

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة ابن خلدون - تيارت
Université Ibn Khaldoun – Tiaret



Faculté des Sciences de la Matière
كلية علوم المواد
Département de Chimie
قسم الكيمياء

Mémoire

Présenté par :

M^{elle}. HAIS IKRAM

Pour obtenir le diplôme de

Master

Filière : Chimie

Spécialité: Chimie Organique

Sujet :

**Elimination des polluants organiques par des adsorbants
naturels**

Soutenu le : 30/06/2024

Devant le jury:

M^r. DEBDAB Mansour

Président

Pr à UNIV -Tiaret

M^r. HALFADJI Ahmed

Examineur

MCA à UNIV -Tiaret

M^r. TOURCHI Ala Eddine

Examineur

MCB à UNIV -Tiaret

M^r. CHOUGUI Abdelkader

Promoteur

Pr à UNIV -Tiaret

Année universitaire : 2023/2024



REMERCIEMENT

J'ai tenons à remercier avant tous « الله » le tout puissant qui m'a donné la Santé, le courage, la volonté et la patience pour réaliser ce travail.

Un remerciement exceptionnel à mon encadreur M^r. CHOUGUI Abdelkader d'avoir accepté la charge de cette mémoire.

Je vifs remerciements vont également aux membres du jury qui ont accepté d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Enfin, j'ai tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



DÉDICACE

J'ai le plaisir de dédier ce modeste travail :

Aux deux êtres les plus chers au monde, ma mère et mon père, pour tout votre amour, votre soutien et votre stimulante fierté.

Pour ma cher frère « Aissa », et ma chères sœurs « wissem » et « Fatima Zahra », Je les remercie de m'avoir accompagnée tout au long de mon parcours

A toute la famille hais

A tous mes proches et mes amies :

Fatima, Imane, Souad, Bakhta, Mokhtaria, Hadjer, Bouchra, Halima, et Khalti
Djamila

A tous mes enseignants

A tous mes collègues des études durant les cinq ans «chimie organique 2024».

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

Liste des abréviations

Q_e: Quantité adsorbée à l'équilibre par un gramme d'adsorbant (mg/g).

q_t: La quantité de colorant adsorbée à l'instant t (mg/g).

q_e: La quantité adsorbée à l'équilibre

VM : vert de méthyle

K : kaolin

KA : kaolin activé

Sommair

Introduction générale.....	1
I. Généralité sur les argiles	4
I.1. Définition	4
I.2. Structure des argiles	4
❖ Les couches d'un élément	5
❖ Les feuillets élémentaires	6
❖ Particules élémentaires	7
❖ Cristallite	7
❖ Texture	7
I.3. les familles des argiles.....	8
I.3.1. Classification selon la structure chimique	8
Image 3	9
I.3.2. Classification selon la couleur.....	11
I.4. Classification des argiles	12
I.1.5. utilisation des argiles	13
II.1. Généralité sur la pollution.....	15
II.1.2. Définition d'une pollution.....	15
II.1.3. La pollution de l'eau	15
II.1.4. principaux pollution de l'eau	15
II.1.4.1. Pollution chimique.....	16
II.1.4.2. Pollution physique	16
II.1.4.3. Pollution biologique.....	16
II.2. Les colorants	17
II.2.1. Historie	17
II.2.2. Définition.....	17
II.2.3. Classification des colorants	18
II.2.4. Application des colorants.....	19
II.2.5. Définition Vert de méthyle	20
II.3. Généralité sur d'adsorption.....	21

Sommair

II.3.1. Historique.....	21
II .3.2. Définition.....	21
II.3.3. Types d'adsorption.....	22
II.3.3.1. L'adsorption physique(physisorption)	22
II.3.3.2. L'adsorption chimique(chimisorption)	22
II.3.4. Isotherme d'adsorption.....	23
II.3.5. Classification des isothermes d'adsorption	24
II.3.6. Modèles des isothermes.....	25
II.3.6 .1. Isotherme de Langmuir	25
II.3.6.2. Isotherme de Freundlich.....	26
II.3.7. Les applications de l'adsorption.....	27
Chapitre III :.....	Erreur ! Signet non défini.
Méthodes de caractérisation	Erreur ! Signet non défini.
III.1.Méthodes de caractérisation	29
III.1.1. La spectroscopie Infra Rouge (IR)	29
III.1.2. La spectroscopie UV-Visible	30
III.1.3. Diffraction des rayons X(DRX)	31
III.1.4. Spectrométrie de fluorescence de rayon X (FRX)	31
III.1.5. Analyse thermogravimétrique et thermique différentielle (ATG/ATD).....	32
CHAPITRE IV :	Erreur ! Signet non défini.
1ère partie : Matériels et méthodes	Erreur ! Signet non défini.
2ème partie : Résultats et Discussions	Erreur ! Signet non défini.
1ère Partie : Matériels et méthodes	35
IV.1.Introduction.....	35
IV.1.2. Matériels et méthodes	35
IV.1.2.1Matériels utilises.....	35
IV.1.2.2. Appareillage.....	35
IV.1.3 Mode opératoire	35
1ère Étape : purification de l'argile	35
2ème Étape : Activation de l'argile.....	37
IV.1.4.Préparation des solutions mères de vert de méthyl (VM)	37
IV.1.5.Courbe d'étalonnage de VM	38
IV.1.6. Etude cinétique.....	39
IV.1.6.1. Modèle de pseudo premier ordre.....	40

