C et broyés.

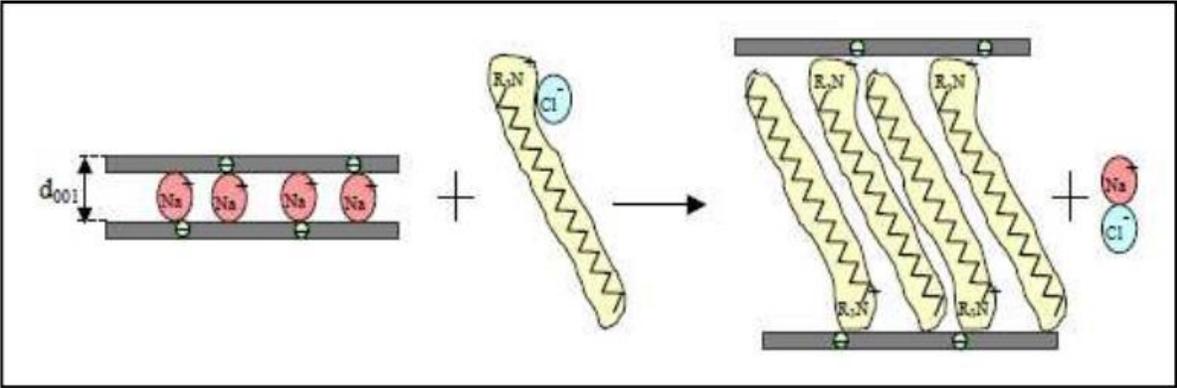
### 5.2.3 Le traitement organophile (organophilisation) :

Le traitement organophile est un échange cationique (Figure 4) les cations échangeables inorganiques de l'espace interfoliaire sont remplacés par des surfactants organiques (des cations contenant une longue chaîne alkyle), la substitution est réalisée en milieu aqueux car le gonflement de la bentonite facilite l'insertion des ions alkylamines au sein des galeries interfoliaires. Ces surfactants rendent l'argile organophile, c'est-à-dire qu'elle dénotera d'une plus grande affinité pour les molécules organiques. En outre, comme ces cations sont beaucoup plus gros que les ions alcalins initialement présents, ils prennent plus de place et vont écarter les feuillets. Ils possèdent une tête polaire hydrophile et une chaîne aliphatique apolaire, lors de la réaction d'échange, la tête polaire de tensioactif s'accroche à la surface en laissant la queue organique plus ou moins libre. Cela conduit, en conséquence, à une augmentation de la distance interlamellaire d<sub>001</sub>. [Lagaly, G.1986][S. Al-Asheh, F. Banat, L. Abu-Aitah, 2003][A. Safa Ozcan and Adnan Ozcan, 2004]

L'octadécyltriméthylammoniumbromide ODTABr et le phényltriméthyl-ammonium bromide PTABr utilisés dans cette étude proviennent de Sigma Aldrich Chemicals, l'ensemble des caractéristiques physico-chimiques de ces deux surfactants est récapitulé dans le tableau suivant:

**Tableau 1** : Les principales caractéristiques physico-chimiques d'ODTABr et de PTABr

Le surfactant	L'ODTABr	Le PTABr
Formule brute	<b>C<sub>21</sub>H<sub>46</sub>NBr</b>	<b>C<sub>9</sub>H<sub>14</sub>NBr</b>
Masse molaire (g/mole)	<b>392,52</b>	<b>216,13</b>
Pureté (%)	<b>97</b>	<b>98</b>



**Figure 4** : Principe de traitement organophile de la bentonite  
(Cas de la Mnt-Na)

**6. Propriétés caractéristique des argiles :**

Les propriétés particulières des minéraux argileux sont dues à la petite taille, à la structure en feuillet et à la charge négative des particules, Ces propriétés sont nombreuses, elles peuvent être physiques et chimiques, les plus importantes sont:

**6.1 Propriétés de gonflement :**

Le gonflement d’une argile est défini comme l’écartement des feuillets par l’entrée d’eau dans l’espace interfoliaire, il se fait en trois étapes successives: on a d’abord une augmentation discrète de la distance interfoliaire correspond à l’entrée d’une couche d’eau entre les feuillets (état monocouche, ou monohydraté), puis d’une seconde couche (état bicouche, ou bihydraté), puis l’écartement des feuillets, la propriété de gonflement varie d’une famille argileuse à une autre :

- Les minéraux argileux de type 1/1 n’ont pas normalement de charges présentes sur la surface, la couche tétraédrique est totalement occupée par  $Si^{4+}$  et la couche octaédrique est totalement occupée par  $Al^{3+}$  ou  $Mg^{2+}$ . S’il y a une substitution au sein d’une couche, il y aura toujours une compensation par la substitution dans d’autres couches, ainsi, la neutralité est toujours maintenue. Cette propriété particulière rend ces argiles stables et leur structure- notamment la distance entre les feuillets- n’est pas affectée par la présence d’eau, elles n’ont aucune capacité à gonfler.

• Dans le cas des minéraux argileux de type 2/1, le groupe des smectites présentant les propriétés de gonflement, qui sont dues au caractère hydrophile de toute sa surface. En raison de la présence de cations hydratés dans les galeries interfoliaires, le gonflement de l'argile sera plus important lorsque les cations compensateurs seront de petites tailles et faiblement chargés, selon le type de cation compensateur, on classe le gonflement des feuillets comme suit :  $Li^+ > Na^+ > Ca^{2+} > Fe^+ > K^+$ . Deux types de gonflement peuvent se produire au sein des matériaux argileux : le gonflement interfoliaire et le gonflement interparticulaire.

- Le gonflement interfoliaire (cristallin) :

Le gonflement cristallin intervient à l'échelle la plus petite de la structure argileuse, il permet une augmentation de distances interfoliaires de 0,96 à 2 nm et il dépend du nombre de couches de molécules d'eau adsorbées entre deux feuillets voisins (c'est le cas de smectites telles que la montmorillonite et des chlorites). L'eau pénètre à l'intérieur des particules et s'organise en couches monomoléculaires, le gonflement interfoliaire présente une ampleur très importante.

**Tableau 2** : Surface spécifique de quelques minéraux argileux

<i>Mineral</i>	<i>Surface interne (m<sup>2</sup>/g)</i>	<i>Surface externe (m<sup>2</sup>/g)</i>	<i>Surface totale (m<sup>2</sup>/g)</i>
<i>Kaolinite</i>	0	10-30	10-30
<i>Illite</i>	20-55	80-120	100-175
<i>Smectites</i>	600-700	80	700-800
<i>Vermiculite</i>	700	40-70	760
<i>Chlorite</i>	-	100-175	100-175

- Le gonflement interparticulaire (osmotique) :

Appelé aussi le gonflement osmotique ou le gonflement macroscopique, macroscopique par rapport à l'eau qui prend une échelle macroscopique, il se produit lorsque l'énergie d'hydratation est suffisante pour franchir la barrière de potentiel due aux forces électrostatiques attractives entre les feuillets.

Contrairement au gonflement interfoliaire, le gonflement interparticulaire a une ampleur assez limitée, mais affecte toutes les argiles.

### 6.2 Rôles des cations compensateurs :

Le gonflement peut être qualifié d'idéal. Il est observé dans des conditions bien précises, dépendant du couple matériau-cation compensateur. Se sont intéressés à préciser le rôle des cations échangeables sur le début de l'hydratation. Des études ont montrés l'existence de deux groupes de cations compensateurs :

- Les cations qui permettent d'obtenir la dispersion maximale pour la montmorillonite mais également pour tous les phyllosilicates présentant des propriétés d'hydratation. Ces cations sont:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Li}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ag}^+$ .
- Les cations qui ne permettent qu'une hydratation limitée à quelques couches d'eau:  $\text{Cs}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ .

### 6.3 Propriétés colloïdales :

Cette propriété est d'une grande importance pour le procédé de purification des argiles. Elle est liée à la présence de charges négatives à la surface de chaque grain d'argile. Le caractère colloïdal se traduit par le recouvrement de chaque grain d'argile par une double couche d'ions hydrosolubles de charges opposées.

### 6.4 Capacité d'échange cationique (CEC) :

Les argiles ont la propriété de fixer de façon réversible (échangeable) des cations contenus dans les solutions environnantes, La capacité d'échange cationique (CEC) est une caractéristique très importante, elle est définie comme la quantité de cations monovalents et divalents ( $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , ou  $\text{Mg}^{2+}$ ) susceptibles d'être substitués par des cations compensateurs pour compenser la charge négative de 100 grammes d'argiles. Elle est conventionnellement exprimée en milliéquivalents pour 100 grammes d'argile (meq/100g). Cette capacité d'échange cationique est considérée de manière globale et concerne à la fois les cations de l'espace interfoliaire, les cations de surface et de bordure de feuillets.

Il existe différentes méthodes de mesure de la CEC. En général, on introduit une montmorillonite naturelle dans une solution contenant un excès de cations, puis on réalise

---

une analyse élémentaire afin d'évaluer la quantité de cations échangés entre l'argile et la solution. Cette mesure se fait généralement avec  $\text{NH}_4^+$  ou  $\text{Ba}^{+2}$ . Le dosage par microanalyse élémentaire des ions présents dans l'argile après substitution permet de déterminer la CEC.

# **Chapitre 2 :**

Contrôle des argiles

## 1. Définitions :

### 1.1 Contrôle qualité selon ISO :

Selon l'ISO, le mot «**qualité**» peut être définie comme : « l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit ou service qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites ». D'après les BPF européennes, lorsqu'on parle de la « *qualité du médicament* », il s'agit de la qualité à réaliser pour répondre aux besoins des malades, c'est-à-dire la qualité décrite dans le dossier de demande d'AMM .D'après la 8ème édition de l'abrégé de pharmacie galénique, « le *contrôle* consiste à mesurer une ou plusieurs caractéristiques d'une entité et à comparer les résultats obtenus à des spécifications préétablies».

Le contrôle de qualité est donc un outil qui, associé à un référentiel apporte des éléments de vérification de certains critères de la qualité du médicament. [ISO,8402]

### 1.2 Assurance qualité selon ISO :

La norme ISO 8402-94 définit l'assurance qualité comme « l'ensemble des activités préétablies et systématiques mises en œuvre dans le cadre du système qualité, et démontrées en tant que besoin, pour donner la confiance appropriée en ce qu'une entité satisfera aux exigences pour la qualité». [ISO,8402]

### 1.3 Médicament :

Le **médicament**, au sens de la présente loi, est toute substance ou composition présentée comme possédant des propriétés curatives ou préventives à l'égard des maladies humaines ou animales, et tous produits pouvant être administrés à l'homme ou à l'animal en vue d'établir un diagnostic médical ou de restaurer, de corriger et de modifier ses fonctions physiologiques. [Journal officiel,2018]

### 1.4 Pharmacopée :

La **pharmacopée** est le recueil contenant les spécifications applicables aux médicaments et leurs constituants, et à certains dispositifs médicaux, ainsi que les méthodes de leur identification, essai et analyse, en vue d'assurer leur contrôle et d'en

évaluer la qualité .La pharmacopée est complétée par le formulaire national des médicaments. [Journal officiel,2018]

### 1.5 Métaux lourds :

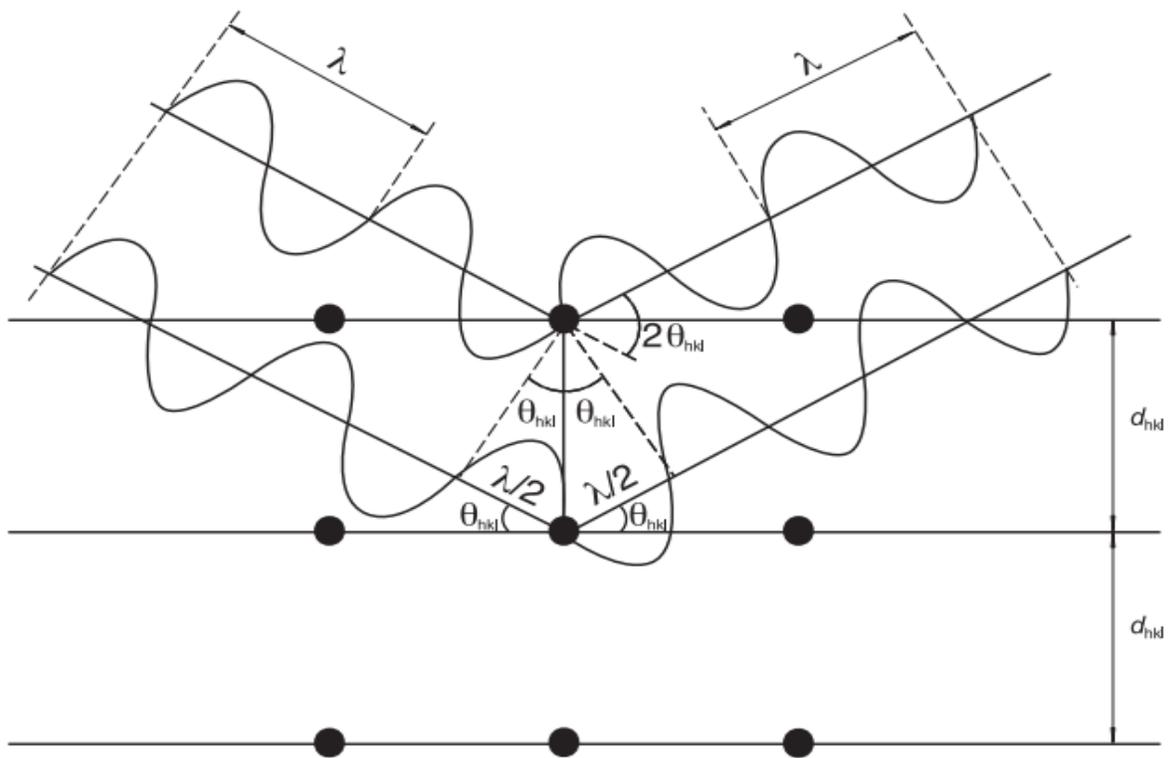
On appelle en général **métaux lourds** les éléments métalliques naturels, de densité supérieure à 5 g/cm<sup>3</sup> et tout métal ayant un numéro atomique élevé, en général supérieur à celui du sodium (Z=11). Sont présents dans tous les compartiments de l'environnement, mais en général en quantités très faibles sous forme de traces. Il s'agit de tous les éléments de transition possédant une orbital d'insaturée, y compris les lanthanides et les actinides (bloc d et f de la classification de Mendeleïev), à l'exception du scandium, du titane et de l'yttrium. On classe de même parmi les métaux lourds, les éléments intermédiaires les moins électronégatifs du bloc p, parmi lesquels figurent le plomb et l'étain.

## 2. Caractérisation des argiles :

### 2.1 Diffraction de rayons x :

La méthode d'étude des argiles, non spécifique à ceux-ci, est la diffraction aux rayons X. La diffraction des rayons X résulte de l'interaction de ces rayons avec le nuage électronique des atomes. Selon l'arrangement atomique, les rayons X diffractés produisent des interférences. Ces interférences sont constructives si la différence de marche entre 2 ondes X diffractées est un multiple entier de la longueur d'onde, condition décrite par la relation (ou loi) de Bragg (figure 5) :

$$2 d \sin \theta = n \lambda$$



**Figure 5 :** Diffraction des rayons X par un cristal,  
Selon la loi de Bragg

Pour mesurer les distances réticulaires d'un réseau cristallin, caractéristique d'une argile, il suffit, connaissant  $\lambda$ , de mesurer les angles de réflexion  $\Theta$  du rayonnement incident.

Chaque phase cristalline présente dans une substance donnée produit une « image » de diffraction X caractéristique. De telles images, appelées diffractogrammes (ou encore diagrammes ou spectres de diffraction). Le diffractogramme fournit essentiellement 3 types d'informations : la position angulaire des raies de diffraction ; l'intensité des raies de diffraction ; et la forme des raies de diffraction. [C.langlois, 2005]

## 2.2 Tests physicochimiques :

Les matières premières sont préparées selon les besoins en suivant les opérations à faire.

### 2.2.1 Analyse granulométrique :

Il y a deux méthodes d'analyse granulométrique :

- Analyse granulométrique par tamisage.
- Analyse granulométrique par sédimentométrie.

- Principe de l'essai :

A cause de l'appareillage, on insiste à l'analyse granulométrique par tamisage. Plusieurs essais ont été faits sur l'analyse granulométrique. L'essai consiste à fractionner au moyen d'une série de tamis à mailles carrées, un matériau en plusieurs classes granulaires de tailles décroissantes. Les ouvertures des mailles et le nombre de tamis sont choisis en fonction des dimensions des grains et de la précision attendue. Les masses sèches des différents refus, ou celles des différents tamisats, sont rapportées à la masse initiale sèche du matériau. Les pourcentages ainsi obtenus sont exploités sous une forme graphique.

### 2.2.2 Analyse chimique :

L'analyse chimique a pour but d'identifier les éléments constituants des argiles.

### 2.2.3 Détermination du pH :

La détermination du pH est nécessaire pour quantifier l'apport de l'acidité lorsque le solide est en contact avec la solution. Une solution à 10% d'argile m/v est préparée avec de l'eau distillée, le mélange est laissé reposer 4h à 25° C, pour permettre aux ions de passer en solution. la solution d'argile obtenue est homogénéisée par un agitateur magnétique. La lecture est faite directement sur un pH-mètre. [Amin N.C, 2009]

### 2.2.4 Taux d'humidité :

La mesure du taux d'humidité consiste à déterminer la masse d'eau éliminée par le séchage d'un matériau humide jusqu'à l'obtention d'une masse constante à une température de  $105 \pm 5$  °C pendant 24 heures, La masse du matériau après l'étuvage est considérée comme la masse des particules solides ( $m_s$ ). La détermination du taux d'humidité a été calculée à partir du rapport de la masse de l'eau ( $m_{eau}$ ) sur la masse des particules solides ( $m_s$ ).

Celui-ci donne la teneur en eau de l'échantillon analysé comme cela a été proposé par :

$$H (\%) = (m_{\text{eau}}/m_s) * 100 = (m_t - m_s / m_s) * 100$$

$m_{\text{eau}}$  : masse d'eau (g)

$m_s$  : masse de l'échantillon sec (g)

$m_t$  : masse de l'échantillon humide (g) [Chossat J.C, 2005]

### 2.2.5 Densité :

La mesure de la densité apparente de l'échantillon étudié a été réalisée par la détermination du volume d'une masse  $m$  de l'échantillon à l'aide d'un pycnomètre.

Densité = Masse du volume de l'échantillon / masse du même Volume d'eau

### 2.2.6 Indice de gonflement :

Par la mise en suspension, l'argile peut fixer une quantité notable d'eau, ce qui a pour effet d'écartier les uns des autres en traduisant ainsi un gonflement.

Nous remplissons une éprouvette graduée de 100 ml avec 50 ml d'eau distillée et nous ajoutons 0,5 g d'argile.

Après 45 min, nous ajoutons encore 0,5 g d'argile. Après 2H, on note le volume de gonflement. L'indice de gonflement est mesuré par la formule suivante :

Indice de gonflement (%) = (volume de gonflement \* 50) / (50 - humidité) [Rollet P., Bouaziz R 1972]

### 2.2.7 Colloïdalité :

Cette propriété est liée à la présence de charges négatives à la surface de chaque grain d'argile. Le caractère colloïdal se traduit par le recouvrement de chaque grain d'argile par une double couche d'ions hydrosoluble de charges opposées. La colloïdalité a été mesurée par la mise en suspension d'une quantité d'argile donnée, en ajoutant 0,2g de MgO pour permettre la défloculation, après une agitation de 5 min, le mélange est placé dans une éprouvette graduée. Après 24h nous mesurons le volume  $V$  (ml) occupé

par le surnageant. La colloïdalité est mesurée par la formule suivante :  $C (\%) = 100 - V$  [Gillot, E. Jack, 1984]

### 2.2.8 Porosité :

La détermination de la porosité permet d'évaluer le pourcentage du vide dans le matériau. Elle est due alors à la présence dans la structure du solide des pores, de canaux et des cavités de différentes dimensions. Elle influence la diffusion des molécules à l'intérieur des solides.

Nous procédons par mettre dans une éprouvette de 10 ml un volume d'un solide de masse  $M_1$ , nous ajoutons du méthanol  $M_2$  jusqu'à atteindre le volume de 2 ml dans l'éprouvette. La porosité ( $P$ ) est déterminée par la formule suivante :

$$P = V_1/V_t = \{[(M_2 - M_1) / \rho_{\text{méthanol}}] - V_2\} / V_t$$

Avec :  $\rho_{\text{méthanol}} = 0,79 \text{ g/cm}^3$   $V_t = 2 \text{ ml}$ . [Gillot, E. Jack, 1984]

### 2.2.9 Capacité d'échange cationique CEC :

Les argiles ont la propriété de fixer de façon réversible certains cations contenus dans les solutions environnantes.