Sommair

IV .1.6.2 Modèle de pseudo deuxième ordre	40
IV.1.7. Effet de masse.....	40
IV .1.8. Effet du PH	41
IV .1.9. Effet de la vitesse d'agitation	41
IV .1.10.Effet de la température.....	41
IV .1.11.Détermination de taux d'élimination du colorant(%)	42
2ème Partie : Résultats et Discussions	43
IV.2. Introduction.....	43
IV.2. 1Caractérisation structurales	43
IV.2.1.1. FRX composition chimique et minéralogique	43
IV.2.1.2 Analyse thermique (ATG-DSC).....	44
IV.2.1.3. Diffraction des rayons X.....	45
IV.2.1.4. Spectres infrarouge.....	46
IV.2.2Etude cinétique.....	47
IV.2.2.1.Modèles cinétiques	48
IV.2.2.1.1. Le modèle de pseudo –premier ordre.....	48
IV.2.2.1.2 .Le modèle de pseudo – seconde ordre	49
IV.2.3. Effet de la vitesse d'agitation	50
IV.2.3. Effet de masse.....	51
IV.2.4 Effet de PH.....	51
IV.2.5. Effet de température.....	52
IV.2.6. Etude de l'isotherme d'adsorption	53
IV.2.6. Type d'isotherme	53
IV.2.6.1. Modélisation des isothermes d'adsorption	53
IV.2.6.2. Modèle de Langmuir.....	54
IV.2.6.3. Modèle de Freundlich	54
Conclusion générale	56
Résumé	57
Références Bibliographiques.....	58

Liste des figures

Chapitre I : Généralité sur les argiles

Figure. I.1 Structure des unités de base de silicium (a) et d'alumine (b) constitutifs de l'argile.....	5
Figure I.2.a. La forme générale d'un Couche tétraédrique.....	5
Figure I.2.b. La forme générale d'un Couche octaédrique.....	6
Figure I.3. Schéma du feuillet 1/1.....	6
Figure I.4. Schéma du feuillet 2/1.....	7
Figure I.5. Texture des argiles	8
Figure .I.6. Schéma de la Classification des argiles [22].....	12

Chapitre II : Généralité sur la pollution Et adsorption

Figure II.1. Classification des isothermes d'adsorption de Giles	24
---	----

Chapitre III :

Figure .III.1: photo d'appareil Spectroscopie infrarouge.....	30
Figure .III.2 Principe de la loi d'absorptiomètre	30
Figure. III.3 Schéma d'un Spectroscopie UV-Visible.....	31
Figure .III .4: Représentation schématique d'une ATG.....	32.
Figure III .5. L'appareil Analyse TG et TD	33
Figure IV.1. Courbe d'étalonnage de vert méthylène	39
Figure IV.2. Courbe Détermination de taux d'élimination du colorant(%).....	42
Figure IV.4. Analyse thermique gravimétrique (ATG) et calorimétrie différentielle à balayage (DSC) du kaolin brut	45
Figure III .7 . Spectre IR de K : kaolin, K A : kaolin active.....	46

Chapitre IV: Résulta et discussion

Figure IV.8. Effet de temps de contact sur l'adsorption du VM en solution aqueuse par kaolin.....	48
--	----

Sommair

Figure IV.9. Représentation graphique de la cinétique d'adsorption selon le modèle de premier ordre	49
Figure IV.10. Représentation graphique de la cinétique d'adsorption selon le modèle de second ordre.....	49
Figure IV.13. Evolution de la quantité de colorant VM adsorbée en fonction du Ph.....	52
FigureIV.15: Isotherme d'adsorption du vert de méthyle sur le kaolin activé.....	53
Figure IV.16. Modélisation des résultats expérimentaux selon le modèle de Langmuir.....	54
Figure .IV.17 Modélisation des résultats expérimentaux selon le modèle de Freundlich.....	55

Liste des tableaux

Tableau (II.1) : Principaux groupes chromophores et auxochromes.....	17
Tableau (II.2) : Classification des colorants.....	18
Tableau. II.3: les caractéristiques physico-chimiques du VM.....	20
Tableau. II.4. Différences entre l'adsorption physique et l'adsorption chimique.....	22
Tableaux IV.1. Absorbance de d'efférent concentration de VM a $\lambda=632\text{nm}$	38
Tableau IV.2. Composition chimique du kaolin.....	43
TableauIV.3. Composition minéralogique du kaolin.....	43
Tableau.IV.4 Nombre d'onde et attribution des bandes IR de Kaolinite.....	47
Tableau.IV.5. Paramètres cinétiques d'adsorption du colorant VM sur kaolin.....	49
Tableau .IV.6. Paramètre des modèles des isothermes du colorants VM sur kaolin.....	55

Introduction générale

Introduction générale

L'eau est un élément indispensable à l'existence des êtres vivants. Son rôle est fondamentale pour le développement économique de la civilisation humaine, vu son utilisation dans de nombreux secteurs notamment l'industrie et l'agriculture. Cette ressource vitale est très connue par sa grande fragilité. D'où la nécessité d'amélioration des moyens efficaces pour sa protection contre la pollution. Les métaux lourds et les colorants organiques sont parmi les polluants qui constituent un grand risque sur l'environnement et la santé humaine vu de leur résistance à la biodégradabilité [1].

Afin de réduire les quantités de ces contaminants des milieux aquatiques, plusieurs procédés de traitement ont été développés. Le procédé d'adsorption est l'une des méthodes les plus simple et efficace pour l'élimination des polluants de nature différents, notamment les polluants organiques (colorants, composés phénoliques...), les métaux lourds (cadmium, plomb, mercure...). Dans les dernières années, les chercheurs s'orientent aux développés de nouveaux adsorbants, qui sont abondants naturellement, économiquement rentables et efficaces pour le traitement des écosystèmes tel que des bio-adsorbants et l'argile est devenue une méthode analytique de choix, très efficace et simple à utiliser. Il a également été démontré qu'une série d'études ont été appliquées à des échantillons prélevés dans plusieurs régions à partir desquelles leur capacité à absorber les différents types de pigments [2].

Notre travail effectué dans ce cadre est présenté en quatre chapitres.

Dans le premier chapitre nous présentons une synthèse bibliographique sur les argiles, le type, et utilisation

Le deuxième chapitre est consacré à la généralité de pollution et adsorption ; une étude notion sur les pollutions et principales pollutions de l'eau et notion sur les colorants leurs définition et classification etc. et une étude détaillée est présentée en définissant tous les types d'adsorption et leurs classification et application

Le troisième chapitre est consacré aux matériels et méthodes de travail : Nous aborderons diverses analyses physico-chimiques, la diffraction des rayons X (DRX), l'analyse infrarouge IR, l'analyse spectrophotométrie UV-Visible, Analyse thermogravimétrique et thermique différentielle (ATG/ATD) et Analyse fluorescence des rayons X.

Le quatrième chapitre : nous présentés sous forme de deux parties,

La première partie est nous donnons le protocole expérimental de la purification et activation de l'argile naturel et les différentes techniques, études cinétique, etc.

La deuxième partie présente les résultats expérimentaux de la caractérisation obtenus et l'application de notre argile à l'élimination du colorant vert de méthyle (VM) étude cinétique,

Introduction générale

effet de masse, effet de PH , effet de la vitesse d'agitation et effet de la température, Etude de l'isotherme d'adsorption et Modélisation des isothermes d'adsorption (Modèle de Langmuir et Freundlich).

Ce mémoire se termine par une conclusion générale qui regroupe les principaux résultats obtenus de l'étude effectuée.

Chapitre I :

Généralité sur les

argiles

I. Généralité sur les argiles

I.1. Définition

Le terme argile trouve son origine dans le mot grec argilo dérivé d'Argos qui signifie blanc. Cette nomination par les anciens est due semble-t-il à la couleur du matériau utilisé en céramique [3].

L'argile est une roche sédimentaire, composée pour une large part de minéraux spécifiques, silicates en général d'aluminium plus ou moins hydratés, dont le diamètre des grains est inférieur à 2 micromètre (2 μ m) qui représentent les individus cristallins (phase minérale pure) [4].

Elles sont caractérisées par un toucher assez doux à l'état sec, une malléabilité à l'état humide, et une affinité pour l'eau se traduisant par le fait que le matériau sec happe à la langue. Elles contiennent souvent des impuretés, fer, calcium [5].

I.2. Structure des argiles

Les particules d'argile se composent d'un empilement de feuillets qui sont formés par la fusion de deux unités structurales de base. Ces feuillets sont formés par la juxtaposition des couches structurales tétraédriques (silice) et octaédriques (aluminium).

Les couches structurales se composent elles-mêmes d'unités structurales de base qui sont empilées en forme d'hexagones ou de compacts.

Les argiles ont une organisation complexe, la description suivante va donner la structure de base et la texture des argiles [6]. Elle contient:

- Couches.
- Feuillets.
- Particules élémentaires.
- Cristallites.