La capacité d'échange de cations (CEC) correspond au nombre de charges négatives susceptibles de fixer des cations de cette manière. Elle est exprimée en centimols par kg ( $\text{cmol kg}^{-1}$ ), qui est une traduction dans le système international de parts des milliéquivalents par 100 g (MEQ), qui ont été traditionnellement utilisés pendant des décennies. Les cations ne peuvent être échangés s'ils sont faiblement liés aux surfaces externes ou internes (Espaces entre les couches de cristaux). [Balze D ,2006][ Meunier A,2002]

### 2.2.10 Mesure de surface spécifique par méthode BET :

Les argiles sont largement utilisées comme des adsorbants à cause de leur grande surface spécifique. Elle conduit à des valeurs de surface spécifiques beaucoup plus faibles, qui ne sont représentatives que de la surface externe des phyllosilicates. Ainsi, la surface spécifique des montmorillonites est de l'ordre de 600 à 800  $\text{m}^2/\text{g}$  alors qu'une

mesure BET donne des valeurs de l'ordre de 70m<sup>2</sup>/g. Les mesures des surfaces spécifiques ont été déterminées par la méthode Brunauer, Emmet et Teller (B.E.T). Le principe de la méthode est basé sur le phénomène de l'adsorption physique d'un gaz à basse température voisine du point d'ébullition de ce gaz. La surface spécifique d'un solide est donnée par la relation :

$$SBET = (\sigma * Vs * N) / Vm \dots\dots\dots (1)$$

$\sigma$ : surface occupée par une molécule d'adsorbat.

**N** : nombre d'Avogadro (6.023 10+23 molécules).

**Vm**: volume molaire (22,4 litres).

**Vs** : volume de vapeur adsorbée par gramme de solide à la pression.

### 3. Recherche des métaux lourds :

#### 3.1 Classification des impuretés élémentaires selon la directive Q3D de L'ICH:

L'ICH dans sa directive Q3D a réparti les différentes impuretés élémentaires en trois groupes en fonction de leur toxicité et de la probabilité de leur présence dans les produits pharmaceutiques. La probabilité de la présence est établie à partir de plusieurs facteurs, notamment la probabilité de l'utilisation dans les procédés pharmaceutiques, la probabilité d'être une impureté co-isolée en compagnie d'autres impuretés élémentaires dans les substances utilisées dans les procédés pharmaceutiques, ainsi que l'abondance naturelle observée et la distribution de l'élément dans l'environnement. Les différents groupes sont :

- Groupe 1 : Les éléments de ce groupe sont As, Cd, Hg et Pb. Ce sont des substances toxiques pour l'homme dont l'utilisation dans la fabrication des produits pharmaceutiques est limitée ou nulle. Leur présence dans les produits pharmaceutiques provient généralement de substances couramment utilisées (par exemple, les excipients provenant de l'extraction minière). En raison de la nature unique de ces quatre éléments, toutes les sources potentielles d'impuretés élémentaires et toutes les voies d'administration doivent être évaluées pour les détecter au cours de l'évaluation des risques.

- Groupe 2 : Les éléments de ce groupe sont généralement considérés comme étant des substances toxiques pour l'homme qui dépendent de la voie d'administration. Les éléments du groupe 2 sont eux-mêmes répartis en sous-groupes 2A et 2B en fonction de la probabilité relative de leur présence dans les produits pharmaceutiques.

- Les éléments du groupe 2A ont une probabilité relativement élevée d'être présents dans les produits pharmaceutiques ; par conséquent, l'évaluation des risques doit être effectuée pour toutes les sources d'impuretés élémentaires potentielles et toutes les voies d'administration. Les éléments qui appartiennent au groupe 2A sont les éléments Co, Ni et V.

- Les éléments du groupe 2B affichent une probabilité réduite d'être présents dans les produits pharmaceutiques par rapport à leur faible abondance et à leur faible potentiel d'être co-isolés en compagnie d'autres substances. Par conséquent, on peut les exclure de l'évaluation des risques, à moins qu'ils ne soient intentionnellement ajoutés au cours de la fabrication des substances pharmaceutiques, des excipients ou d'autres composants des produits pharmaceutiques. Les impuretés élémentaires du groupe 2B comprennent les éléments Ag, Au, Ir, Os, Pd, Pt, Rh, Ru, Se et Tl.

- Groupe 3 : Les éléments de ce groupe affichent des toxicités relativement faibles par la voie d'administration orale, mais il faut en tenir compte dans l'évaluation des risques pour l'administration par inhalation et par voie parentérale. Les éléments Ba, Cr, Cu, Li, Mo, Sb et Sn font partie de ce groupe. [Guideline for elemental impurities ICH Q3D, 2014]

### **3.2 Limites d'exposition journalière admissible (EJA) et les concentrations limites autorisées :**

Le terme dose journalière tolérable (TDI) est utilisé par le Programme international de sécurité chimique (IPCS) pour décrire les limites d'exposition des produits chimiques toxiques et le terme dose journalière acceptable (DJA) est utilisé par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et d'autres autorités et instituts de santé internationaux. Pour éviter toute confusion de valeurs différentes pour les DJA de la même substance à la directive ICH Q3C relative aux solvants résiduels, l'exposition journalière admissible (EJA) pour chacune des impuretés élémentaires a été définie. L'EJA est l'exposition maximale acceptable sur le plan pharmaceutique aux impuretés élémentaires sur une

base chronique qui ne devrait pas produire d'effets nocifs sur la santé. L'EJA s'applique à chaque substance pharmaceutique. Selon la directive concernant les impuretés élémentaires de l'ICH (Q3D), les facteurs pris en compte dans l'évaluation de l'innocuité visant à établir les EJA sont énumérés ci-après par ordre approximatif de pertinence :

- L'état d'oxydation probable de l'élément présent dans le produit pharmaceutique;
- Les données sur l'exposition humaine et l'innocuité, lorsqu'elles apportaient des renseignements pertinents;
- L'étude sur les animaux la plus pertinente;
- La voie d'administration;
- Le ou les paramètres pertinents.

Les valeurs d'EJA des impuretés élémentaires ont été établies, conformément aux procédures de fixation des limites d'exposition dans les produits pharmaceutiques et à la méthode adoptée par le Programme international pour la sécurité chimique (IPCS) pour évaluer le risque des produits chimiques pour la santé. L'ICH, l'USP et l'EMA ont tous établi des limites d'exposition journalière admissible. L'ICH et l'USP ont établi des EJA harmonisés pour les voies orale, parentérale et par inhalation. Tandis que l'EMA a établi des EJA pour les voies orale et parentérale seulement. La méthode utilisée par la directive Q3D de l'ICH pour établir l'EJA de chaque impureté élémentaire est expliquée en détail au niveau de l'annexe 1 de ladite directive.

### **3.2.1 Limites d'exposition journalière admissible (EJA) et de concentration des impuretés élémentaires de la directive Q3D de l'ICH :**

Les EJA du présent tableau ont été établies en fonction des données sur l'innocuité décrites dans les monographies figurant à l'annexe 3 de la directive Q3D de l'ICH et visent les nouveaux produits pharmaceutiques. Les EJA indiquées dans les monographies ne sont pas arrondies. Par souci de commodité, les EJA du présent tableau ont été arrondies à 1 ou 2 chiffres significatifs. Les EJA inférieures à 10 affichent 1 chiffre significatif et sont arrondies à l'unité la plus proche. Les EJA supérieures à 10 sont arrondies à 1 ou 2 chiffres significatifs, selon le cas. Les principes appliqués pour arrondir les chiffres du présent tableau s'appliquent à toutes les EJA calculées pour les autres voies

d'administration. Les valeurs indiquées dans ce tableau représentent aussi les concentrations admissibles en microgrammes par gramme d'impureté élémentaire dans les produits pharmaceutiques, les substances pharmaceutiques et les excipients. Ces limites de concentration sont prévues pour être utilisées pour évaluer la teneur en impuretés élémentaires des produits pharmaceutiques dont la dose journalière est inférieure ou égale à 10 grammes par jour. (Tableau 3)

**Tableau 3 :** Expositions journalières admissibles et les concentrations maximales autorisées pour les impuretés élémentaires selon la directive Q3D de l'ICH.

<i>Impureté élémentaire</i>	<i>classe</i>	<i>Voie orale</i>		<i>Voie Parentérale</i>		<i>Voie nasale (inhalation)</i>	
		<i>EJA (µg/j)</i>	<i>Concentration (µg/g)</i>	<i>EJA (µg/j)</i>	<i>Concentration (µg/g)</i>	<i>EJA (µg/j)</i>	<i>Concentration (µg/g)</i>
<b>Cd</b>	1	5	0.5	2	0.2	2	0.2
<b>Pb</b>	1	5	0.5	5	0.5	5	0.5
<b>As</b>	1	15	1.5	15	1.5	2	0.2
<b>Hg</b>	1	30	0.3	3	0.3	1	0.1
<b>Co</b>	2A	50	5	5	0.5	3	0.3
<b>V</b>	2A	100	10	10	1	1	0.1
<b>Ni</b>	2A	200	20	20	2	5	0.5
<b>Tl</b>	2B	8	0.8	8	0.8	8	0.8
<b>Au</b>	2B	100	10	100	10	1	0.1
<b>Pd</b>	2B	100	10	10	1	1	0.1
<b>Ir</b>	2B	100	10	10	1	1	0.1
<b>Os</b>	2B	100	10	10	1	1	0.1
<b>Rh</b>	2B	100	10	10	1	1	0.1
<b>Ru</b>	2B	100	10	10	1	1	0.1
<b>Se</b>	2B	150	15	80	8	130	13
<b>Ag</b>	2B	150	15	10	1	7	0.7
<b>Pt</b>	2B	100	10	10	1	1	0.1
<b>Li</b>	3	550	55	250	25	25	2.5
<b>Sb</b>	3	1200	120	90	9	20	2
<b>Ba</b>	3	1400	140	700	70	300	30
<b>Mo</b>	3	3000	300	1500	150	10	1
<b>Cu</b>	3	3000	300	300	30	30	3
<b>Sn</b>	3	6000	600	600	60	60	6
<b>Cr</b>	3	11000	1100	1100	110	3	0.3

**3.2.2 Limites d'exposition journalière admissible (EJA) et de concentration des impuretés élémentaires de l'EMEA :**

Contrairement à l'ICH, l'EMEA n'a pas établi des EJA spécifiques pour chaque impureté élémentaire, mais a établi des EJA pour chaque classe pour les voies d'administration orale et parentérale. Pour les platinoïdes de la sous-classe 1B, une approche prudente a été adoptée, car les données de toxicité sont très limitées. Les limites d'exposition et de concentration par voie orale et parentérale pour les différentes classes d'impuretés élémentaires sont présentées dans le tableau suivant. (Tableau 4) [kollb sielecka,2017]

**Tableau 4 :** Expositions journalières admissibles et les concentrations maximales autorisées pour les impuretés élémentaires selon l'EMEA.

<i>Classe</i>	<i>Voie orale</i>		<i>Voie parentérale</i>	
	<i>EJA (µg/j)</i>	<i>Concentration (µg/g)</i>	<i>EJA (µg/j)</i>	<i>Concentration (µg/g)</i>
<b>Classe 1A:</b>	100	10	10	1
<b>Pt, Pd</b>	100	10	10	1
<b>Class 1B:</b>		30	30	3
<b>Ir, Rh, Ru, Os</b>	300			
<b>Class 1C:</b>				
<b>Mo, Ni, Cr, V</b>				
<b>Classe 2:</b>	2500	250	250	25
<b>Cu, Mn</b>				
<b>Classe 3:</b>	13000	1300	1300	130
<b>Fe, Zn</b>				

**4. Recherche de contamination microbienne :**

Tout médicament qui doit répondre aux critères de pureté microbiologiques appropriés qui figurent dans les monographies de la pharmacopée, cela implique la création d'un médicament dans un environnement propre mais n'exige pas que l'environnement soit complètement exempt de tous les microorganismes, dans le but de garantir l'efficacité thérapeutique et la sécurité de ce dernier pour le patient.

Les critères d'acceptation applicables aux produits pharmaceutiques non stériles sur la base :

- Du dénombrement des germes aérobies totaux (DGAT) et du dénombrement des moisissures/levures totales (DMLT) (voir tableau 5) Ces critères d'acceptation reposent sur des résultats individuels, ou sur des résultats moyens lorsque l'on effectue plusieurs dénombrements.

**Tableau 5** : Critères d'acceptation de la qualité microbiologique des substances pour usage pharmaceutique non stériles.

	DGAT (UFC/g ou UFC/mL)	DMLT (UFC/g ou UFC/mL)
Substances pour usage pharmaceutique	$10^3$	$10^2$

Lorsqu'un critère d'acceptation est prescrit en matière de qualité microbiologique, il est interprété comme suit :

- $10^1$  UFC : nombre maximum acceptable = 20 ;
- $10^2$  UFC : nombre maximum acceptable = 200 ;
- $10^3$  UFC : nombre maximum acceptable = 2000 ; et ainsi de suite. [pharmacopée européenne, 2020]

**Tableau 6 :** Critères d'acceptation de la qualité microbiologique des formes pharmaceutiques non stériles.

Voie d'administration	DGAT (UFC/g ou UFC/mL)	DMLT (UFC/g ou UFC/mL)	Microorganismes spécifiés
Voie orale : préparations non aqueuses	10 <sup>3</sup>	10 <sup>2</sup>	Absence d' <i>Escherichia coli</i> (1 g ou 1 mL)
Voie orale : préparations aqueuses	10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup>	Absence d' <i>Escherichia coli</i> (1 g ou 1 mL)
Voie rectale	10 <sup>3</sup>	10 <sup>2</sup>	-
Voie buccale Voie gingivale Voie cutanée Voie nasale Voie auriculaire	10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup>	Absence de <i>Staphylococcus aureus</i> (1 g ou 1 mL) Absence de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (1 g ou 1 mL)
Voie vaginale	10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup>	Absence de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (1 g ou 1 mL) Absence de <i>Staphylococcus aureus</i> (1 g ou 1 mL) Absence de <i>Candida albicans</i> (1 g ou 1 mL)
Voie transdermique (limites pour un dispositif transdermique, film protecteur et support compris)	10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup>	Absence de <i>Staphylococcus aureus</i> (1 dispositif) Absence de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (1 dispositif)
Inhalation (des exigences spécifiques s'appliquent aux préparations liquides dispensées au moyen de nébuliseurs)	10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup>	Absence de <i>Staphylococcus aureus</i> (1 g ou 1 mL) Absence de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (1 g ou 1 mL) Absence de bactéries gram-négatives résistantes aux sels biliaires (1 g ou 1 mL)
◆ Disposition spéciale de la Ph. Eur. pour les préparations pour administration par voie orale contenant des matières premières d'origine naturelle (animale, végétale ou minérale), lorsqu'un prétraitement antimicrobien est impossible et que l'Autorité compétente admet une DGAT des matières premières supérieure à 10 <sup>3</sup> UFC/g ou UFC/mL.	10 <sup>4</sup>	10 <sup>2</sup>	Au maximum 10 <sup>2</sup> UFC de bactéries gram-négatives résistantes aux sels biliaires (1 g ou 1 mL) Absence de salmonelles (10 g ou 10 mL) Absence d' <i>Escherichia coli</i> (1 g ou 1 mL) Absence de <i>Staphylococcus aureus</i> (1 g ou 1 mL) ◆
◆ Disposition spéciale de la Ph. Eur. pour les prémélanges pour aliments médicamenteux pour usage vétérinaire contenant des excipients d'origine végétale sur lesquels un traitement antimicrobien est impossible.	10 <sup>5</sup>	10 <sup>4</sup>	Au maximum 10 <sup>4</sup> UFC de bactéries gram-négatives résistantes aux sels biliaires (1 g ou 1 mL) Absence d' <i>Escherichia coli</i> (1 g ou 1 mL) Absence de salmonelles (25 g ou 25 mL) ◆

## 5. Recherche des impuretés du Quartz :

Le quartz est un minéral extrêmement répandu dans la nature (environ 12 % de l'écorce terrestre). On le rencontre non seulement associé à de nombreux kaolins (en particulier ceux qui sont formés par altération des granites), mais à tous les types d'argile, soit sous forme de petits cristaux bien cristallisés (minéral de néogène), soit sous forme de cristaux corrodés indiquant un minéral en voie d'altération.

La silice cristalline présente une structure tridimensionnelle régulière ; le motif de base est un tétraèdre dont chacun des sommets est occupé par un atome d'oxygène et le centre par un atome de silicium. Les atomes d'oxygène sont communs aux tétraèdres voisins et l'ensemble a pour formule  $(\text{SiO}_2)_n$ . Les différentes formes cristallines de la silice correspondent à des domaines de stabilité thermodynamique différents. Quand on la chauffe, des transformations polymorphiques font passer la silice d'une forme à l'autre, entraînant des modifications des propriétés cristallographiques et de densité : à pression atmosphérique, le passage du quartz à la tridymite se produit vers 870 °C ; le passage de la tridymite à la cristobalite a lieu à 1 470 °C. En outre, chacune des formes principales peut subir, à l'intérieur de son domaine de stabilité, des transformations paramorphiques moins importantes (transition  $\alpha$ - $\beta$ ). Différentes formes peuvent toutefois coexister dans les conditions ordinaires de température et de pression.

La silice cristalline est insoluble dans l'eau et dans les solvants organiques. Masse molaire : 60,09 Densité : 2,65 (quartz) ; 2,26 (tridymite) ; 2,33 (cristobalite)

La voie essentielle de pénétration de la silice cristalline dans l'organisme est la voie pulmonaire. Les particules se déposent dans la trachée, les bronches et les poumons et y persistent, si bien qu'une exposition unique à forte dose peut produire des effets durables. Par voie orale, Peut provoquer une forte irritation de la bouche, de l'œsophage et de l'appareil gastro-intestinal. En cas d'ingestion la plupart des particules de silice ne sont pas absorbées et sont excrétées sous forme inchangée.

**Valeurs limites d'exposition :**

En France, le décret du 10 avril 1997 prescrit que dans les établissements relevant de l'article L. 231-1 du Code du travail, la concentration moyenne en silice cristalline des poussières alvéolaires de l'atmosphère inhalée sur 8 heures ne doit pas dépasser les valeurs suivantes :

- 0,1 mg / m<sup>3</sup> pour le quartz ;
- 0,05 mg / m<sup>3</sup> pour la cristobalite et la tridymite.

En présence de poussières alvéolaires contenant de la silice cristalline et d'autres poussières non silicogènes, la valeur limite d'exposition au mélange est fixée par la formule  $C_{ns}/V_{ns} + C_q/0,1 + C_c/0,05 + C_t/0,05$  où  $C_{ns}$  représente la concentration en poussières alvéolaires non silicogènes en mg/m<sup>3</sup>,  $V_{ns}$  la valeur limite de moyenne d'exposition prescrite pour les poussières alvéolaires sans effet spécifique (5 mg/m<sup>3</sup>),  $C_q$ ,  $C_c$  et  $C_t$  les concentrations respectives en quartz, cristobalite et tridymite en mg/m<sup>3</sup>. Pour les mines et les carrières, se reporter au décret du 2 septembre 1994 qui fixe des règles particulières d'empoussiérage.

[M.T. Brondeau, 1997]

**6. Propriétés rhéologiques :****6.1 Définition :**

La rhéologie est une discipline qui traite de l'écoulement des déformations des matériaux sous l'action de contraintes. La rhéologie a été développée pour décrire les propriétés de matériaux au comportement mal défini et intermédiaire entre celui du solide élastique parfait et celui du fluide newtonien.

**6.2 Interactions dans le système Eau / Bentonite :****6.2.1 Dispersion de bentonite :**

Les propriétés de gonflement des montmorillonites sont dues au caractère hydrophile de leurs surfaces et à la présence des cations hydratés dans la galerie - interfoliaire. Le degré d'hydratation de l'argile dépend de la nature du cation hydraté et de l'humidité relative. "Ces cations présents en solutions sont attirés vers les surfaces

des feuillets d'argile chargés négativement. Ils sont par ailleurs repoussés de ces surfaces par la force osmotique qui tend à uniformiser la concentration en cations dans la solution. Il résulte de ces deux effets opposés une certaine distribution des cations au voisinage des feuillets" Lorsque l'hydratation se poursuit par le gonflement des particules, en présence de l'eau, la bentonite peut former un solide hydraté, une suspension ou un gel. Cela est possible grâce au caractère gonflant de cette argile. Ces types de gels sont caractérisés par des particules très lâches constituées d'un nombre faible de feuillets (en moyenne 5), voire des feuillets isolés, situés à des distances allant de 30 à quelques centaines d'Å. L'ensemble forme un réseau très souple, avec des propriétés importantes de viscosité et de thixotropie. Le volume du matériau peut se multiplier par vingt par la prise d'eau. C'est d'ailleurs le cas de la bentonite où l'eau en s'engouffrant dans l'espace interfoliaire, provoque l'écartement des feuillets. On peut distinguer deux échelles différentes de l'organisation structurale de la bentonite :

- **une dispersion interparticulaire** où la pénétration des molécules d'eau est localisée entre les particules élémentaires ;
- **une hydratation interfeuillets** où la pénétration des molécules d'eau est localisée entre les feuillets qui constituent une particule. Le phénomène d'hydratation interfeuillelet augmente la distance entre les feuillets (distance basale).

[Benchabane A, 2006] [Ebagninin K.W., 2009] [Moreira E., 2008] [Luckham, P.F. & Rossi S., 1999]

## 6.2.2 Interactions et associations inter-feuillets :

### 6.2.2.1 Interactions particule-eau :

Les feuillets chargés engendrent des propriétés électrostatiques à l'interface solide/fluide lorsqu'ils sont hydratés. Pour assurer l'électroneutralité, la charge négative est compensée par un nuage de cations en solution qui se développe à proximité de la surface.

On distingue trois théories différentes:

- La théorie de Chapman (1910): permet de déterminer la distribution des cations autour des feuillets de smectite. Elle repose sur l'existence, à proximité d'une surface

chargée, d'une couche dite diffuse (ou ddl: diffuse double layer) possédant des propriétés différentes de celles du fluide.

- Le modèle à double couche de Stern (1924) : rend compte de la taille finie des ions en divisant l'interface solide-fluide suspendant en deux parties appelée couche de Stern et couche diffuse.
- Le modèle à triple couches (1947) : qui introduit la division de la couche de Stern en deux parties. [Heimenz P.C, Rajagopalan R., 1977]

#### **6.2.2.2 Les interactions inter-particulaires :**

En résumé, le potentiel d'interaction entre particules résulte d'interaction de plusieurs types:

- répulsion de sphères dures.
- répulsion électrostatique.
- interaction stérique (par exemple lorsque des tensioactifs ou des polymères sont adsorbés à la surface des particules).
- attraction de Van der Waals.

#### **6.2.2.3 Organisation des cristallites :**

Pour les suspensions stables électrostatiquement, un regroupement des feuillets se produit.

Ce phénomène est d'autant plus important lorsque l'addition d'électrolyte conduit à la contraction de la double couche. La répulsion due à la double couche (VR) est donc réduite de telle sorte qu'elle devienne inférieure à l'attraction de Van der Waals (VA) pour toutes les distances de séparation. Les feuillets s'orientent au sein des cristallites en empilements.

Pour une même concentration, les feuillets associées en cristallites occupent moins de place que les feuillets isolés. Cette notion d'occupation influence la viscosité de la suspension. Ainsi, la nature des interactions influence fortement les propriétés d'écoulement des suspensions.

Au sein des cristallites, les cations sont souvent considérés comme statiques et préférentiellement localisés dans les cavités trigonales. Pourtant, les cations ne sont pas

fixés par des liaisons mais uniquement attirés par des interactions électrostatiques. L'ensemble feuillet/cation devrait donc être considéré dans une stabilité dynamique où les cations compensent la charge des feuillets sans être soumis à un site en particulier. Les poudres de smectites sont hydratées dans les conditions atmosphériques. Dans le cas d'une saturation sodique, une couche d'eau sépare les feuillets, et deux couches d'eau dans le cas d'une saturation calcique. [Paumier S., 2006]

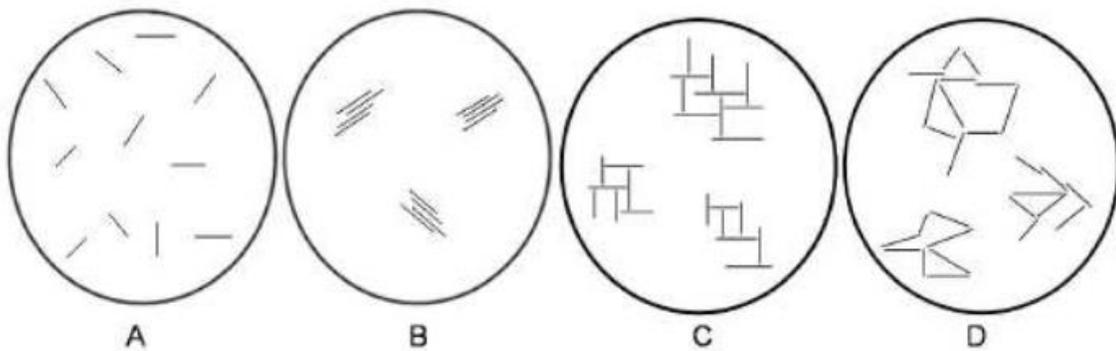
#### 6.2.2.4 Modes d'organisation des feuillets :

Les feuillets dispersés dans la suspension (Figure.6.1) interagissent et s'associent sous certaines conditions pour former des structures. Trois modes d'association élémentaire de particules ont été définis par Van Olphen : [Van Olphen H., 1977]

B : association entre les oxygènes de deux feuillets parallèles (face/face, FF)

C : association entre une surface périphérique et une surface plane (bord/face, BF)

D : association entre les surfaces périphériques de deux particules voisines (bord/bord BB).



**Figure 6.1:** Mode d'organisation des feuillets de montmorillonite en suspension (théorie de Van Olphen : A dispersion, B association face/face, C association bord/face et D association bord/bord.

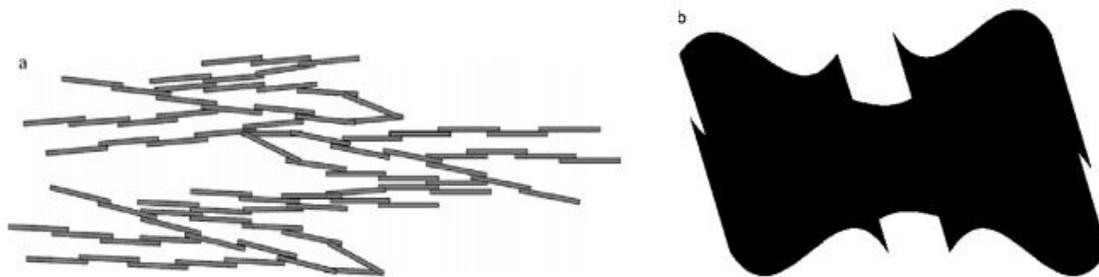
**A:** En suspension, une telle dispersion des feuillets induit une forte occupation volumique donc une viscosité relativement importante dès les plus faibles concentrations.

**B:** L'association face/face des feuillets est à l'origine de la formation des

crystallites, ce type d'organisation suppose la coalescence des doubles couches. Deux types d'organisation sont possibles :

- la création d'une structuration extensive dans la suspension par recouvrement partiel tel que le modèle en bandes de Weiss et Frank (Figure 6.2).
- l'existence de petites unités compactes avec recouvrement quasi total (Figure 6.3). [Weiss A., and Franck.R., 1961]

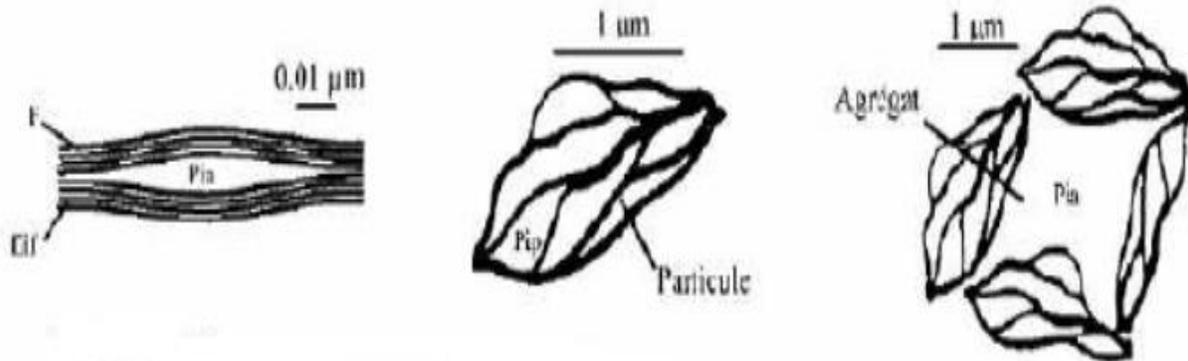
La flexibilité de la structure obtenue pourrait permettre l'obtention d'un réseau tridimensionnel.



**Figure 6.2:** Représentation schématique en deux dimensions du modèle en bande propose par Weiss et Frank (a) et du modèle de Keren et al. (b)

Keren et al proposent une structuration basée sur le mode d'association ponctuel face/face des feuillets. Selon cette étude, l'hétérogénéité des répartitions des charges à la surface des feuillets induirait l'existence de zones ponctuelles, non chargées susceptibles de s'associer. La flexibilité de la structure serait alors due à la seule flexibilité du feuillet.

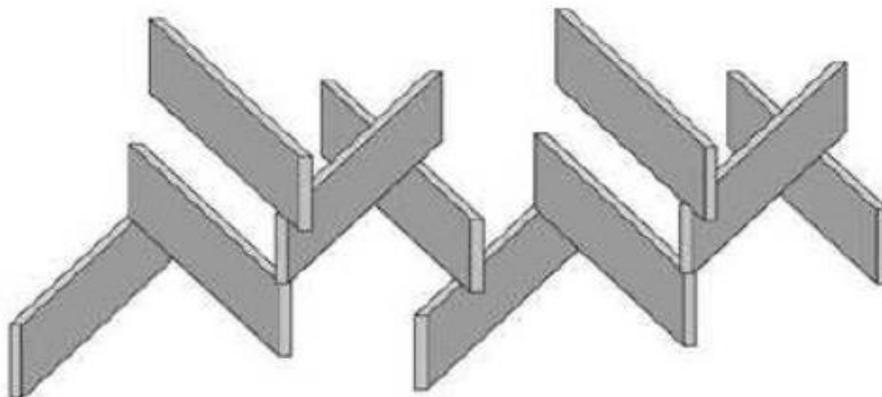
Cependant, la flexibilité d'un feuillet seul est limitée et l'évaluation précise de l'hétérogénéité des charges reste difficile. La combinaison de ces deux modes d'association pourrait être en accord avec la description des espaces poraux intraparticulaires, inter-particulaires et inter-agrégats de Touret (fig. 3) [Kenen R., 1988] [Weiss A., and Franck.R., 1961] [Touret O., Pons C.H., Tessier D., and Tardy Y., 1990]



**Figure 6.3:** Association de type d'argile à différentes échelles d'observation.

**C:** L'association bord/face est théoriquement possible entre les faces constamment chargées négativement et les bords, chargés positivement, lorsque le pH est inférieur au point isoélectrique. Ce mode d'association est à la base de la théorie de l'organisation en château de cartes proposée par Hofmann. Ce mode d'association permettrait le piégeage de grandes quantités d'eau, il est donc souvent proposé pour expliquer l'apparence gélique des suspensions et leur forte viscosité.

**D:** L'association bord/bord des feuillets est envisageable dans la mesure où les bords des feuillets sont des zones où le potentiel électrostatique est minimal (Figure 6.4). Ces liaisons seraient alors privilégiées lors de la compaction du système par augmentation de la concentration. L'organisation en ruban proposée par M'Ewen et Pratt s'appuie sur cette hypothèse. Elle permettrait, au même titre que l'organisation en château de carte de mobiliser une grande quantité d'eau et donc d'expliquer les propriétés mécaniques des suspensions. [Hoffmann U., 1961] [M'Ewen M.B. and Pratt M.I., 1957]



**Figure 6.4:** Organisation en rubans (M'Ewen et Pratt, illustration)

# **Chapitre 3 :**

Argile dans le domaine  
pharmaceutique

## **1. Formes galéniques :**

### **1.1 Argile sèche :**

#### **1.1.1 En poudre :**

L'argile se présente tout d'abord sous forme d'une poudre fine, On la trouve sous trois formes:

1. argile ultra-ventilée présente les grains les plus fins. On l'utilise de préférence pour les dentifrices (afin de ne pas rayer l'émail des dents), les bains de bouche et les masques de beauté.

2. argile surfine ou ventilée à des grains un tout petit peu plus gros. Ses utilisations sont plus nombreuses : elle peut être employée pour les masques de beauté et capillaires, les petites applications locales (plaies, coupures...), les shampooings, la préparation de l'eau argileuse, le bain...

3. argile fine est idéale pour les applications locales, pour préparer des compresses ou des cataplasmes sur des zones peu étendues.

#### **1.1.2 En morceaux :**

Elle peut être concassée (en morceaux plus ou moins gros) ou présentée sous forme de granules ou de billes, de taille plus petite.

### **1.2 Argile humide :**

Elle se présente sous forme de pâte, en pot ou en tube, Elle est idéale pour s'initier aux multiples possibilités d'utilisations de l'argile : cataplasmes, petites applications locales, masques de beauté.

### **1.3 Argile en gélules, comprimés et sachets-dose:**

Argile se présente également sous forme de compléments alimentaires, il s'agit le plus souvent d'argile verte montmorillonite, présentée en gélules ou en comprimés. Ses indications principales sont les ballonnements ainsi que les problèmes intestinaux et de digestion (diarrhées, constipation, syndrome du côlon irritable...).

## 1.4 Autres formes :

On peut également trouver de l'argile sous forme de dentifrices, masques de beauté pour les peaux grasses, shampooings traitants pour les cheveux délicats, crèmes de jour.

## 2. Mécanisme d'action des argiles :

### 2.1 Mucus :

Les silicates d'alumine s'étalent sur une surface importante de la muqueuse, et les cristallites outactoïdes s'incluent dans le mucus et se lient avec lui. Cette action résulte en une amélioration fonctionnelle très rapide, perceptible en une vingtaine de minutes, et très appréciée par les patients. L'effet obtenu est :

- augmentation de l'épaisseur du mucus, et inhibition de l'action corrosive de la pepsine; [Leonard A, 1994]
- augmentation des capacités rhéologiques par polymérisation accrue des glycoprotéines; [Droy, 1985]
- augmentation de son adhésion, de sa viscosité et de son hydrophobie, et réduction de sa dégradation; [Droy, 1987]
- stabilisation de la barrière muqueuse; [Gwozdinski, 1997]
- En se liant aux glycoprotéines du mucus et en renforçant celui-ci, les silicates d'alumine protègent les cellules intestinales de l'érosion par les acides biliaires, et par les radicaux libres; [Droy, 1986] [Pearson, 1996] [Knight, 1998]
- ils empêchent la disjonction entre les cellules induite par les cytokines inflammatoires ; [Mahraoui ,1997]
- ils protègent des agressions par l'éthanol et par les anti-inflammatoires non stéroïdiens, et traitent les gastropathies induites par ces derniers. [Droy, 1986] [Leonard ,1994]

### 2.2 Sucs digestifs :

#### 2.2.1 Pepsine :

Une smectite peut inhiber totalement les dommages - rupture du film muqueux, lésions hémorragiques, ulcérations - créés ordinairement par une sécrétion pathologique

excessive de pepsine .Un gramme de kaolinite, une argile pourtant peu adsorbante, capte 0,20 grammes de pepsine. [Leonard ,1994]

### 2.2.2 Acidité gastrique :

Toutes les argiles sont avides de protons H<sup>+</sup>, et adsorbent l'acide chlorhydrique in vitro.

### 2.2.3 Trypsine :

Une smectite peut se lier directement à la trypsine pancréatique en excès. Concernant la protection de la muqueuse stomacale, un essai comparé entre des argiles kaolinites et des argiles smectites serait souhaitable, et montrerait peut-être une efficacité importante, voire supérieure, des premières, qui sont un peu tombées dans l'oubli dans les années 80, lorsqu'ont été lancées les nouvelles spécialités à base de smectites. [Samson, 1995]

## 2.3 Germes :

### 2.3.1 bactéries :

- La smectite réduit l'adhésion d'*Helicobacter pylori* (*H.p.*) à la surface épithéliale;
- Elle se montre efficace pour soigner la dyspepsie non ulcéreuse *H.p.* positive;
- Certaines argiles, en dilution à 10mg/10ml, tuent de nombreuses bactéries (*Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*) y compris des bactéries résistantes (*E. coli* productrice de  $\beta$ -lactamase à spectre étendu ESBL, et *S. aureus* méthicilline résistant MRSA), d'autres non. [Bonneville, 1990] [De Korwin J.D, 1993] [Williams L.B,2010]

### 2.3.2 Toxines bactériennes :

Les argiles captent facilement les toxines bactériennes, comme cela a été démontré abondamment dans le cas de la toxine cholérique. C'est avec une simple argile kaolinite, finement divisée, que le professeur Stumpf traita avec succès les malades cholériques lors de la dernière épidémie de choléra en Allemagne en 1906. [Brouillard M.Y,1989][ Fioramonti J,1987]

### 2.3.3 Virus :

Smectites et kaolinites adsorbent aisément et rapidement de nombreux virus. Des protocoles en double aveugle avec randomisation sur des adultes et des enfants ont montré le raccourcissement de la durée de la diarrhée, et la diminution de la fréquence des selles. [Lipson S.M, 1984][Khediri F, 2011][Guarino A, 2011][ Dupont C, 2009]

### 2.4 Gaz intestinaux :

Les smectites se montrent efficaces pour réduire l'hydrogène émis lors de fermentations coliques, et par conséquent la flatulence et les ballonnements intestinaux. [Meknini B, 1994]

### 2.5 Toxiques présents dans la lumière intestinale :

Les smectites peuvent adsorber dans les intestins un certain nombre de poisons, en particulier le paraquat, un puissant herbicide. Elles adsorbent les toxiques présents dans la lumière colique, mais également en prise itérative selon la méthode dite de la dialyse intestinale - ceux préalablement absorbés par la muqueuse et engagés dans le cycle entérohépatique, les empêchant ainsi de recirculer. Dans le cas du paraquat, une efficacité a pu être prouvée jusqu'à 10 heures après l'ingestion. [Theodorou V., 1994]

## 3. Médicaments à base d'argile :

### 3.1 Montmorillonite beidellitique:

Nom commerciale : Bédélix®

DCI : montmorillonite beidellitique.

#### 3.1.1 Indication :

Traitement symptomatique des colopathies fonctionnelles

#### 3.1.2 Relation structure et mode de fonctionnement :

Classe pharmacothérapeutique : autres adsorbants intestinaux.

La montmorillonite beidellitique entre dans la classe des argiles naturelles, en raison de sa structure lamellaire, de la finesse de ses particules et de sa haute viscosité, elle tapisse parfaitement et complètement la muqueuse digestive.

In vitro, elle active les facteurs VII et XII de la coagulation et réduit les suffusions hémorragiques.

Son pouvoir adsorbant est puissant vis-à-vis des différentes toxines microbiennes et lui confère un important pouvoir détoxifiant.

Bedelix a un pouvoir gonflant très faible et n'a pas d'effet sur le transit intestinal physiologique. Chimiquement neutre, il est radiotransparent et ne modifie pas la coloration des selles. [Vidal, dictionnaire]

### **3.2 Diosmectite :**

Nom commerciale : Smecta®

DCI: diosmectite.

#### **3.2.1 Indication:**

- Traitement symptomatique de la diarrhée aiguë chez l'enfant de plus deux ans en complément de la réhydratation orale et chez l'adulte.
- Traitement symptomatique de la diarrhée chronique.
- Traitement symptomatique des douleurs liées aux affections œsogastroduodénales et coliques.

#### **3.2.2 Relation structure et mode de fonctionnement :**

Classe pharmacothérapeutique : Autres adsorbants intestinaux.

La diosmectite est un silicate double d'aluminium et de magnésium, par sa structure en feuillets et sa viscosité plastique élevée, possède un pouvoir couvrant important de la muqueuse digestive. En interagissant avec les glycoprotéines de mucus, augmente la résistance du gel muqueux adhérent face aux agresseurs, par son action sur la barrière muqueuse digestive et sa capacité de fixation élevée, protège la muqueuse digestive.

La diosmectite est radio-transparente, ne colore pas les selles et, aux doses usuelles, ne modifie pas le temps de transit intestinal physiologique.

Les résultats combinés de 2 études randomisées en double aveugle comparant l'efficacité de la diosmectite versus placebo et incluant 602 patients âgés de 1 à 36 mois souffrant de diarrhée aiguë montrent une réduction significative du débit des selles émises au cours des 72 premières heures dans le groupe de patients traités par la diosmectite, en complément de la réhydratation orale. [Vidal, dictionnaire]

#### 4. Contre-indications des argiles :

Les silicates d'alumine ne doivent pas être utilisés par voie interne en cas d'insuffisance rénale grave. Dans ce cas, des surcharges en fluor seraient possibles (une quantité non négligeable de fluor peut se substituer aux ions oxygènes et aux hydroxyles), et des surcharges en potassium ont pu être

Les argiles ne doivent pas être utilisées en cas d'antécédents d'occlusion, ou de maladie comportant un risque d'occlusion du tube digestif. En revanche, elles ne provoquent pas d'occlusion de novo. observées [Gelfand M.C., Zarate A., Kneppshield J.H., 1975][ DeBakey M.D., Alton Ochsner M.D. ,1939]

#### 5. Interaction:

Les propriétés adsorbants pouvant interférer avec les délais et/ou les taux d'absorption d'une autre substance, il est recommandé d'administrer tout autre médicament à distance.[ Albengres E...,1985]

#### 6. Quelques restes pratiques à base d'argile : [ALIX .LELIEF-DELCOURT, 2013]

##### 6.1 Abscès dentaire, carie :

L'argile verte soulage la douleur, en bain de bouche ou en cataplasme.

En pratique : Versez 1 cuillère à café d'argile verte montmorillonite dans un verre d'eau, et faites un bain de bouche en laissant la solution en bouche quelques minutes. Recrachez et rincez-vous la bouche. A renouveler autant de fois que nécessaire.

##### 6.2 Acné :

L'acné est une inflammation de la peau .L'argile va purifier la peau et accélérer la guérison, Grâce à ses propriétés antiseptiques et cicatrisantes.

En pratique : Deux fois par semaine, faites un masque d'argile verte ou blanche Laissez poser 15 à 20 minutes, rincez à l'eau tiède, puis froide, Sur les lésions ou des boutons infectés, appliquez une noisette d'argile humidifiée avec un peu d'eau ou de pâte d'argile en tube. Vous pouvez éventuellement ajouter 1 goutte d'huile essentielle d'arbre à thé ou de lavande fine. Laissez poser toute la nuit.

Si vous avez une peau à tendance grasse, utilisez l'argile verte. Préférez l'argile blanche si vous avez la peau sensible.

### **6.3 Bronchite :**

C'est une inflammation des bronches, le plus souvent d'origine virale, l'argile peut aider à la soigner efficacement.