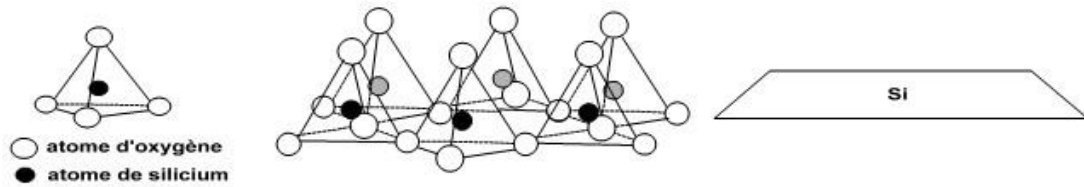


Figure 4a : Couche de silicium

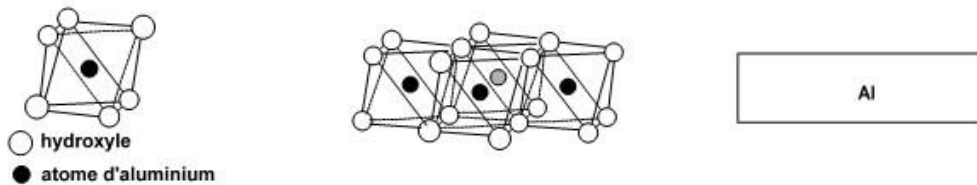


Figure 4b : Couche d'alumine

Figure. I .1 Structure des unités de base de silicium (a) et d'alumine (b) constitutifs des argiles [7].

❖ Les couches d'un élément

Les couches d'un élément sont composées de tétraèdres (**Fig.I.2.a**) ou d'octaèdres (**Fig. I 2.b**).

La couche tétraédrique est composée de tétraèdres Si^{4+} entourés de quatre anions O^{2-} aux sommets **Figure (I.2.a)**.

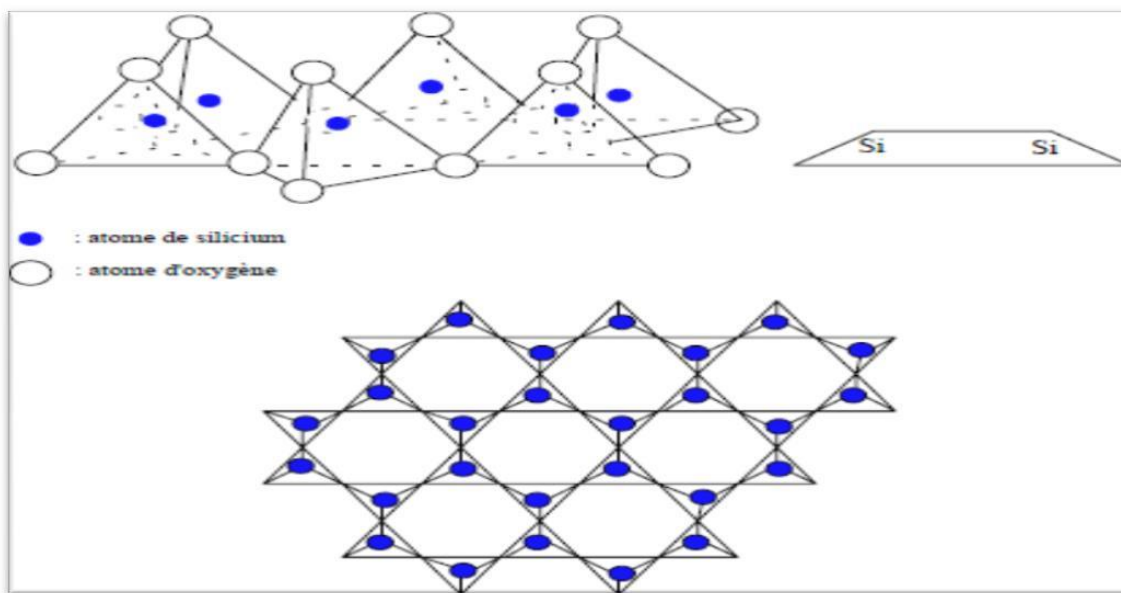


Figure I.2.a. La forme générale d'un Couche tétraédrique

La couche octaédrique est constituée d' Al^{3+} , généralement, entourés de six hydroxyles OH.