En pratique :

Faites des cataplasmes d'argile verte sur la poitrine, que vous laisserez en place 1 ou 2 heures. Les cataplasmes peuvent être tièdes, ou froids si vous ne les supportez pas tièdes.

En alternance, posez des cataplasmes d'argile verte dans le dos, de chaque côté de la colonne vertébrale.

### **6.4 Brûlure :**

L'argile verte calme très rapidement la douleur. De plus, elle empêche l'infection et l'apparition de cloques, et accélère le processus de cicatrisation.

En pratique :

Saupoudrez immédiatement la brûlure d'argile verte surfine (montmorillonite ou illite). Laissez reposer quelques minutes.

Vous pouvez ensuite appliquer par-dessus un cataplasme d'argile verte froide (avec, éventuellement, une gaze entre la brûlure et l'argile pour protéger la peau). Renouvelez-le plusieurs fois jusqu'à ce que la douleur disparaisse.

### **6.5 Cicatrice :**

On utilise l'argile pour favoriser la cicatrisation. Elle agit en piégeant tous les indésirables qui pourraient retarder le processus : gaz, eau et toxines.

En pratique :

Chaque soir, appliquez un cataplasme d'argile verte sur votre cicatrice. Utilisez l'argile verte en poudre à préparer ou une pâte d'argile prête à l'emploi.

### 6.6 Mal de gorge, angine :

La gorge est la porte d'entrée des microbes et bactéries. Voilà pourquoi nombre de maladies de l'hiver peuvent débiter par un simple mal de gorge... et voilà pourquoi il ne faut pas le prendre à la légère! L'argile, en plus de ses propriétés antimicrobiennes, apporte un réel soulagement.

En pratique :

Trois fois par jour, faites des gargarismes avec **1** cuillère à café d'argile blanche diluée dans un verre d'eau tiède. Arrêtez si cela provoque des Irritations.

Vous pouvez également poser des cataplasmes d'argile tiède autour de votre cou. Laissez en place 1 ou 2 heures, et renouvelez deux à trois fois par jour jusqu'à disparition des symptômes.

Autre solution efficace : sucer un petit morceau d'argile

### 6.7 Rhumatismes, mal de dos, douleurs articulaires :

Les douleurs articulaires ne sont pas réservées aux personnes âgées : on estime qu'un Français sur cinq en souffre quotidiennement. Les causes sont très diverses : obésité, manque d'activité, hormones, ménopause, travail manuel, sport... Dans tous ces cas, les cataplasmes d'argile sont très prisés.

En pratique :

Appliquez des cataplasmes d'argile verte froide sur les zones douloureuses. Maintenez en place 1 à 2 heures puis renouvelez si nécessaire. A faire chaque soir jusqu'à amélioration des symptômes.

Chaque soir, vous pouvez aussi prendre un bain d'eau tiède additionnée de 2 à 3 cuillères à soupe d'argile et de quelques gouttes d'huile essentielle de gaulthérie et de lavandin super.

Comptez 5 gouttes de chaque, à mélanger à l'argile avant de verser dans le bain. Si vous souffrez de rhumatismes locaux, vous pouvez également faire des bains de mains ou de pieds dans une bassine remplie d'eau tiède additionnée de **1 à 2** cuillères à soupe d'argile.

Vous pouvez aussi suivre une cure d'argile par voie interne, en suivant bien sûr à la lettre les précautions et les contre-indications.

### **6.8 Sinusite :**

Sinusite, ou infection des sinus par des bactéries. Si la douleur est vraiment intense, accompagnée d'une forte fièvre et/ou que les symptômes durent depuis plus de 7 jours sans amélioration notable, il faut évidemment consulter un médecin. Mais, dans la plupart des cas, les sinusites se guérissent sans traitement en moins d'un mois. L'argile, à défaut de guérir le mal, peut soulager la douleur de manière très efficace.

En pratique :

Appliquez des compresses d'argile tiède sur les arcades sourcilières, et laissez poser une trentaine de minutes. A renouveler deux à trois fois par jour jusqu'à guérison complète. En complément, vous pouvez poser des cataplasmes d'argile froide sur les ailes du nez. Ses applications santé Vous pouvez également appliquer des compresses d'argile froide sur la nuque pendant une quinzaine de minutes.

### **6.9 Verrue :**

Cette petite excroissance de la peau, souvent localisée au niveau des mains et des pieds, est causée par un virus : le papillomavirus humain (HPV). Pour la faire disparaître, il faut s'armer de patience. La plupart des verrues se résorbent en effet toutes seules, dans les deux ans. Mais on peut accélérer la guérison notamment grâce à l'argile.

En pratique :

Appliquez chaque jour un cataplasme d'argile verte, le soir au coucher par exemple : ainsi vous le garderez toute la nuit. A renouveler jusqu'à disparition complète de la verrue. Vous pouvez également appliquer un peu de pâte d'argile verte sur la verrue, et la maintenir en place à l'aide d'un pansement.

### **6.10 Dentifrice :**

L'argile est un excellent dentifrice de remplacement : elle assainit la bouche, capte les mauvaises odeurs, lutte contre les petites infections, prévient les caries, rend les

dents plus blanches... Attention cependant, elle peut se révéler abrasive pour l'émail des dents et redoutable pour les gencives sensibles. Il faut donc toujours employer une argile ultra-ventilée, à la texture très fine, et ne pas l'utiliser plus de trois fois par semaine.

En pratique :

La solution la plus simple est d'utiliser un dentifrice à base d'argile : on en trouve dans les magasins de produits naturels, les pharmacies et, de plus en plus, dans les grandes surfaces «classiques». Autre solution : fabriquer votre pâte à dentifrice vous-même. Pour cela, mélangez dans un petit récipient 1 cuillère à soupe d'argile verte ultra-ventilée + 1 cuillère à soupe d'hydrolat de menthe poivrée + 1 goutte d'huile essentielle d'arbre à thé. Appliquez une noisette de cette pâte sur votre brosse à dents, et frottez (toujours des gencives vers le bord externe de la dent pour ses applications beauté éviter d'irriter la gencive). Vous pouvez conserver cette pâte pendant 2 ou 3 jours. Vous pouvez aussi mélanger dans un demi verre d'eau 1 cuillère à soupe d'argile ultra-ventilée + quelques feuilles de menthe ou de sauge séchées et réduites en poudre. Trempez votre brosse à dents dans ce mélange et frottez-vous les dents.

### **6.11 Masque de beauté :**

Grâce à sa texture pâteuse, l'argile permet de confectionner facilement des masques de beauté pour tous les types de peaux. En fonction de l'argile choisie, et des ingrédients complémentaires qu'on y ajoute, ces masques ont des vertus assainissantes, désincrustantes et adoucissantes.

En pratique :

Pour réaliser un masque à l'argile, le principe de base est toujours le même : dans un récipient, versez 3 cuillères à soupe d'argile ultra-ventilée. Ajoutez un liquide (eau, hydrolat...) jusqu'à recouvrement, et éventuellement d'autres ingrédients adaptés à votre type de peau (huile végétale, huile essentielle ...). Ensuite, l'idéal est de laisser la préparation reposer pendant 1 heure. Ses applications beauté au soleil, sans la mélanger, afin qu'elle se gorge de bienfaits. A défaut, mélangez-la rapidement à l'aide d'une spatule non métallique avant de l'appliquer sur la peau. Appliquez le masque sur une peau propre et légèrement humidifiée. Laissez poser 10 à 20 minutes, avant de rincer

à l'eau tiède. Si l'argile sèche trop vite, vaporisez un peu d'eau ou d'eau florale. Après avoir rincé le masque à l'argile, vous pouvez parfaire votre soin visage avec une eau florale adaptée à votre type de peau : rose pour les peaux matures ou sèches, romarin pour les peaux grasses.

### **6.12 Shampooing :**

L'argile est un excellent nettoyant pour les cheveux. Il suffit de l'humidifier avec un peu d'eau pour obtenir un shampooing naturel et efficace.

En pratique :

La recette de base est la suivante : diluez 2 cuillères à soupe d'argile dans un peu d'eau chaude, appliquez sur le cuir chevelu et les cheveux en massant afin de bien répartir le produit. Laissez agir 10 minutes puis rincez longuement. Adaptez le type d'argile en fonction de votre nature de cheveux : verte pour les cheveux gras, blanche pour les cheveux secs, rose pour les cheveux fins et délicats.

Vous pouvez bien sûr ajouter à la recette de base quelques gouttes d'une huile essentielle adaptée : pamplemousse ou romarin pour les cheveux gras, ylang-ylang en cas de chute de cheveux ou de cheveux secs, thym ou romarin. Ses applications beauté pour les cheveux ternes. Comptez 2 gouttes d'huile essentielle par dose de shampooing.

### **6.13 Talc pour bébé :**

Absorbante et toute douce, l'argile est parfaite pour remplacer le talc sur les fesses délicates des bébés. Elle prévient et soigne efficacement les petites rougeurs.

En pratique : Utilisez une argile rose ou blanche. Appliquez comme une poudre après la toilette, sur une peau propre et bien sèche.

# **Étude expérimentale**

**Evaluation d'enquêtes sur  
l'utilisation des argiles dans le  
domaine pharmaceutique**

**Étude quantitative**

### **1. Matériel de la recherche :**

Dans le cadre de notre thèse sur l'argile dans le domaine pharmaceutique, nous réalisons une étude basée sur deux questionnaires l'un est destiné aux professionnels qui sont : pharmaciens titulaires, pharmaciens assistants, internes en pharmacie, étudiants en pharmacie, préparateurs, conseiller parapharmacie; et l'autre destiné aux consommateurs. Cette étude a pour deux objectifs la mise en évidence de la place de l'argile dans le conseil officinal et parapharmaceutique, et les différentes utilisations de l'argile.

### **2. Objectif des enquêtes :**

L'enquête destinée aux professionnels évalue la connaissance du public visé au sujet de l'argile, son intérêt pour cette thérapeutique, ce qu'il pense de sa place dans le domaine pharmaceutique, concernant l'indication d'un médicament à base d'argile. Le but est de savoir si mettre une fiche d'aide au conseil de l'argile à la disposition aux professionnels présente un intérêt.

L'enquête destinée aux consommateurs permet de mettre en évidence le type de public concerné par l'utilisation de l'argile, l'utilisation qu'ils en font, ce qu'ils en pensent.

### **3. Méthodologie :**

#### **3.1. Définition de la méthode utilisée :**

La méthode d'étude utilisée pour la réalisation des enquêtes c'est l'étude quantitative basée sur des questionnaires

Une étude quantitative sert à prouver ou démontrer des faits en quantifiant un phénomène. Les résultats sont souvent exprimés sous forme de données chiffrées (statistiques).

Le questionnaire permet de poser plusieurs questions à un échantillon représentatif de la population étudiée

Les questions sont à choix unique, multiples ou à réponses courtes afin d'en extraire les données et les traiter facilement. Ce choix est également fait dans le but d'éviter que les personnes y répondant ne se dispersent. Cela évite de compliquer le

traitement des réponses en les bornant afin de ne pas fausser les résultats avec des réponses aberrantes ou n'ayant plus de sens avec les questions posées. Ces réponses ne pourraient alors être traitées.

### **3.2 Réalisation :**

#### **3.2.1 Réalisation du questionnaire pour les professionnels :**

1. Quel est votre poste professionnel (pharmacien titulaire, pharmacien assistant, interne en pharmacie, étudiant en pharmacie, préparateur, conseiller parapharmacie,...)?
2. Quel est votre âge (20-29 ans / 30-39 ans / 40-49 ans / 50 ans et plus) ?
3. Recommandez-vous l'argile ?
4. Si oui, Quel(s) type(s) (montmorillonite, Smectite, Kaolin, Illite, Ne sais pas, ...)?
5. Si oui, Quelle(s) couleur(s) (verte, rose, blanche, jaune, rouge, ...)?
6. Si oui, Quelle(s) forme(s) (médicament, complément alimentaire, dispositif médical, cosmétique)?
7. Si oui, pour quelle(s) utilisation(s)?
8. Quelle est l'étendue de l'utilisation d'argile au domaine pharmaceutique ?

9. Pensez-vous que l'argile devrait être réservé à l'officine ?
10. Pourquoi ?
11. Etes-vous sûr des propriétés de l'argile ?
12. Etes-vous intéressé d'une fiche conseil pour l'utilisation de l'argile en domaine pharmaceutique ?
13. Connaissez-vous que Diosmectite est un médicament anti-diarrhéique à base d'argile ?
14. Connaissez-vous que Diosmectite est déconseillé pour les enfants de moins de 2 ans, à cause de la présence de plomb ?

### **3.2.2 Réalisation du questionnaire pour les consommateurs:**

1. Quelle est votre profession?
2. Quel est votre sexe ?
3. Quel est votre âge (20-29 ans / 30-39 ans / 40-49 ans / 50 ans et plus) ?
4. Utilisez-vous l'argile ?

5. Si oui, Quel(s) type(s) (montmorillonite, Smectite, Kaolin, Illite, Ne sais pas, ...)?
  
6. Si oui, Quelle(s) couleur(s) (verte, rose, blanche, jaune, rouge, ...)?
  
7. Si oui, Quelle(s) forme(s) (Poudre, Masque (pate), Cataplasme (pate), Bandes, médicament, complément alimentaire, dentifrice,...)?
  
8. Dans quelle(s) indication(s) ?
  
9. Où connaissiez-vous l'argile ( par qui , quoi ) ?
  
10. Où achetez-vous l'argile (en pharmacie, en parapharmacie, dans des magasins bio, dans des enseignes cosmétiques, en grande distribution) ?
  
11. Etes-vous satisfait des propriétés de l'argile ?
  
12. Recommandez-vous l'argile ?

**4. Distribution :**

Le questionnaire dédié aux professionnels est distribué selon deux formes l'une est papier posé aux employés d'officines de la commune du Djelfa «Cette méthode de diffusion permet d'apprécier réellement les réactions, commentaires, impressions de la population cible». L'autre est Google forum publié sur des groupes professionnels on Facebook. Ce moyen est facile et rapidement diffusable.

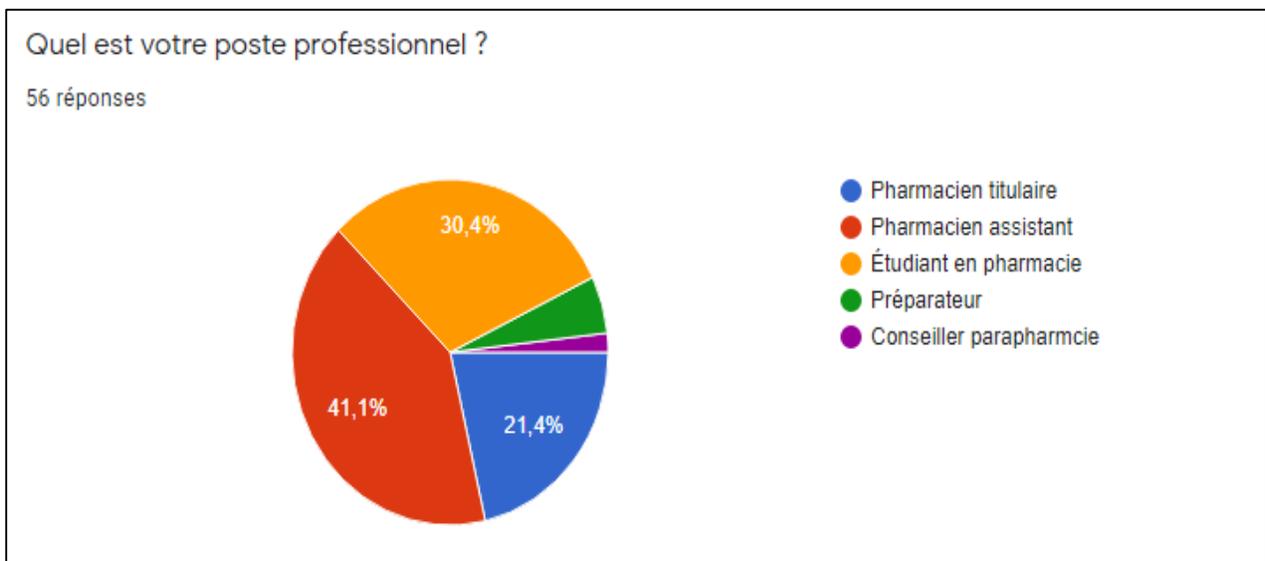
La période de l'enquête a été de 26 mai 2021 jusqu'à 19 juillet 2021.

Le questionnaire consommateur est diffusée via internet ce forme Google forum. Ce moyen est rapide et facilement diffusable.

**5. Analyse statistique :**

**5.1 Enquête destinée aux professionnels :**

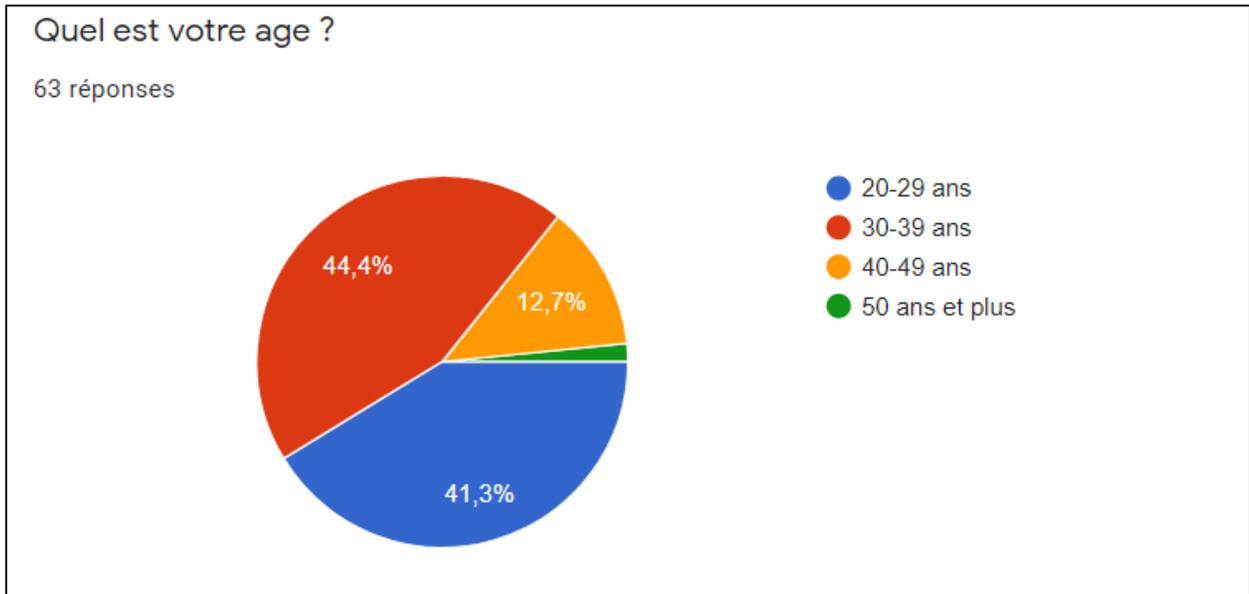
Cette enquête a donné lieu à 63 réponses. Les réponses récoltées ont été traitées sous forme de graphiques lorsque cela était possible



**Figure 7.1 :** Diagramme circulaire représente la distribution des professionnels selon le poste officinal.

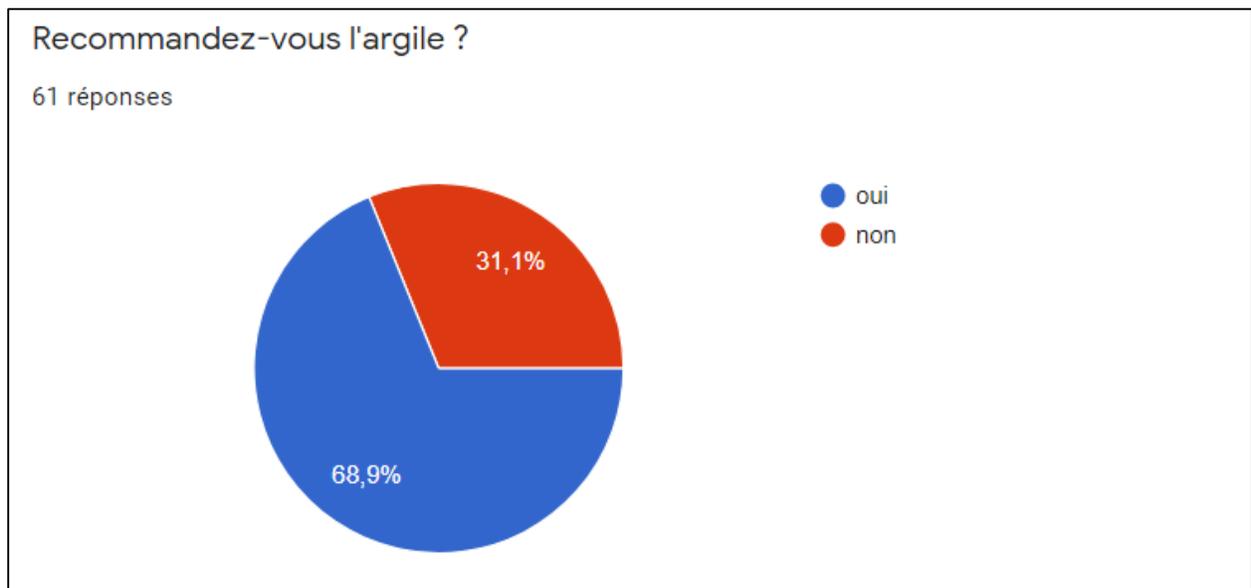
7 personnes n'ont pas répondu à cette question.

Les pharmaciens assistants représentent presque 41% sont au nombre de 23 à avoir répondu ; pharmaciens titulaires représentent 21.4% (nombre de 12) ; les étudiants en pharmacie représentent 30.4% (nombre de 17); les préparateurs représentent 5.4% (nombre de 3) et conseiller parapharmacie représentent 1.8% (nombre de 1).



**Figure 7.2 :** Diagramme circulaire regroupe les professionnels selon l'âge.

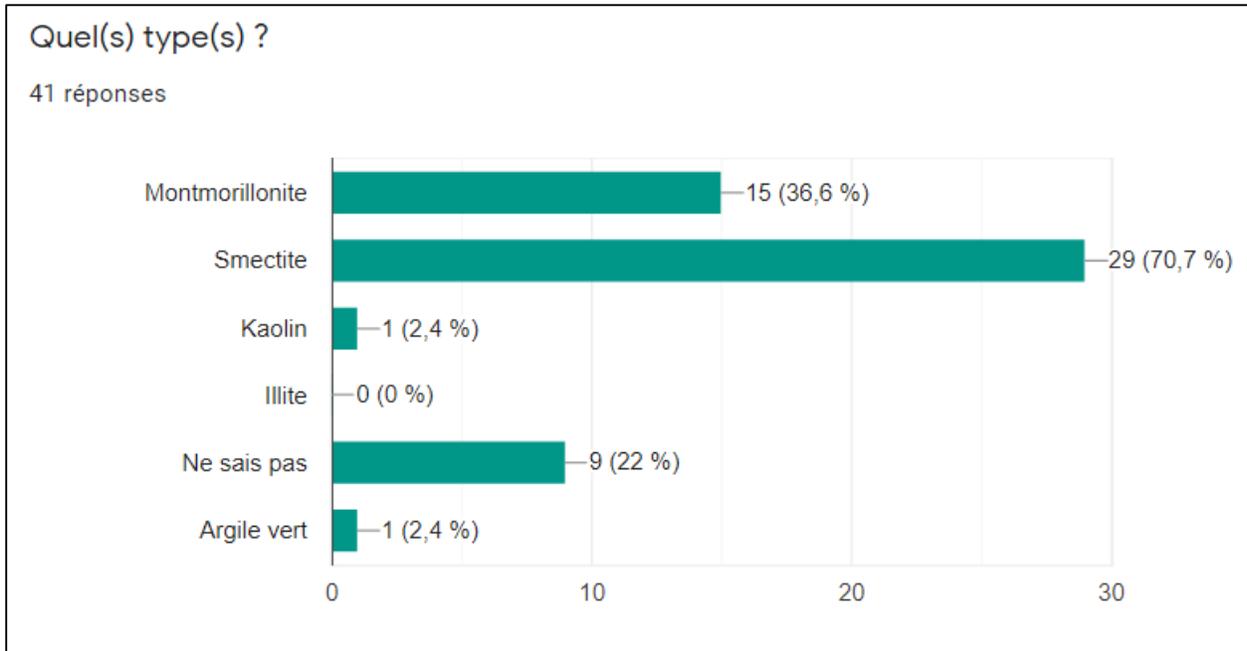
Tous les groupes d'âge sont présentes. Entre 20-29 ans 29 personnes (41.3%), Entre 30-39 ans 28 personnes (44.4%), Entre 40-49 ans 8 personnes (12.7%), 50 ans et plus 01 personne (1.6%).



**Figure 7.3 :** Diagramme circulaire représente la recommandation des argiles par les professionnels.

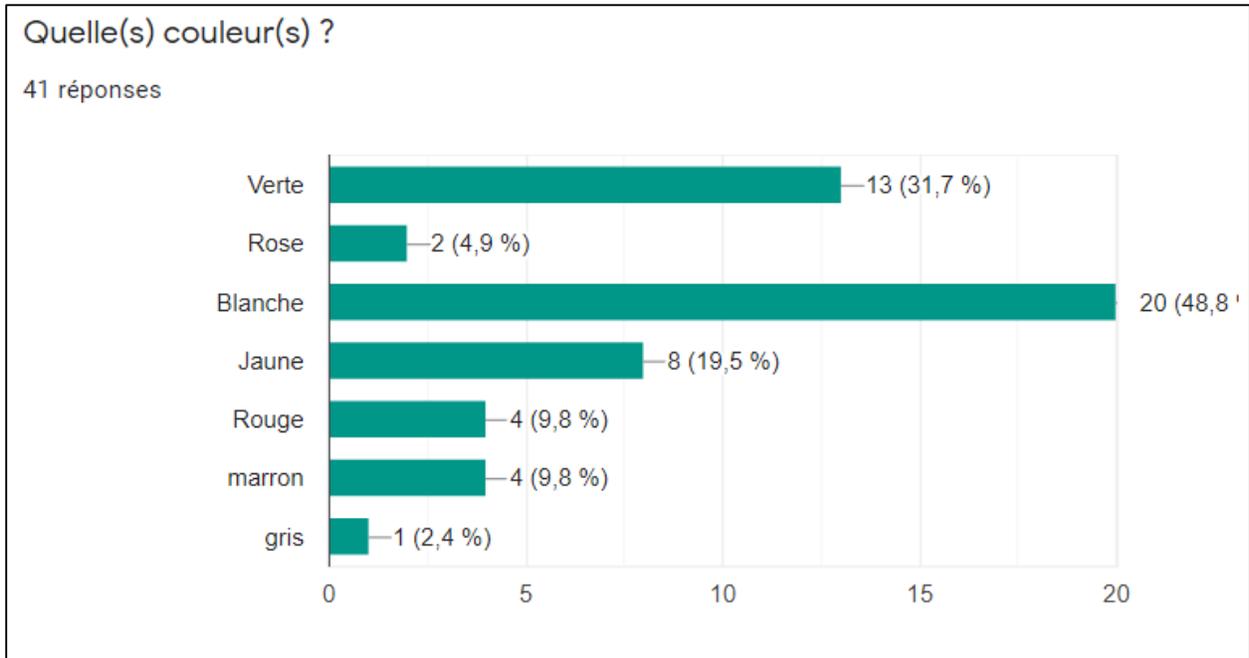
2 personnes n'ont pas répondu à cette question

42 personnes (68.9%) ont répondu par oui contre 19(31.1%) qui ne le recommandez pas.



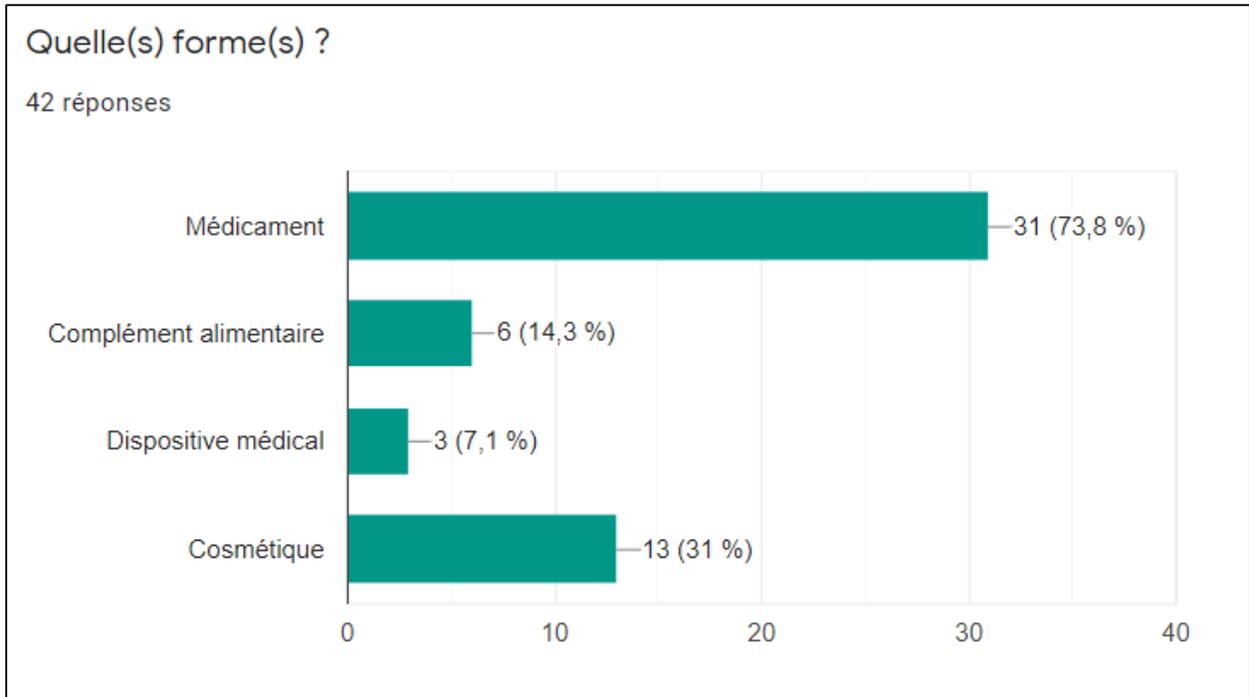
**Figure 7.4 :** Diagramme en Bâtons représente les types des argiles recommandés par les professionnels

Parmi les 42 personnes qui ont recommandé les argiles, une personne n'a pas répondu au type des argiles, la majorité qui sont 29 personnes (70.7%) conseillent smectite ,15 personnes (36.6%) conseillent montmorillonite, 22% des personnes (nombre de 9) ne connaient pas le type, 1 personne (2.4%) conseille kaolin, et une personne mentionne la couleur.



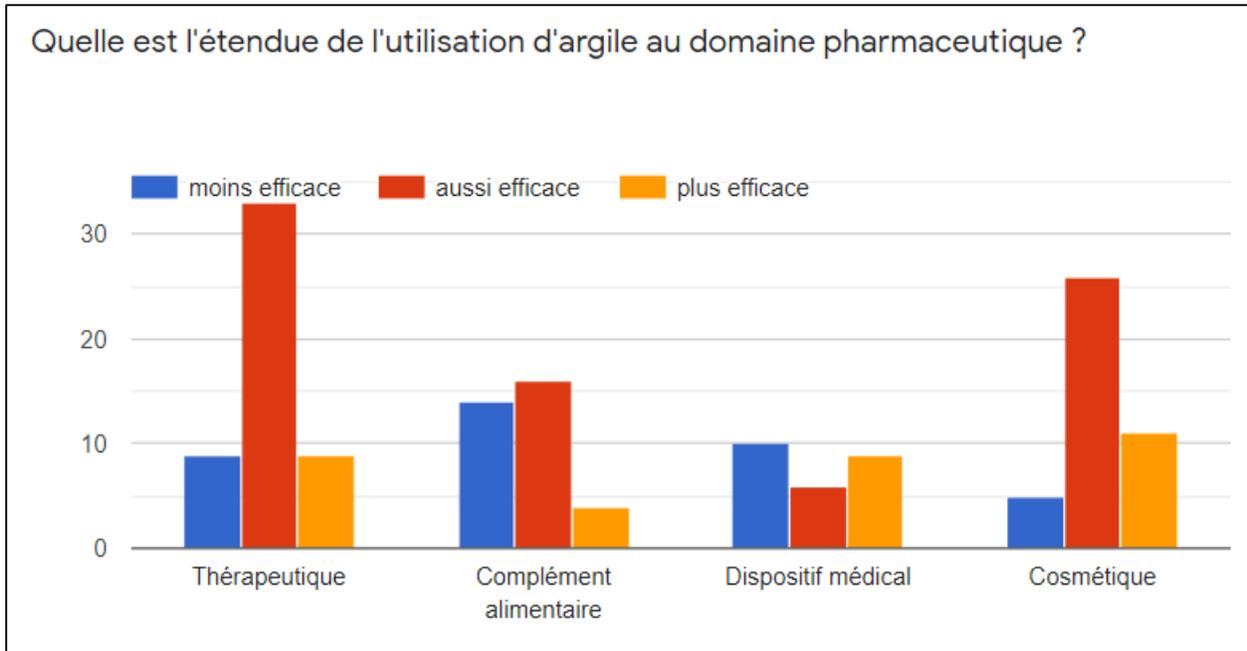
**Figure 7.5 :** Diagramme en Bâtons représente les couleurs des argiles recommandées par les professionnels.

Parmi les 42 personnes qui ont recommandé l'argile, une personne n'a pas répondu au couleur des argiles, la majorité qui sont 20 personnes (48.8%) recommandent la couleur blanche, 13 personnes (31.7%) conseillent la couleur verte, 8 personnes (19.5%) recommandent la couleur jaune, le rouge et le marron 4 personne (9.8%) pour chaque couleur, deux personnes(4.9%) recommandent la couleur rose et une personne(2.4%) recommande la couleur grise.



**Figure 7.6 :** Diagramme en Bâtons représente les formes des argiles recommandées par les professionnels

Parmi les 42 personnes qui ont recommandé l'argile la majorité 37.8% (31 personnes) conseillent sous forme d'un médicament, 31%(13 personnes) conseillent en cosmétique, et pour le complément alimentaire 14.3%(6 personnes),7.1%(3 personnes) pour les dispositifs médicaux.



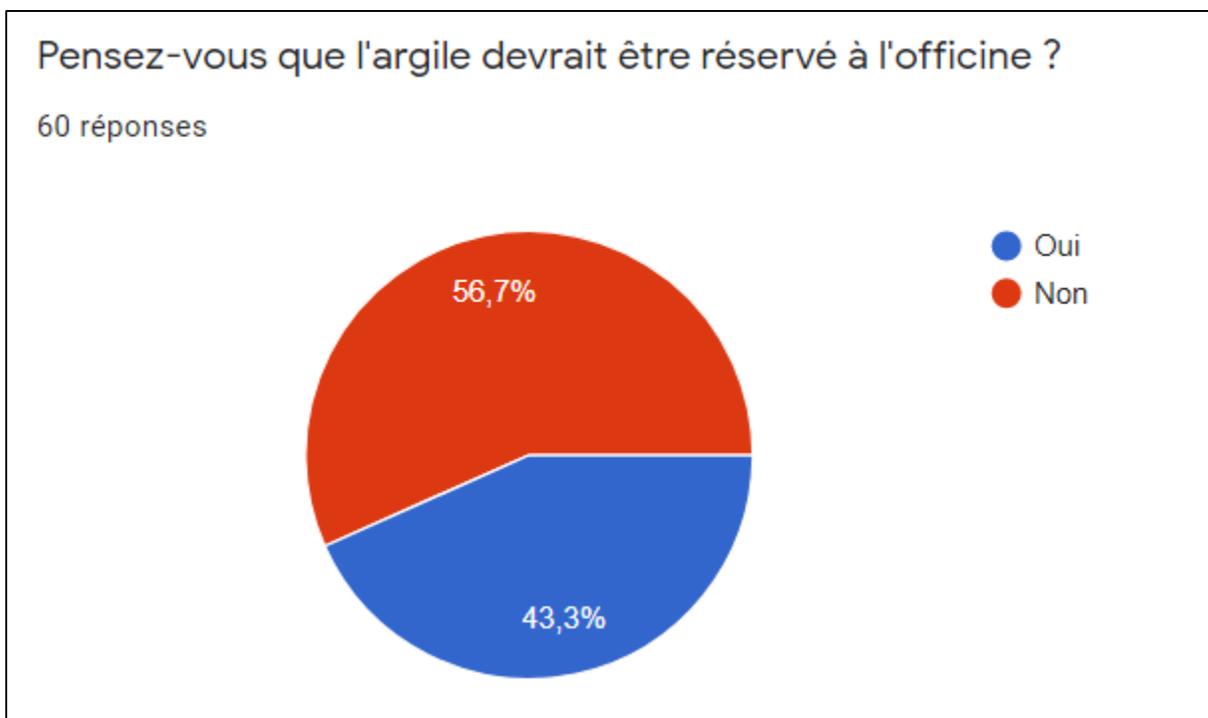
**Figure 7.7 :** Diagramme en Bâtons groupés représente l'étendue de l'utilisation d'argile au domaine pharmaceutique.

Un maximum de 11 professionnels par rapport aux 42 personnes interrogées pensent que l'argile est plus efficace que les autres produits présents en officine dans le domaine cosmétique. 9 personnes par rapport aux 52 personnes pensent qu'elle est plus efficace en thérapeutique ; 4 en tant que complément alimentaire et 9 comme dispositif médical.

Un maximum de 14 personnes par rapport aux 34 professionnels pensent que l'argile moins efficace que les autres produits présents en officine dans le domaine des compléments alimentaires, 10 personnes par rapport 25 professionnels pensent qu'elle moins efficace comme dispositif médical, 9 professionnels la trouvent moins efficace en thérapeutique, alors que 5 personnes croissent que l'argile moins efficace en cosmétique.

La majorité a trouvé l'argile aussi efficace que les autres produits dans les domaines thérapeutiques, complément alimentaire, cosmétique (33 pour les domaines thérapeutiques et 16 en tant que complément alimentaire ; 26 en tant que cosmétique) contrairement au domaine dispositif médical 6 personne.

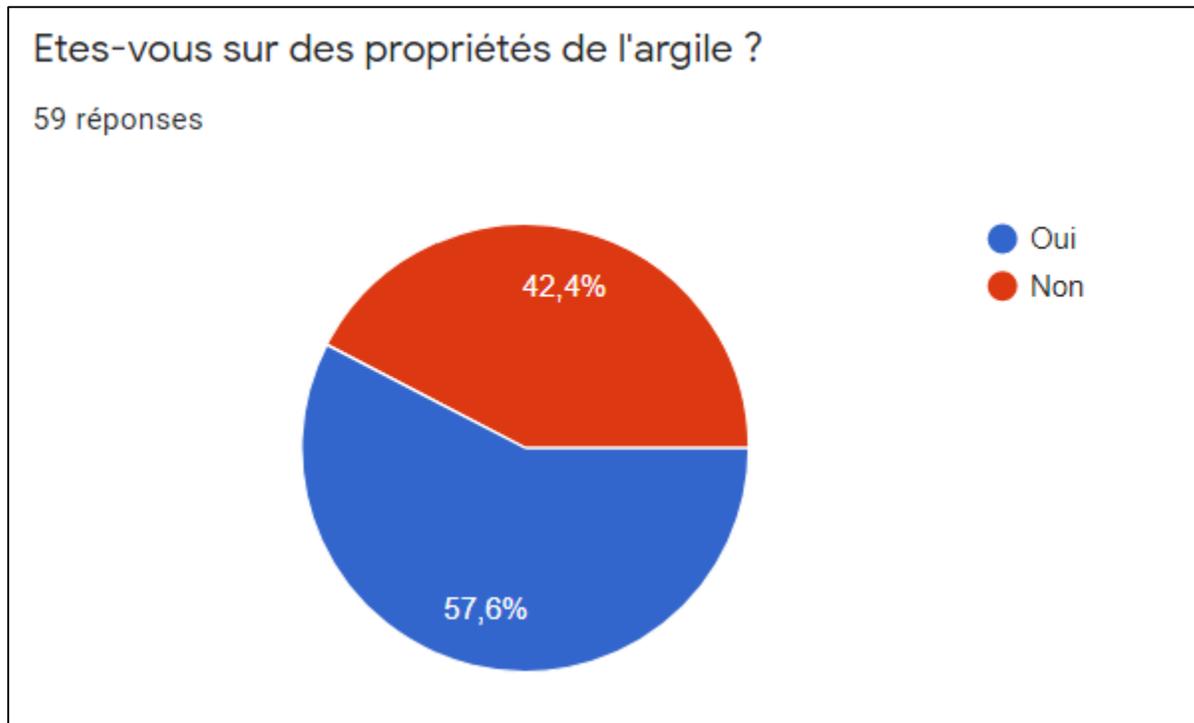
Il ressort de ces résultats une abstention de la part de certaines personnes interrogées (certains n'avaient pas d'avis sur la question et ont donc préféré s'abstenir). On observe que les 42 personnes interrogées ont répondu à l'item sur l'efficacité de l'argile dans le domaine cosmétique contre 25 en ce qui concerne l'argile comme dispositif médical, 34 en tant que complément alimentaire et 52 en thérapeutique.



**Figure 7.8 :** Diagramme circulaire représente les réponses des professionnels sur la question « pensez-vous que l'argile devrait être réservé à l'officine ».