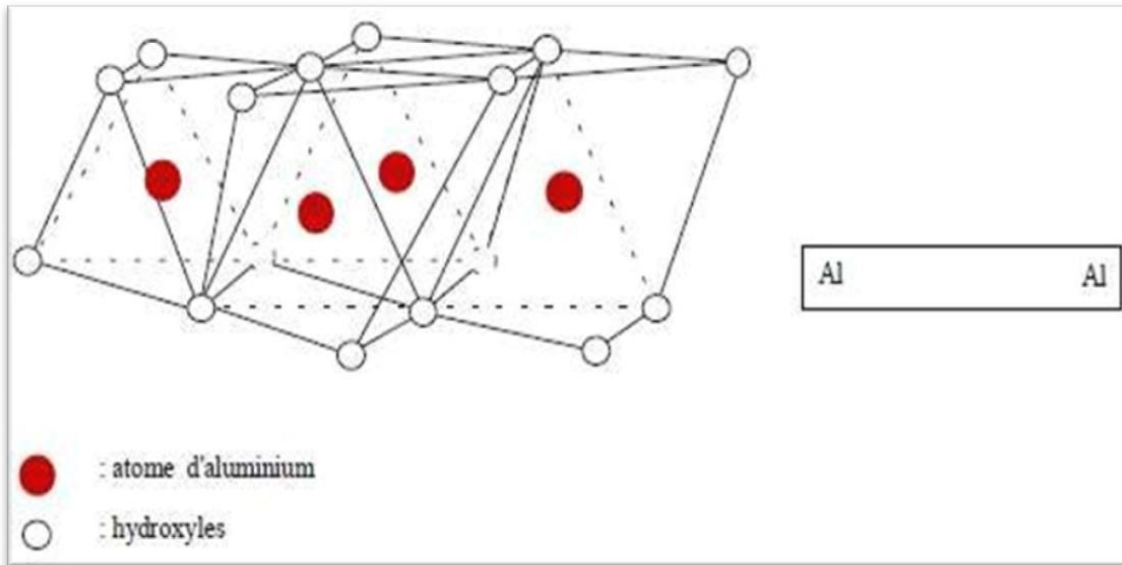


Figure I.2.b. La forme générale d'un Couche octaédrique

❖ **Les feuillets élémentaires**

Il existe deux types de feuillets élémentaires.

On distingue deux familles de minéraux argileux [8] :

Les feuillets 1/1 formés d'une couche tétraédrique et d'une couche octaédriques (kaolinite).

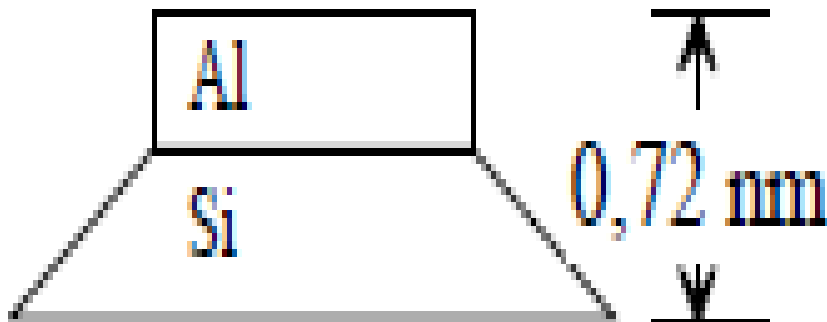


Figure I.3. Schéma du feuillet 1/1

Les feuillets 2/1 formés d'une couche octaédrique entourée de deux couches tétraédriques (Fig. I.4). Illites, smectites, inter stratifiés, chlorite.

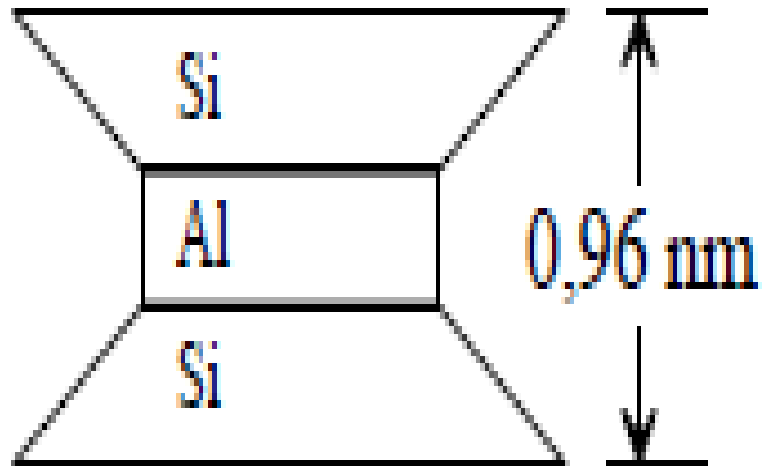


Figure I.4. Schéma du feuillet 2/1

Les liaisons entre les couches composant les feuillets sont très rigides.

❖ **Particules élémentaires**

Un empilement de feuillets élémentaires forme les particules élémentaires.

❖ **Cristallite**

Les cristallites ou agrégats se forment à partir de diverses particules.

❖ **Texture**

Les cristaux sont structurés en structures morphologiques. Par exemple, on peut observer des structures floquées, des structures bord-face et des structures dispersées face-face.