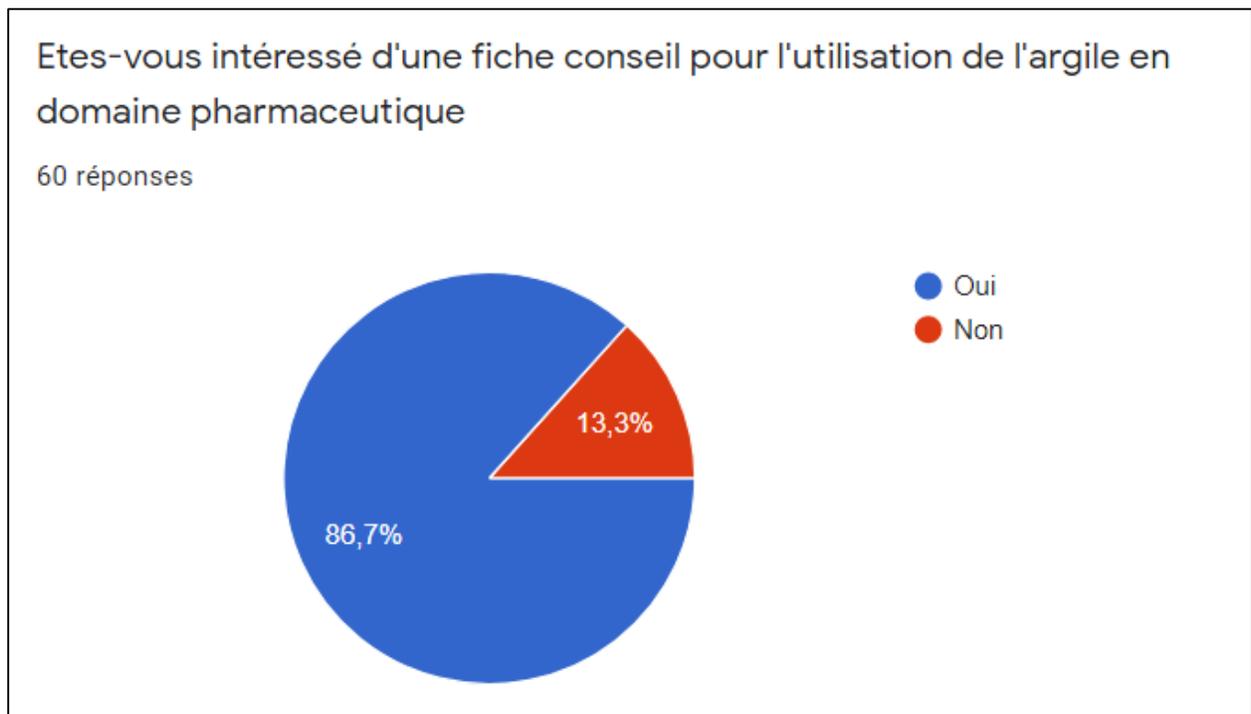
60 personnes ont répondu à la question

57% (34) refusent que l'argile doit être réservé à l'officine et 43% (26) qui pensent le contraire.



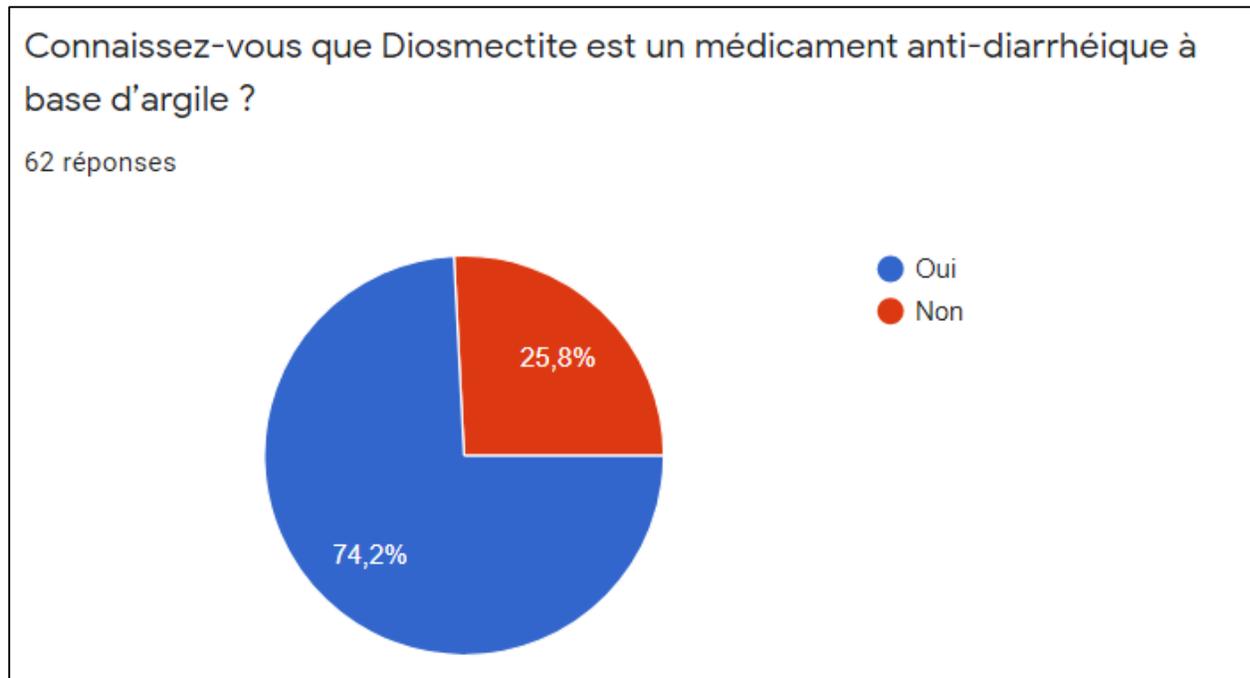
**Figure 7.9 :** Diagramme circulaire représente la sureté des professionnels sur les propriétés des argiles.

59 personnes ont répondu à la question 57.6% (34) sont sûr des propriétés de l'argile contre 42.4% (25) qui n'ont pas sûr.



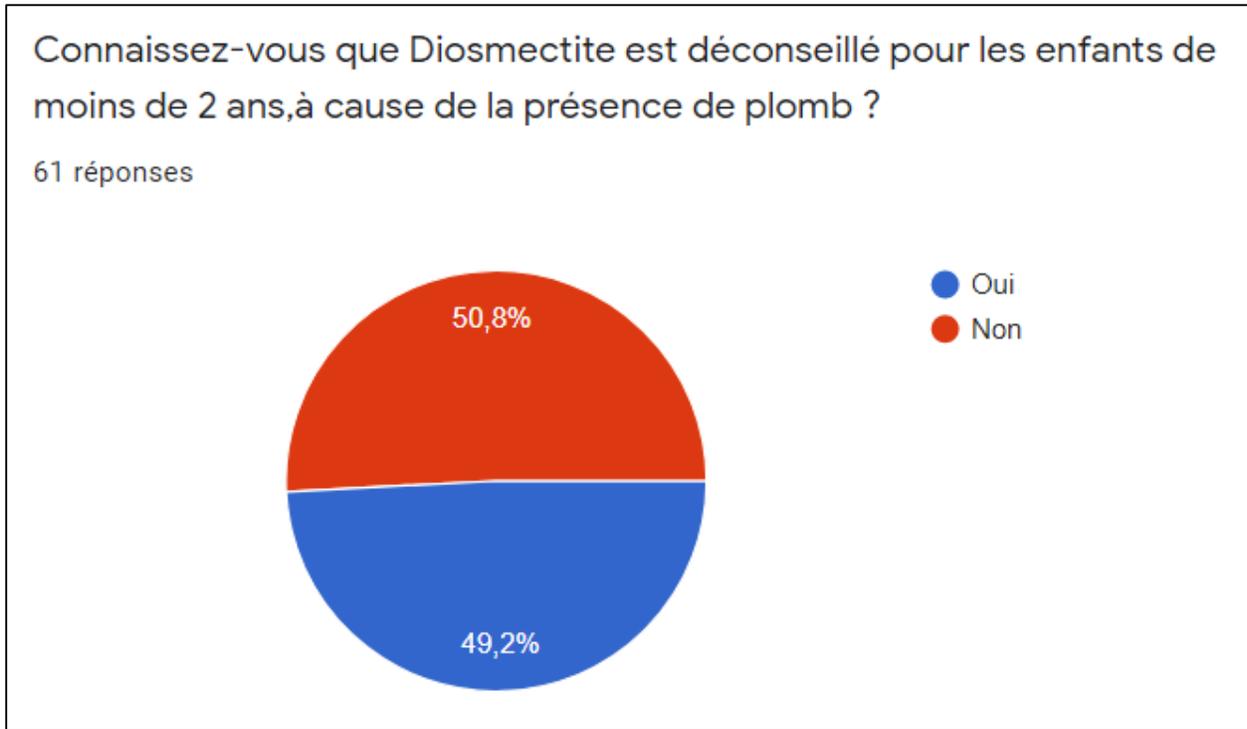
**Figure 7.10** : Diagramme circulaire représente l'intéressé des professionnels par une fiche de conseil.

A cette question seule 08 personnes de 60 personnes ne trouvent pas d'intérêt à la mise à disposition d'une fiche conseil sur l'argile.



**Figure 7.11** : Diagramme circulaire représente la connaissance d'effet anti-diarrhéique du diosmectite par les professionnels.

La majorité, soit 46 (74.2%) personnes connaissent que la diosmectite est un médicament anti diarrhéique à base d'argile.



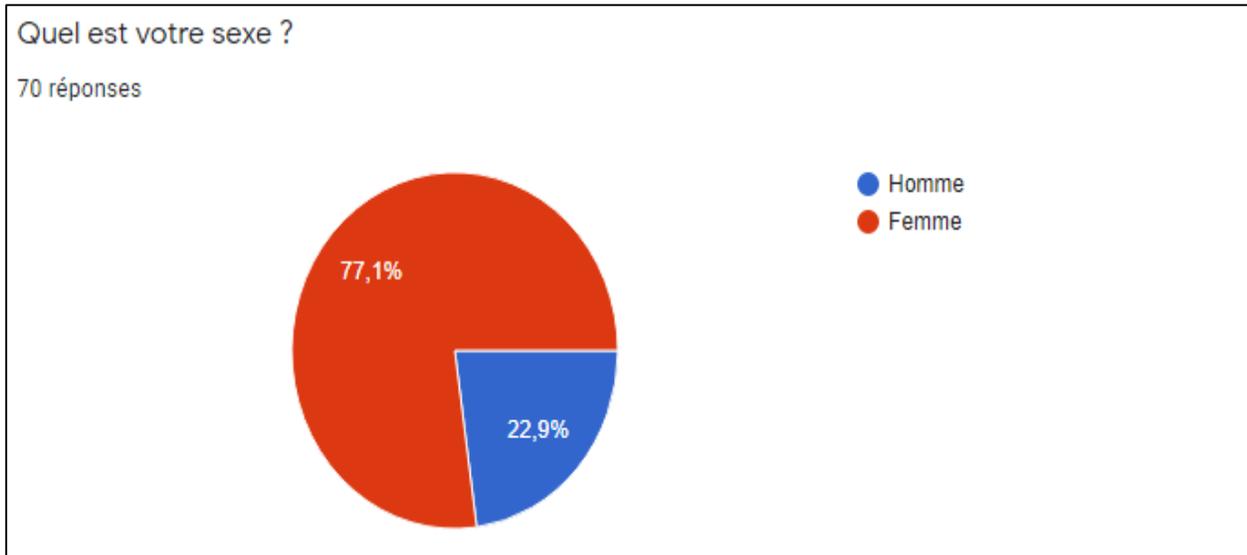
**Figure 7.12 :** Diagramme circulaire représente la connaissance des professionnels à la contre-indication du diosmectite chez les moins de deux ans à cause du Pb.

Concernant la contre-indication de la diosmectite chez les moins de 2 ans, La différence des réponses est moins marquée qu’à la question précédente : 30 connaissent contre 31 qui ne connaissent pas.

**5.2 Enquête destinée aux consommateurs :**

75 personnes ont répondu au questionnaire consommateurs.

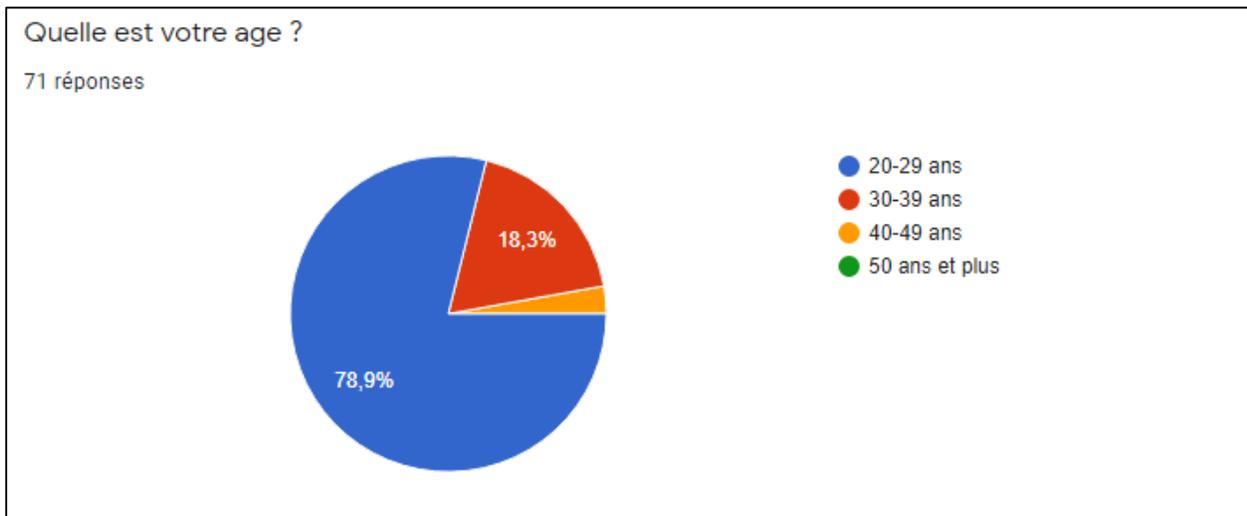
Seulement 67 personnes sur les 75 interrogées ont répondu à la première question. soit 20 des 67 personnes ayant répondu, ont un métier en lien avec la santé (qu’ils soient pharmaciens, médecins, dentistes, psychologues ou infirmiers). Parmi les autres consommateurs, 21 sont des étudiants, les autres sont professeurs, retraités, agents d’entretien ou encore sans emploi.



**Figure 8.1 :** Diagramme circulaire représente le sexe des consommateurs interrogés.

70 personnes ont répondu à la question.

La majorité, soit 54 (77.1%) personnes sont des femmes, et pour les hommes (22.9%).

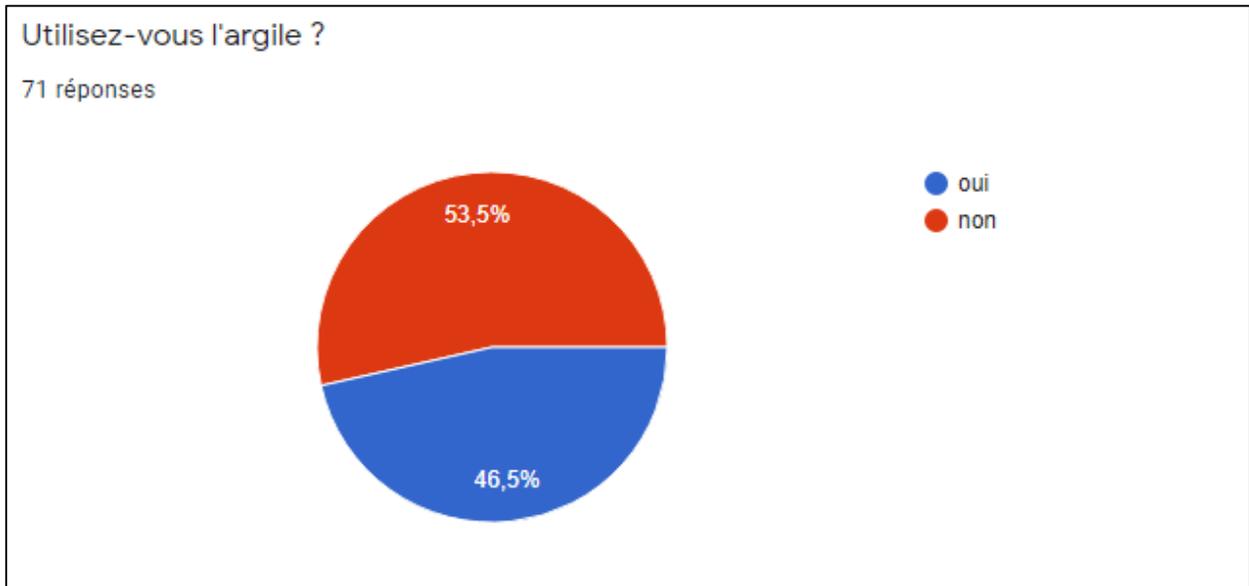


**Figure 8.2 :** Diagramme circulaire représente les tranches d'âge des consommateurs interrogés.

71 personnes ont répondu à la question.

Le groupe des 40-49 ans est représentée par 2 consommateurs (2.8%). Les 30-39 ans sont quand à eux 13 (18.3%) à avoir répondu, Les 20-29 ans sont en majorité 56

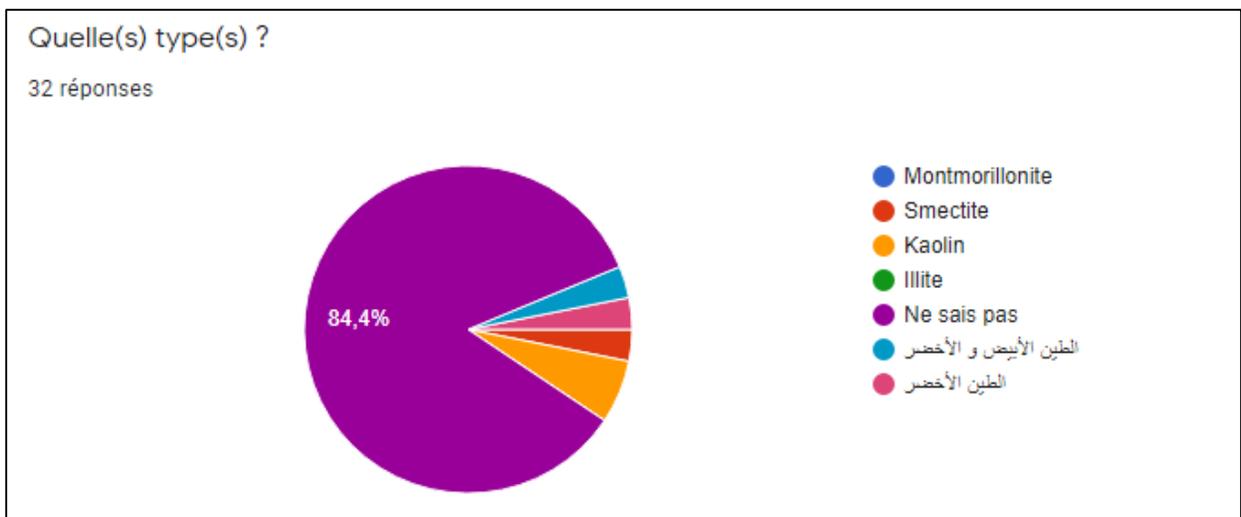
consommateurs (78.9%), et aucune personne du groupe du plus 50 a participé au questionnaire.



**Figure 8.3 :** Diagramme circulaire représente l'utilisation des argiles par les consommateurs.

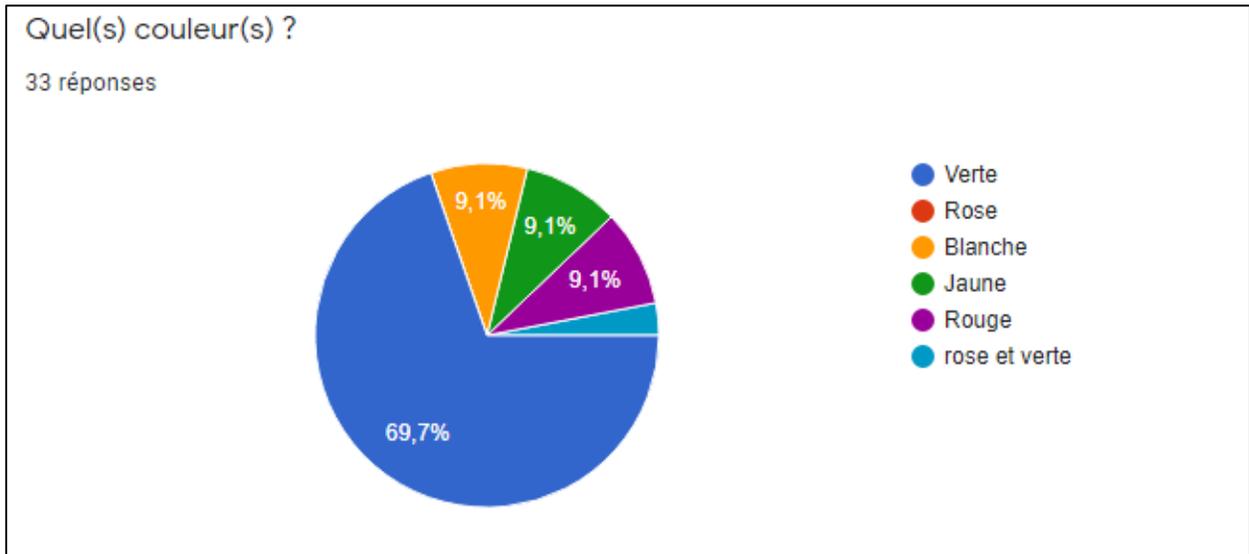
71 personnes ont répondu à la question.

53.5% (38 consommateurs) n'utilisent pas l'argile contre 46.5% (33 consommateurs).