Figure (I.5)

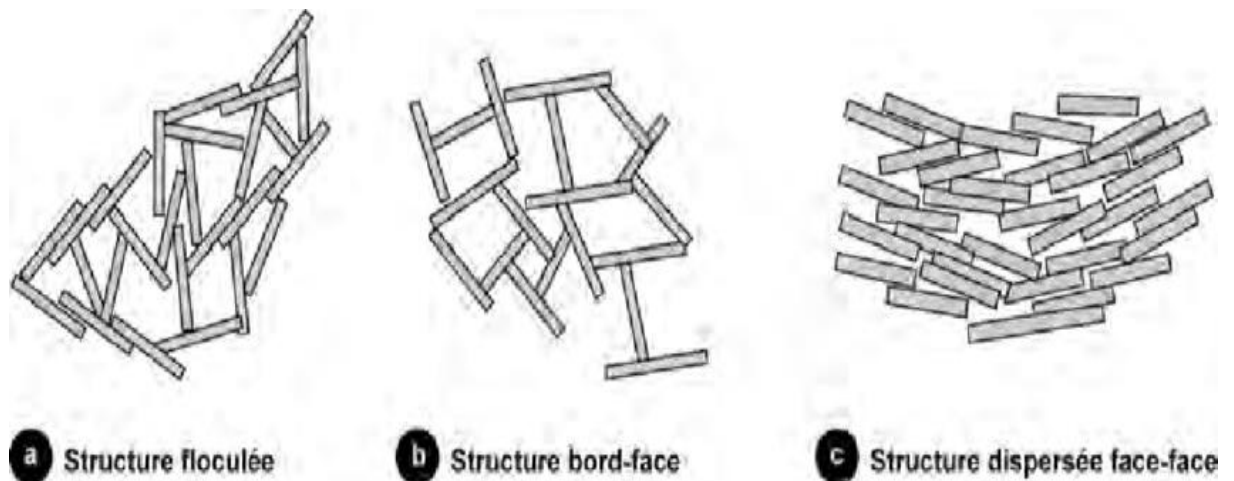


Figure I.5. Texture des argiles

I.3.les familles des argiles

I.3.1.Classification selon la structure chimique

I.3.1.1.La kaolinite

L'épaisseur du feuillet élémentaire est de 0,7nm à une couche d'octaèdres et d'une couche de tétraèdres. Les faces basales de ces feuillets élémentaires adhèrent assez fortement entre elles, créant ainsi des liaisons hydrogènes entre les hydroxyles de la base d'un feuillet et les oxygènes du haut du feuillet en dessous **image 1** [9].



Image 1 : La kaolinite

I.3.1.2. Smectites

Ancienne famille des montmorillonites forment une famille nombreuse, bâtie sur le même modèle que les illites, mais l'empilement des feuillets élémentaires est désordonné : chaque feuillet est tourné dans son plan par rapport au précédent. Ce désordre et la faible charge des

Chapitre I : Généralité sur les argiles

feuilletés facilitent leur écartement. Peuvent se loger dans cet espace inter foliaire des cations divers **image 2** [10].



Image 2 : Smectites

I.3.1.2. 1.Montmorillonite

La plus répandue est l'argile verte, mais elle peut également être trouvée sous d'autres couleurs : gris, blanc, bleuté. Elle tire son nom de sa ville natale, Montmorillon dans la Vienne. Elle est riche en silice et en minéraux, tels que la potasse, les oxydes de magnésium, de fer, de manganèse, d'aluminium et la soude. L'argile Montmorillonite est d'une pureté exceptionnelle, avec des qualités et des attraits supérieurs à n'importe quelle autre argile verte. Cela explique pourquoi il s'agit de l'argile la plus courante en vente **image 3** [11].



Image 3 : Montmorillonite

I.3.2.les illites

La magnésie de cette argile est faible, mais elle est très calcique. Sa qualité est moins élevée que celle de la montmorillonite, mais elle est extrêmement efficace en raison de son pouvoir d'absorption. Ainsi, elle est employée afin d'absorber les différentes impuretés en cataplasmes épais **image 4** [12].



Image 4 : les illites

I.3.4.Les chlorites

Les chlorites sont connus dans les schistes cristallins, les roches hydrothermales et les altérations de nombreux silicates [13]. Il existe une grande variété, en raison des multiples substitutions homéotypiques possibles dans la structure **image 5** [14].



Image 5 : Les chlorites

I.3.5. La vermiculite

Fréquente dans les sols de la zone tempérée. La couche octaédrique contient du Fe et du Mg. La vermiculite est proche des illites et chlorite, mais montre des propriétés gonflantes **image 6** [15].



Image 6 : La vermiculite

I.3.2. Classification selon la couleur

Les argiles ne se distinguent pas par leur couleur. Plusieurs types d'argiles peuvent être caractérisés par une couleur, comme la montmorillonite, l'illite ou encore le chlorite, La différence de couleur observée dépend de la teneur en oxyde de fer [16].

I.3.2.1. Verte

Les argiles vertes présentent une faible teneur en fer, ce sont généralement les Montmorillonites, les illites et les smectites [17].

I.3.2.2. Blanche

Ces argiles ne contiennent aucune substance colorée. Leur formation n'a donc pas été perturbée, elle a été uniforme. On retrouve le plus souvent des kaolinites mais également des smectites [18].

I.3.2.3. Rose

Ces roches argileuses ne sont pas retrouvées au naturel, telles quelles. Il s'agit D'un mélange d'argile rouge et d'argile blanche. Ce mélange a pour but d'augmenter la Concentration en oligoéléments de l'argile blanche tout en diminuant la concentration en Fer de l'argile rouge [19].

I.3.2.4 .Rouge

Ces argiles, généralement appelées illites, sont riches en oxyde de fer. Elles sont extrêmement reminéralisantes, ce qui les rend parfaites pour les peaux irritées, fatiguées ou ternes, en les adoucissant et en les purifiant [20].

I.3.2.5. Jaune

Ces illites riches en oxyde de fer et magnésie vont apaiser de nombreuses douleurs (articulaires, musculaires) et tonifier la peau.

Chapitre I : Généralité sur les argiles

Appliquées en masques, la peau et les cheveux normaux l'apprécient tout Particulièrement [21].

I.4. Classification des argiles

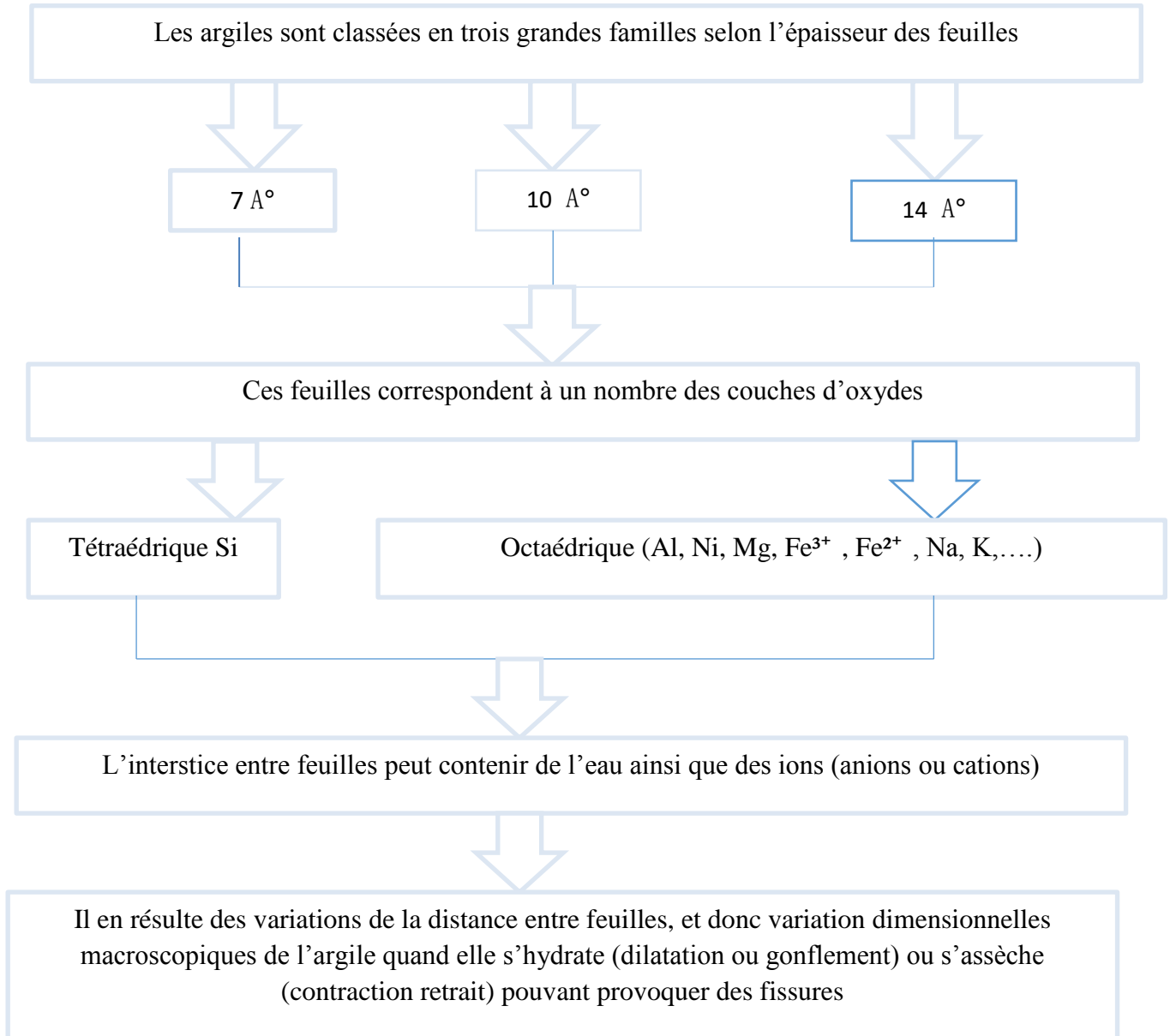


Figure .I.6. Schéma de la Classification des argiles [22]

I.1.5. utilisation des argiles

Les argiles sont utilisables pour différentes applications. Outre la fabrication de matériaux de construction, elles sont utilisées, à titre d'exemple, pour l'élaboration de matériaux polymères ou encore le raffinage d'huile alimentaire **image 1**, la cosmétique **image 2** ou la médecine **image 3**. Grâce à leurs propriétés micro et macroscopiques, les argiles, et tout particulièrement les smectites, jouent aussi un rôle important dans le stockage des déchets [23].