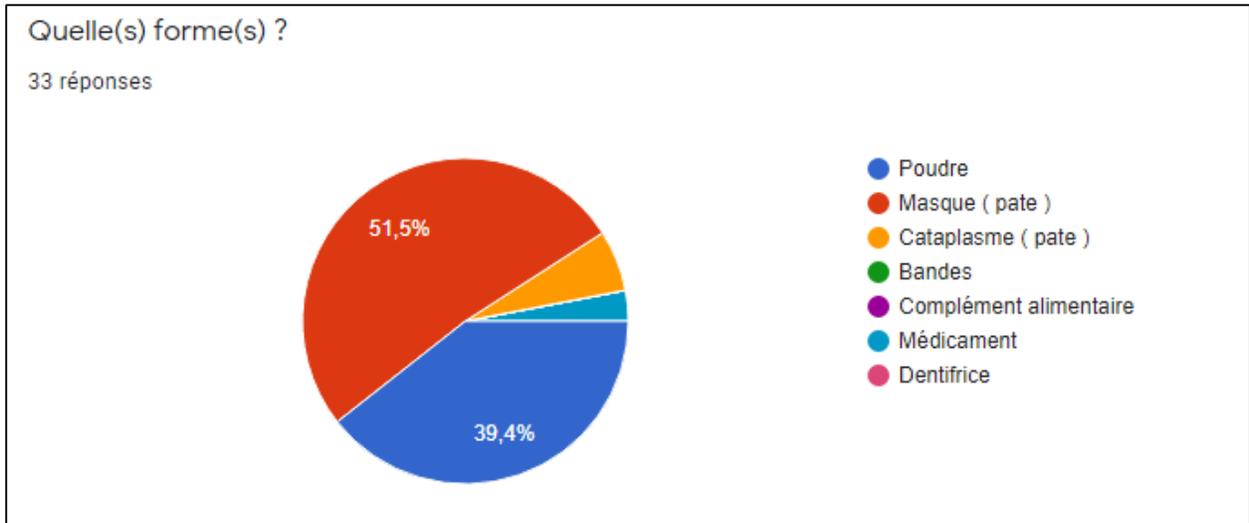
**Figure 8.4 :** Diagramme circulaire représente les types des argiles utilisés par les consommateurs.

Parmi 33 consommateur qui utilisent l'argile, une personne n'a pas répondu, la majorité qui sont 27 personnes (84.4%) ne connaissent pas les types, 2 personnes pour kaolin, 1 personne pour smectite, deux personne ont répondu par les couleurs, concernant l'illite et montmorillonite aucune réponse.



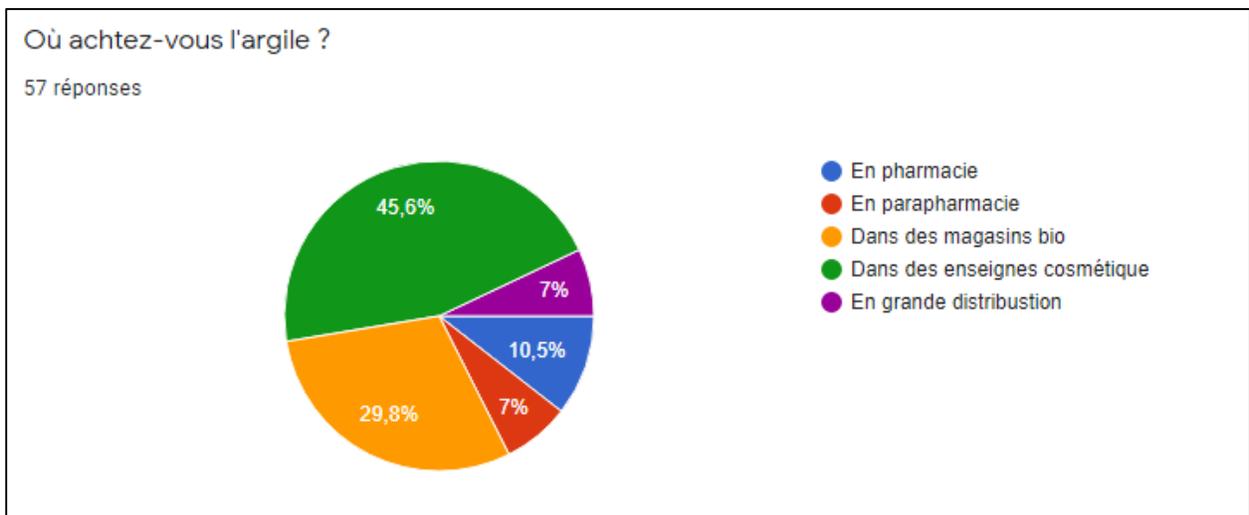
**Figure 8.5 :** Diagramme circulaire représente les couleurs des argiles utilisées par les consommateurs.

Parmi 33 consommateurs qui utilisent l'argile, la majorité qui sont 23 personnes (69.7%) utilisent l'argile verte, les argiles (blanche, jaune et rouge) sont utilisés au même pourcentage (9.1%) 3 personnes, une personne utilise deux argiles des couleurs rose et verte.



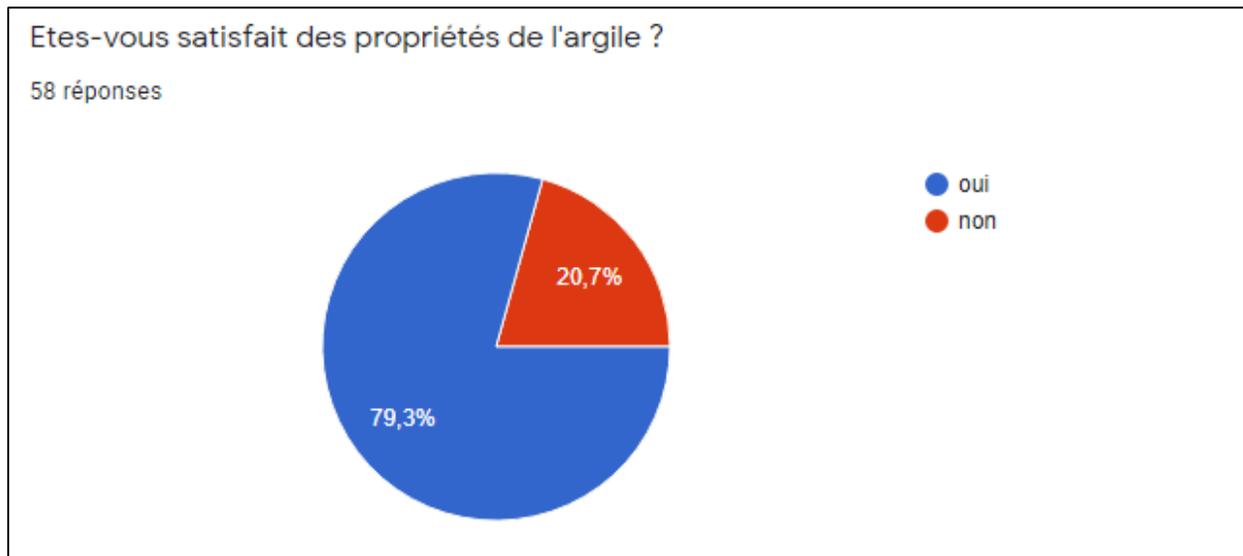
**Figure 8.6 :** Diagramme circulaire représente les formes des argiles utilisées par les consommateurs.

Parmi 33 consommateurs qui utilisent l'argile, la moitié qui sont 17 consommateurs (51.5%) utilisent l'argile sous forme masque, les argiles en poudre est utilisée par 13 consommateurs (39.4%). 2 consommateurs (6.1%) pour l'argile en cataplasme. un consommateur (3%) utilise l'argile comme médicament. Les compléments alimentaires, les dentifrices et les bandes aucune réponse.



**Figure 8.7 :** Diagramme circulaire représente les lieux d'achat des argiles par les consommateurs.

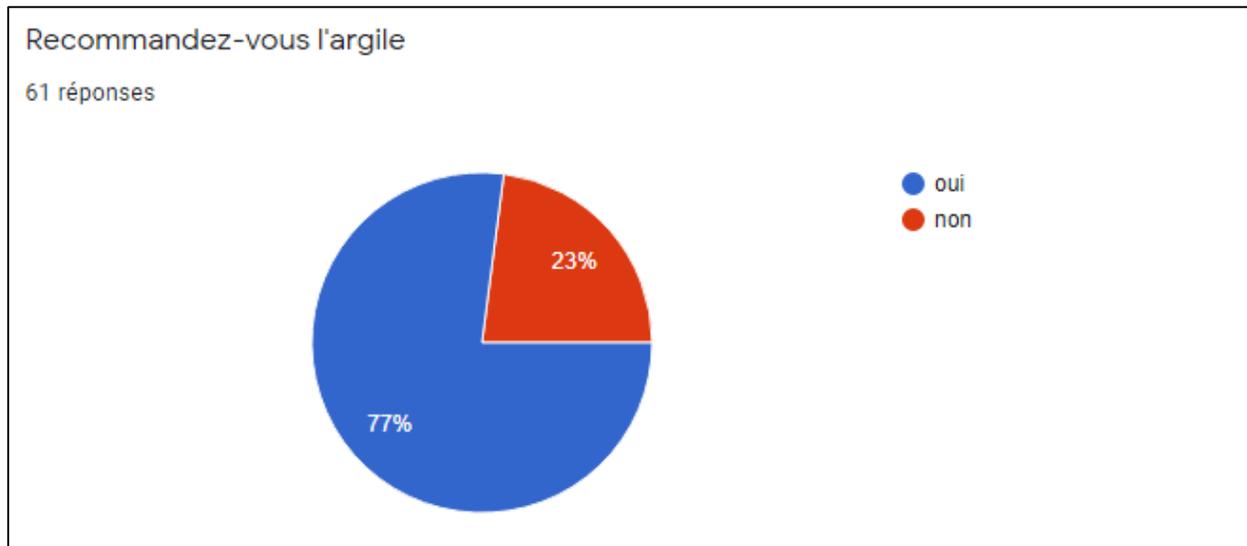
La plupart des consommateurs (26 personnes,45.6%) achètent leur argile en des enseignes cosmétiques . 4 (7%) d'entre eux en grande distribution. 17 (29.8%) dans les magasins bio. 4 (7%) en parapharmacie et 6 (10.5%) dans des pharmacies. 18 consommateurs se sont abstenus de répondre.



**Figure 8.8 :** Diagramme circulaire représente la satisfaction des consommateurs aux propriétés des argiles.

58 consommateurs ont répondu à la question.

A cette question seule 12 personnes ne sont pas satisfaits.



**Figure 8.9 :** Diagramme circulaire représente la recommandation des argiles par les consommateurs.

61 consommateurs ont répondu à la question.

La majorité, soit 47 (77%) personnes recommandent l'argile.

## 6. Discussion:

### 6.1 L'enquête destinée aux professionnels :

Les pharmaciens assistants et les étudiants en pharmacie représentent la majorité des personnes interrogées. Ceci est expliqué d'une part puisque le questionnaire a été diffusé sur internet dans les communautés professionnels en pharmacie et également dans les pharmacies en forme papier. La diffusion de l'enquête dans les pharmacies a révélé que la majorité des pharmaciens titulaires ne sont pas au comptoir, et que le poste de préparateur en pharmacie est peu fréquent.

Parmi les professionnels interrogés les 30-39 ans sont sans doute les plus présentes au comptoir. Ainsi que les classes des 20-29 ans renferment la quasi-totalité des étudiants en pharmacie.

Les professionnels de santé pensant au Smecta® lorsqu'on leur parle d'argile ont coché la smectite comme argile qu'ils conseillent, et même pour la montmorillonite Bedelix® (DCI : montmorillonite beidellitique). Le cinquième des pourcentages ne sait

pas qu'il existe plusieurs types d'argiles, ou du moins la nature de l'argile qu'ils dispensent. L'argile blanche est la plus présente à l'officine car il revient au couleur des poudre Smecta® et Bedelix®, suivie de la verte qui est la couleur la plus connue parmi les professionnels interrogés en lien avec la nature des argiles.

Les autres couleurs à des petits pourcentages différents. Les professionnels orientent leurs patients vers l'argile pour des usages esthétiques (les masques), Elle est beaucoup conseillée sous forme médicamenteuse comme anti-diarrhéique (Smecta®) anti-colique (Bedelix®).

La majorité des professionnels considèrent l'argile comme aussi efficace que les autres produits dans la même indication sauf pour l'argile en dispositif médical qui est considéré moins efficace.

Une connaissance approfondie des propriétés et utilisations de l'argile pourrait enrichir le conseil officinal et améliorer les ventes d'argile. Les patients pourraient découvrir une thérapeutique naturelle, sans danger et efficace, les faisant revenir là où ils auraient reçu le conseil, les explications objectives accentuant la confiance en son pharmacien, ceci entraînant une fidélisation.

Les professionnels sont divisés quant à la place de l'argile à l'officine. D'une part il y a ceux qui pensent que sa place à l'officine est justifiée puisque la dispensation d'argile nécessite l'apport des conseils d'utilisations, des contres indications, interactions médicamenteuses, et précautions d'emploi. D'autre part, il y a les professionnels qui ne voient pas pourquoi l'argile devrait être réservée au monopole pharmaceutique. Aux yeux de ces derniers, l'utilisation de ce produit est banale.

Enfin, il y a les professionnels qui pensent que pour certains usages de l'argile, celle-ci devrait être réservée à l'officine. Dans ce dernier cas, on parle surtout de la voie interne car pour l'usage externe ce n'est pas anormal de trouver l'argile ailleurs qu'en pharmacie.

Certains professionnels ne proposent pas l'argile non pas parce qu'ils n'y pensent pas en ses propriétés mais parce qu'ils n'y connaissent pas. Ceci explique la

convergence des pourcentages entre les personnes sont sure des propriétés de l'argile et celles qui n'ont pas.

La plupart des professionnels interrogés sont toujours intéressés par un outil de formation.

Ceux ne l'étant pas savent qu'ils ne baseront pas leur conseil sur l'argile donc cela leur parait inutile.

Les trois quart des professionnels interrogés connaissent que la diosmectite est un médicament à base d'argile.

Un demi des professionnels interrogés ne connaissent pas que diosmectite est contre indiqué chez les moins de deux ans, ceci est expliqué par un manque de mise à jour des médicaments.

## **6.2 L'enquête destinée aux consommateurs :**

La plus forte part, des personnes ayant répondu à l'enquête sont des femmes, On peut penser que les femmes sont plus intéressées par les produits de soins alternatifs naturels.

En terme de type de métier, on peut observer que les étudiants et les professionnels de santé représentent la quasi-totalité des personnes qui sont intéressés par enquête, comme les étudiants sont des jeunes, ils sont influencés par la tendance mondiale aux produits bios, et les professionnels de santé tendent aux produits naturels.

On peut remarquer que tous les groupes d'âge présents sont moins de 50 ans. Ceci est expliqué par les gens de plus de 50 ans ont un accès très limité à l'internet. Contrairement au groupe de 20-29 ans qui sont plus active aux groupes des réseaux sociaux.

La plus part des personnes interrogées ne savent pas le type d'argile qu'elles utilisent. Par type d'argile elles considèrent la couleur. Elles ne sont pas au courant qu'il existe non pas une seule argile mais plusieurs argiles.

Il est normal que l'argile verte, qui est la plus répandue et la plus facilement retrouvée sur les étalages, soit la plus utilisée. Les argiles blanches, roses ou encore rouges sont généralement retrouvées dans des crèmes ou des masques déjà prêts à l'emploi.

Il n'est pas surprenant de constater que l'argile est surtout utilisée comme masque de beauté. Les vertus thérapeutiques de l'argile s'étant faites oubliées au fil du temps, il est plus normal de voir les consommateurs d'argile connaître ses vertus beauté. La pâte, qu'elle soit utilisée en cataplasme ou masque de beauté, est la forme la plus prisee puisque prête à l'utilisation.

On retrouve essentiellement une utilisation cutanée de l'argile, surtout pour le visage en tant que masque purifiant. Egalement utilisée pour ses propriétés anti-inflammatoire, cicatrisante. Très peu l'utilisent pour les troubles de la sphère digestive. L'utilisation en interne étant beaucoup moins répandue pour l'argile traditionnelle.

Les enseignes cosmétiques sont les lieux de dispensation des argiles principaux selon l'enquête.

On observe que l'achat des argiles au niveau des pharmacies est peu fréquent à cause de l'absence des produits à base d'argile aux tiroirs de l'officine.

Comme on peut le penser, l'argile est tout de même associée à une utilisation traditionnelle, il n'est donc pas étonnant de voir que nombreux sont ceux qui connaissent l'argile par conseil d'un proche. La mode du bio, du naturel, diffusée par les médias, a remis l'argile, matériau oublié, en avant, expliquant que les personnes lisant ce genre de presse se sont mises à l'utiliser. Des personnes curieuses, passant dans les rayons ont tenté d'essayer l'argile.

Certains personnes pensent que l'argile est un produit traditionnel et l'efficacité est douteuse ou, c'est pour ça ils ne sont pas satisfaits. La plus fort part des personnes recommandent l'argile car ils sont convaincu de ces propriétés.

**Conclusion :**

L'argile est un matériau aux très nombreuses propriétés, très peu coûteux et de répartition quasi universelle. Elle a toujours fait partie de notre vie quotidienne et représente une potentielle source de thérapie, abri, outil, une ressource riche et bon marché.

L'argile, produit naturel et non toxique, peut être utilisé en usage interne et externe en thérapeutique. Elle représente surtout une alternative aux thérapeutiques classiques dans les domaines du soin des plaies, qu'elles soient digestives ou cutanées, la cicatrisation, l'antalgie, l'inflammation, le renforcement de l'organisme, du système osseux, la croissance, le renouvellement cellulaire. Ses nombreuses propriétés interagissent avec l'organisme à de nombreux niveaux.

Notre étude nous a permis d'induire que l'utilisation des argiles par les consommateurs est particulièrement dans les soins gastro-intestinaux et les soins de la peau. En effet, elle a aussi permis de connaître la place des argiles dans l'officine et l'importance de ses propriétés dans le domaine pharmaceutique.

Selon les résultats de notre enquête, nous avons marqué qu'à l'officine, l'argile reste discrète. Elle est peu utilisée telle quelle pour soigner. Surtout retrouvée en usage cosmétique.

Lors de la réalisation de notre enquête nous avons remarqué que la plupart n'étaient pas très réceptifs au questionnaire, ayant des difficultés à répondre puisque : ils ne s'y connaissaient pas réellement dans ce domaine, ils n'avaient pas franchement d'avis, ils étaient perplexes pour la plupart quand à la nature du sujet, l'argile, produit peu conseillé au quotidien et donc peu connu ou méconnu.

Et pour cela une majorité est intéressé par la proposition des fiches de conseil, ces fiches se doivent d'être informatives. Une fiche conseil leur apprenant les différences au niveau des types, couleurs d'argiles ; leurs propriétés ; leurs indications et comment les utiliser pourrait présenter un intérêt pour offrir toujours un conseil plus adapté et complet au patient. Cela leur permettrait de proposer au comptoir une alternative à

certaines thérapeutiques, et donc d'apporter une valeur ajoutée aux professionnels de santé et aussi pour les consommateurs.

Les études actuelles permettent de grands espoirs dans la connaissance des mécanismes de fonctionnement des argiles utilisées pour des soins de bien-être ou comme médicaments d'extractions naturelles. Elle est donc destinée à devenir une solution galénique pour demain à haute valeur ajoutée, une ressource importante dans les actions sanitaires d'urgence et en situations difficiles et éloignées.

En Algérie, On retrouve plusieurs gisements d'argile, les bentonites de Maghnia (hammam Boughrara) et de M'Zila (Mostaganem) sont les plus importants. Des études algériennes montrent que ces bentonites ont une très bonne qualité, presque pure de quartz et minimum des impuretés prêt à l'emploi dans l'industrie pharmaceutique après un traitement facile mais malheureusement il n'y a pas d'intention sérieuse pour l'exploitation de ces ressources naturelles.

## Référence bibliographique :

### Livres et Revues

- Albengres E., Urien S., Tillement J.P., Oury P., Decourt S., Flouvat B., Drieu K. (1985) Interactions.
- ALIX .LELIEF-DELCOURT l'argile c'est sain et malin
- Amin N.C., Andji Y.Y.J., Ake M., Yolou S.F., Toure Abba A., Kra Gabrielle J., J. Sci. Pharm. Biol. 10 (2009).
- Balze D., Guide des analyses en pédologie: choix, expression, présentation, interprétation, INRA. Paris. Vol.1 ISBN 9782738008923. (2006) 1
- Between Smectite, a Mucus Stabilizer, and Acidic and Basic Drugs. Eur J Clin Pharmacol 28 : 601-5
- Bonneville F., Moyen E.N., Droy –Lefaix M.T., Fauchère J.L. (1990), In vitro effect of smectite on Campylobacter pylori adhesion upon epithelial cells. Gastroentérologie Clinique et Biologique 14 : Abstract 123
- Brouillard M.Y, Rateau J.G. (1989), Pouvoir d'adsorption de deux argiles, la smectite et le kaolin sur des entérotoxines bactériennes. Gastroenterolog. Clin. Biol. 13 : 18-24
- C.Langlois, 2005
- Chossat J.C., La mesure de la conductivité hydraulique dans les sols – Choix des méthodes, 2005, Lavoisier,USA: 720 pp.
- De Korwin J.D., Forestia B., Plique O. (1993) Symptomatic improvement of patients with non ulcer dyspepsia and Helicobacter pylori after treatment with diosmectite. Randomized double-blind study versus placebo. Acta Gastroenterologica Belgica 56 : Abstract 149
- DeBakey M.D., Alton Ochsner M.D. (1939), Bezoars and Concretions, A Comprehensive Review of the Literature. Surgery 5 : 132-160
- Droy-Lefaix M.T. (1987), Smectite et barrière muqueuse intestinale. Revue Med.Vet. 138: 411- 21
- Droy-Lefaix M.T., Drouet Y., Geraud G., Schatz B. (1985), Cytoprotection intestinale. Gastroenterol.Clin. Biol. 9 : 37-44

- Droy-Lefaix M.T., Schatz B., Drouet Y. (1986) Altération de la barrière muqueuse digestive par les sels biliaires : effet de la smectite. 8ème Congrès Mondial de Gastroentérologie, Sao Paulo, Brésil.
- Dupont C., Foo J.L.K., Garnier P., Moore N., Mathieux-Fortunet H., Slazar-Lindo E . ,(2009) Oral Diosmectite Reduces Stool Output and Diarrhea Duration in Children With Acute Watery Diarrhea. *Clinical Gastroenterology and Hepatology* 7 : 456-62
- Ebagninin K.W., (2009). "Relation structure microscopique – comportement microscopique de suspensions de bentonite en présence de polymères». thèse de doctorat de l'université de Strasbourg.
- F. Villieras, 2008, pages : 14,18,20,26,30
- Fioramonti J., Droy-Lefaix M.T., Buéno L. (1987) Changes in gastrointestinal motility induced by cholera toxin and experimental osmotic diarrhea in dog. Effect of treatment with argillaceous compound clay. *Digestion* 36 : 230-7
- Gelfand M.C., Zarate A., Knepshield J.H. (1975) Geophagia: a cause of life-threatening hyperkalemia in patients with chronic renal failure. *J.A.M.A.* 234 (7) : 738-40
- Gillot, E. Jack, Clay engineering geology. John Wiley et Sons, Inc. (1984).
- Guarino A., Bisceglia M., Castellucci G., et al (2011), Smectite in the treatment of acute diarrhea : a nationwide randomized controlled study of the Italian Society of Pediatric Gastroenterology and Hepatology (SIGEP) in collaboration with primary care pediatricians. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 32 : 71-5
- Gwozdinski K., Jedrzejewska A., Janocka M., Droy-Lefaix M.T. (1997), Effect of diosmectite on the physico-chemical properties of gastric mucus in vivo and in vitro. *Gastroenterology* 12 : Abstract 136
- Heimenz P.C, Rajagopalan R., (1977). "Principles of Colloids and Surface Chemistry" CRC Press.
- Hoffmann U., (1961). "*Geheimnisse des tons*" *Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft*, 38:201-207.
- iso 8402
- Kenen R., (1988). "Rheology of aqueous suspension of sodium/calcium montmorillonite". *Soil Science Society of America Journal*, 52: 924-928.

- Khediri F., Mrad A.I., Azzouz M., Doughi H., Najjar T., Mathiex-Fortunet H., Garnier P., Cortot A. (2011), Efficacy of Diosmectite (Smecta) in the Treatment of Acute Watery Diarrhoea in Adults : A Multicentre, Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled, Parallel Group Study. *Gastroenterology Research and Practice* 2011
- Knight J., Pearson J.P., Droy-Lefaix M.T., Alle A. (1998), Could the discontinuous and structurally weaker colonic mucus gel in ulcerative colites be a result of free radical damage? *Digestive Disease Week, 99th Annual Meeting of AGA, New Orleans, LA.*
- Leonard A., Droy-Lefaix M.T., Allen A. (1994), Pepsin hydrolysis of the adherent mucus barrier and subsequent gastric mucosal damage in the rat : effect of diosmectite and 16 dimethyl prostaglandin E2. *Gastroenterol Clin Biol* 18 (6-7) : 609-16
- Leonard A., Droy-Lefaix M.T., Allen A. (1994), Pepsin hydrolysis of the adherent mucus barrier and subsequent gastric mucosal damage in the rat : effect of diosmectite and 16 dimethyl prostaglandin E2. *Gastroenterol Clin Biol* 18 (6-7) : 609-16
- Leonard A., Droy-Lefaix M.T., Allen A. (1994), Pepsin hydrolysis of the adherent mucus barrier and subsequent gastric mucosal damage in the rat : effect of diosmectite and 16 dimethyl prostaglandin E2. *Gastroenterol Clin Biol* 18 (6-7) : 609-16
- Lipson S.M., Stotzky G. (1984) Effect of proteins on reovirus adsorption to clay minerals. *Applied Environmental Microbiology* 8 : 525-30
- Luckham, P.F. & Rossi S., (1999). "Colloidal and rheological properties of bentonite suspensions" *Adv. Colloid Interface Sci.* 82, 43-92.
- M. F. Aldersley et coll., 2011
- Mahraoui L., Heyman M., Plique O., Droy-Lefaix M.T., Desjeux J.F., (1997), Apical effect of diosmectite on damage to the intestinal barrier induced by basal tumour necrosis factor alpha. *Gut* 40 : 339-43
- Meknini B., Bernades P., (1994), Etude comparative de l'effet de Bedelix sur la surproduction de gaz intestinaux induite par un repas riche en hydrates de carbone fermentescibles. *Médecine et Chirurgie Digestives* 23 (7) : 442-4
- Meunier A., Cont. Pub. Inter. GB. Paris. ISBN: 978-2847030143. Vol 1 (2002) 1
- M'Ewen M.B. and Pratt M.I., (1957). "*The gelation of montmorillonite*". *Transactions of the Faraday Society*, 53: 535-547

- N. Cousin, 2013, page 20
- Nathalie Cousin, Carole Minker , Argile Un concentré de bienfaits pour votre santé, votre beauté et votre maison pages : 11,12,16,18
- P. Chavanne, 200 remèdes à l'argile, éditions First, dépôt légal : aout 2011, ISBN :1978-2-7540-3136-3.
- Pearson J.P., Ayre D., Droy-Lefaix M.T., Alle A. (1996), Mucolysis of the colonic mucus barrier by oxygen free radicals : implication for ulcerative colitis. *Gastroenterology* 110 : Abstract 988
- pharmacopée européenne
- Rollet P., Bouaziz R., L'analyse thermique- les changements de phase. ED. Gautier-Villard, Tome1, Paris,(1972).
- Samson H.J., Pearson J.P., Srivastava E.D., Droy-Lefaix M.T., Allen A. (1995), Increased serine dependant proteinases in ulcerative colitis : mucolysis and inhibition by diosmectite. *Gastroenterology* 108 : Abstract 909
- T. Bardinnet, 1995
- Theodorou V., Chrestian B., Fioramonti J., Droy-Lefaix M.T., Bueno M.T. (1994) Protective action of diosmectite treatment on digestive disturbances induced by intestinal anaphylaxis in the guinea pig. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics* 8 : 295-9
- Touret O., Pons C.H., Tessier D., and Tardy Y., (1990). "Etude de la répartition de l'eau dans des argiles structurées Mg 2+ aux fortes teneurs en eau". *Clay Minerals*, 25: 217-233.
- Van Olphen H., (1977). "An Introduction to Clay Colloid Chemistry". Wiley, New York.
- Vidal le dictionnaire
- Weiss A., and Franck.R., (1961). "Uber den bau des gerüst en thixotropen gelen". *Naturforsch*, 10: 141-143.
- Williams L.B., Haydel S.E. 2010, Evaluation of the medicinal use of clay minerals as antibacterial agents. *Int Geol Rev* 52 (7-8) : 745-70

## Lois et décrets

- journal officiel de la république algérienne démocratique et populaire (arrêté N° 215 du 29 juillet 2018)
- journal officiel de la république algérienne démocratique et populaire (arrêté N° 208 du 29 juillet 2018)

## Articles et theses

- Benchabane A., (2006). "Etude du comportement rhéologique de mélanges argiles-polymères, Effets de l'ajout de polymères". Thèse de doctorat de l'Université Louis Pasteur.
- Hernot François, l'argile et son utilisation à l'officine.
- M.T brondeau, T.clavel , M.falcy , A.HESBERT,D.JARGOT,M.REYNIER ,O.schneider fiche toxicologique N° 232 (CAILLERE et HENIN, 1963 , p. 290)
- Moreira E., (2008). "Etude du comportement thixotropique de suspensions de bentonite en conduite ». thèse de doctorat de l'université Louis Pasteur.
- Paumier S., (2006). "Facteurs déterminant l'organisation et la rhéologie du système argile-eau pour des suspensions de smectites", thèse de doctorat de l'université de Poitiers.
- Samia Melaim. Dépôt de particules de nickel-cobalt sur une argile : préparation et caractérisation
- Zohra Benziane. Récupération de métaux lourds par l'argile de magnia modifiée
- Zouhir Moussaoui. Intercalation de dendrimères à travers la bentonite sodique

## Sites internet

- Ministère de l'énergie et ressources naturelles Québec:  
<https://mern.gouv.qc.ca/mines/industrie/mineraux/mineraux-proprietes-kaolin.jsp>
- science.uwaterloo:  
<https://web.archive.org/web/20120202185948/http://www.science.uwaterloo.ca/~cchi/eh/cact/applychem/alsilicate.html>

- Institut d'endobiogénie médecine préventive et intégrative :  
<https://www.iempi.fr/argile-et-sante>
- IntechOpen:  
<https://www.intechopen.com/books/current-topics-in-the-utilization-of-clay-in-industrial-and-medical-applications/montmorillonite-an-introduction-to-properties-and-utilization>
- Memoire Online, Sciences Université Abdelmalek Essaadi - Master fondamentale Chimie 2013 :  
[https://www.memoireonline.com/06/15/9140/m\\_Argile-et-mineraux-argileux-proprietes-physico-chimiques-et-proprietes-et-proprietes-collo4.html](https://www.memoireonline.com/06/15/9140/m_Argile-et-mineraux-argileux-proprietes-physico-chimiques-et-proprietes-et-proprietes-collo4.html)
- Sciencedirect :  
<https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biologicalsciences/smectite>

## ملخص:

الطين مادة لها عديد الخصائص , غير مكلفة و ذات توزع عالمي تقريبا. كانت دائما جزءا من حياتنا اليومية و تمثل مصدرا محتملا للعلاج . الطين هو منتج طبيعي و غير سام يمكن استعماله داخليا أو خارجيا في العلاج.

غالبية المواد الطينية هي صفائح سيليكاتية . على عكس ما نعتقده ليس هناك طين واحد ولكن انواع من الطين.

أطروحتنا تناقش أنواع الطين المختلفة ، تركيبها ، خصائصها و أيضا استعمالاتها في الصيدلية .

الهدف الرئيسي من دراستنا هو معرفة استخدامات الطين في المجال الصيدلاني و تقييم أهمية خصائصه العلاجية , دراستنا مكنتنا من تحديد المكانة الهامة للطين في الوسط الصيدلاني و استنتاج استخداماته الدوائية والتي تتمثل بالخصوص في العناية بالجهاز الهضمي و العناية بالبشرة ( في مستحضرات التجميل ).

## Abstract:

Clay is material with many properties, inexpensive and almost universally distributed. It has always been part of our daily life and is a potential source of therapy. It is a natural and non-toxic product, can be used internally and externally in therapy.

The majority of clay minerals are phyllosilicates. Contrary to what we might think, there is not one clay but many clays.

Our thesis discusses the different clays, their structure, properties, as well as their indications in the pharmacy.

The main objective of this study is to know the uses of clays in the pharmaceutical field and to evaluate the importance of its therapeutic properties, our study allowed us to identify the important role of clays in the officinal environment and to induce its therapeutic indications which are particularly in gastrointestinal and skin care (in cosmetics).

## Résumé

L'argile est un matériau aux très nombreuses propriétés, très peu coûteux et de répartition quasi universelle, Elle a toujours fait partie de notre vie quotidienne et représente une potentielle source de thérapie. C'est un produit naturel et non toxique, peut être utilisé en usage interne et externe en thérapeutique.

La majorité des minéraux argileux sont des phyllosilicates. Contrairement à ce que l'on peut penser il n'existe pas une argile mais des argiles.

Notre thèse évoque les différentes argiles, leur structure, propriétés, ainsi que leurs indications à l'officine.

L'objectif principal de la présente étude est de connaître les usages des argiles dans le domaine pharmaceutique et d'évaluer l'importance de ses propriétés thérapeutiques, Notre étude nous a permis d'identifier la place importante des argiles dans le milieu officinal et d'induire ses indications thérapeutiques qui sont particulièrement dans les soins gastro-intestinaux et les soins de la peau( en cosmétique ) .

# Annexe

## 1. Enquête Sur L'argile Destinée Aux Professionnel

2021/7/19

Enquête Sur L'argile Destinée Aux Professionnels

### Enquête Sur L'argile Destinée Aux Professionnels

Ce questionnaire anonyme permet de collecter les données nécessaires pour accomplir la partie pratique de mémoire de fin d'étude intitulées "Utilisation de l'argile dans le domaine pharmaceutique" en vue d'obtenir le diplôme docteur en pharmacie. Merci pour votre collaboration!

1. Quel est votre poste professionnel ?

*Une seule réponse possible.*

- Pharmacien titulaire
- Pharmacien assistant
- Étudiant en pharmacie
- Préparateur
- Conseiller parapharmacie
- Autre : \_\_\_\_\_

2. Quel est votre age ?

*Une seule réponse possible.*

- 20-29 ans
- 30-39 ans
- 40-49 ans
- 50 ans et plus

3. Recommandez-vous l'argile ?

*Une seule réponse possible.*

- oui *Passer à la question 4*
- non *Passer à la question 8*

oui pour le conseil

4. Quel(s) type(s) ?

*Plusieurs réponses possibles.*

- Montmorillonite
- Smectite
- Kaolin
- Illite
- Ne sais pas

Autre :  \_\_\_\_\_

5. Quelle(s) couleur(s) ?

*Plusieurs réponses possibles.*

- Verte
- Rose
- Blanche
- Jaune
- Rouge

Autre :  \_\_\_\_\_

6. Quelle(s) forme(s) ?

*Plusieurs réponses possibles.*

- Médicament
- Complément alimentaire
- Dispositif médical
- Cosmétique

7. Pour quelle(s) utilisation(s) ?  
mentionnez le(s) nom(s) de(s) produit(s), si c'est possible

---

---

---

---

---

Passer à la question 8

8. Quelle est l'étendue de l'utilisation d'argile au domaine pharmaceutique ?  
son rôle par rapport à d'autres alternatives

Une seule réponse possible par ligne.

	moins efficace	aussi efficace	plus efficace
Thérapeutique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Complément alimentaire	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dispositif médical	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cosmétique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Pensez-vous que l'argile devrait être réservé à l'officine ?

Une seule réponse possible.

- Oui
- Non

10. Pourquoi ?

---

---

---

---

---

2021/7/19

Enquête Sur L'argile Destinée Aux Professionnels

11. Etes-vous sûr des propriétés de l'argile ?

*Une seule réponse possible.*

- Oui  
 Non

12. Etes-vous intéressé d'une fiche conseil pour l'utilisation de l'argile en domaine pharmaceutique

*Une seule réponse possible.*

- Oui  
 Non

#### Section sans titre

13. Connaissez-vous que Diosmectite est un médicament anti-diarrhéique à base d'argile ?

*Une seule réponse possible.*

- Oui  
 Non

14. Connaissez-vous que Diosmectite est déconseillé pour les enfants de moins de 2 ans, à cause de la présence de plomb ?

*Une seule réponse possible.*

- Oui  
 Non

---

Ce contenu n'est ni rédigé, ni cautionné par Google.

Google Forms

[https://docs.google.com/forms/d/1\\_UKPsVe9jSuEMl9hllNsa9gFnwsQ0eeKa4TYb\\_dtljU/edit](https://docs.google.com/forms/d/1_UKPsVe9jSuEMl9hllNsa9gFnwsQ0eeKa4TYb_dtljU/edit) 4/5

## 2. Enquête Consommateur Sur L'utilisation D'argile

2021/7/19

Enquête Consommateur Sur L'utilisation D'argile

### Enquête Consommateur Sur L'utilisation D'argile

1. Quelle est votre profession ?

ما مهنتك ؟

---

2. Quel est votre sexe ?

ما هو جنسك ؟

*Une seule réponse possible.*

Homme

Femme

3. Quel est votre age ?

ما هو عمرك ؟

*Une seule réponse possible.*

20-29 ans

30-39 ans

40-49 ans

50 ans et plus

4. Utilisez-vous l'argile ?

هل تستخدم الطين كعلاج ؟

*Une seule réponse possible.*

oui *Passer à la question 5*

non *Passer à la question 9*

Si oui

2021/7/19

Enquête Consommateur Sur L'utilisation D'argile

5. Quel(s) type(s) ?

ما النوع الذي تستخدمه ؟

*Une seule réponse possible.*

- Montmorillonite
- Smectite
- Kaolin
- Illite
- Ne sais pas
- Autre : \_\_\_\_\_

6. Quelle(s) couleur(s) ?

ما لون الطين المستعمل ؟

*Une seule réponse possible.*

- Verte
- Rose
- Blanche
- Jaune
- Rouge
- Autre : \_\_\_\_\_

2021/7/19

Enquête Consommateur Sur L'utilisation D'argile

## 7. Quelle(s) forme(s) ?

ما هو شكل الطين الذي تستعمله ؟

*Une seule réponse possible.*

- Poudre
- Masque ( pate )
- Cataplasme ( pate )
- Bandes
- Complément alimentaire
- Médicament
- Dentifrice
- Autre : \_\_\_\_\_

## 8. Dans quelle(s) indication(s) ?

لاي غرض تستخدم الطين ؟

\_\_\_\_\_

Reste des questions

## 9. Où connaissiez-vous l'argile ( par qui , quoi ) ?

من أين تعرفت على الطين ؟

\_\_\_\_\_

## 10. Où achetez-vous l'argile ?

من أين تشتري الطين ؟

*Une seule réponse possible.*

- En pharmacie
- En parapharmacie
- Dans des magasins bio
- Dans des enseignes cosmétique
- En grande distribution

2021/7/19

Enquête Consommateur Sur L'utilisation D'argile

11. Etes-vous satisfait des propriétés de l'argile ?

هل أنت راض عن خصائص الطين العلاجية ؟

*Une seule réponse possible.*

oui

non

12. Recommandez-vous l'argile

هل تنصح غيرك باستخدام الطين كعلاج ؟

*Une seule réponse possible.*

oui

non

---

Ce contenu n'est ni rédigé, ni cautionné par Google.

Google Forms



*L'argile est un minéral (plus exactement une famille de minéraux) de la famille des silicates, plus précisément des phyllosilicates (silicates en feuillets).*

### **il y'a beaucoup des formes galéniques pour les argiles ,On distingue :**

Argile sèche

- En poudre
- En morceaux

Argile humide

Argile en gélules, comprimés et sachets-dose

Autres formes

### **Contre-indications des argiles :**

Les silicates d'alumine ne doivent pas être utilisés par voie interne en cas d'insuffisance rénale grave. Dans ce cas, des surcharges en fluor seraient possibles (une quantité non négligeable de fluor peut se substituer aux ions oxygènes et aux hydroxyles), et des surcharges en potassium ont pu être les argiles ne doivent pas être utilisées en cas d'antécédents d'occlusion, ou de maladie comportant un risque d'occlusion du tube digestif. En revanche, elles ne provoquent pas d'occlusion de novo.

### **Interaction:**

Les propriétés adsorbants pouvant interférer avec les délais et/ou les taux d'absorption d'une autre substance, il est recommandé d'administrer tout autre médicament à distance.



**FICHE  
CONSEIL  
DESTINEE AU  
PROFESSION  
NEL DE  
SANTTE**

**FICHE CONSEIL  
DESTINEE AU  
PROFESSIONNEL DE  
SANTTE**



## Quelques restes pratiques à base d'argile :

### Masque de beauté

Dans un récipient, versez 3 cuillères à soupe d'argile ultra-ventilée. Ajoutez un liquide (eau, hydrolat...) jusqu'à recouvrement, et éventuellement d'autres ingrédients adaptés à votre type de peau (huile végétale, huile essentielle ...). Ensuite, l'idéal est de laisser la préparation reposer pendant 1 heure au soleil, sans la mélanger,

afin qu'elle se gorge de bienfaits. A défaut, mélangez-la rapidement à l'aide d'une spatule non métallique avant de l'appliquer sur la peau.

*Appliquez le masque sur une*

*peau propre et légèrement*

*humidifiée. Laissez poser 10 à*

*20 minutes, avant de rincer à*

*l'eau tiède.*

### Acné

Deux fois par semaine, faites un masque d'argile verte ou blanche. Sur les lésions ou des boutons infectés, appliquez une noisette d'argile humidiifiée avec un peu d'eau ou de pâte d'argile en tube. Vous pouvez éventuellement ajouter 1 goutte d'huile essentielle d'arbre à thé ou de lavande fine. Laissez poser toute la nuit.

### Cicatrice

Chaque soir, appliquez un cataplasme d'argile verte sur votre cicatrice. Utilisez l'argile verte en poudre à préparer ou une pâte d'argile prête à l'emploi.



### Estomac:

Suivez une cure d'argile par voie interne pendant 3 semaines, à raison de 1 cuillère à café d'argile surfine dans un verre d'eau. Au début, ne buvez que l'eau en surface, puis remuez le mélange pour absorber progressivement un peu plus d'argile chaque jour. Si vous souffrez de crampes d'estomac, appliquez un cataplasme d'argile verte froide sur la zone concernée, et gardez-le pendant une trentaine de minutes. Attention, les cataplasmes doivent toujours être réalisés éloignés des repas (au moins 2 heures après ou avant).

*Eviter chez la femme enceinte, si*

*antécédent de constipation,*

*précaution d'emploi si prises*

*médicamenteuses*