Image 1

Image 2

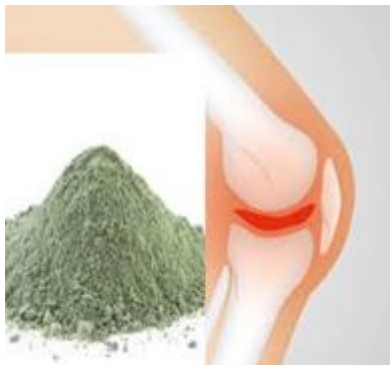


Image 3

Chapitre II :
Généralité sur la pollution
Et adsorption

II.1.Généralité sur la pollution

Le mot « polluant » va en revanche désigner l'agent qui provoque une pollution.

La pollution est une altération néfaste du milieu naturel qui résulte entièrement ou en partie de l'action humaine, à travers des effets directs ou indirects qui modifient les critères de répartition des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la composition physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Ces changements peuvent avoir un impact direct sur l'être humain, que ce soit par le biais des ressources agricoles, de l'eau ou d'autres produits biologiques. Elles ont également la capacité de l'influencer en modifiant les objets physiques qu'il possède, les opportunités de loisirs du lieu ou encore en compromettant la nature [24].

II.1.2. Définition d'une pollution

La pollution est définie comme l'introduction dans un milieu naturel de substances provoquant sa dégradation. La pollution des ressources en eau au niveau des stations d'épuration provient de diverses sources, notamment les formes relatives aux activités humaines [25].

II.1.3. La pollution de l'eau

L'eau est la deuxième en importance après l'air pour la vie humaine sur Terre. Notre eau est composée d'eau de surface telle que les rivières, les lacs, les mers et d'eau souterraine [26].

La pollution de l'eau décrit généralement l'introduction ou la présence de substances nocives ou inacceptables dans l'ampleur suffisante pour modifier les indices de qualité de l'eau naturelle [27].

La pollution de l'eau douce (par exemple par le biais de l'eutrophisation, l'acidification, et la pollution des eaux souterraines) est celle qui diminue sa pureté [28].

II.1.4. principaux pollution de l'eau

Principaux types de pollution des eaux continentales, nature de produits polluants et leurs origines.

II.1.4.1. Pollution chimique

La pollution chimique des eaux résulte de la libération de certaines substances minérales toxiques dans les cours d'eaux, par exemple: les nitrates, les phosphates, l'ammoniac et autres sels, ainsi que des ions métalliques. Ces substances exercent un effet toxique sur les matières organiques et les rendent plus dangereuses.

- ✓ Les polluants chimiques sont classés à l'heure actuelle en cinq catégories:
- ✓ Les Substances chimiques dites indésirables,
- ✓ les pesticides,
- ✓ les produits apparentés,
- ✓ Les Détergents
- ✓ les colorants et autres éléments toxiques [29].

II.1.4.2. Pollution physique

Il s'agit d'une pollution qui se traduit par la présence des particules de taille et de matière très variées dans l'eau; qui lui confèrent un caractère trouble. On distingue aussi les matières décantées (plus lourdes que l'eau elle-même), les matières flottables (plus légères que l'eau elle-même) et les matières non séparables (de même densité que l'eau).

La pollution physique désigne autre type de pollution, telle que la pollution thermique due à la température élevée qui cause une diminution de la teneur en oxygène dissous ainsi qu'une réduction de la solubilité des gaz, et la pollution radioactive où la radioactivité des eaux naturelles est peut être d'origine naturelle ou artificielle (énergie nucléaire)[29].

II.1.4.3. Pollution biologique

Par définition, une pollution biologique est issue du milieu lui-même. C'est par le surdéveloppement de micro-organismes ou de végétaux micro ou macroscopiques qu'un déséquilibre du milieu environnant peut entraîner une mortalité élevée chez les autres organismes présents. Ce surdéveloppement est généralement la conséquence d'une action humaine: enrichissement en nitrates d'un milieu (rejets organiques), développement de virus, de bactéries, modification de la température d'un milieu (rejet d'eau chaude), introduction d'espèces invasives, etc...[29].

II.2. Les colorants

Dans cette partie, nous définissons les colorants, nous présentons aussi leur historique, leurs définitions, leurs classifications et leurs applications.

II.2.1. Historie

L'évolution de l'industrie des colorants a été étroitement liée à la découverte de la mauvéine (aniline, colorant basique) par William Henry Perkin en 1856 et de la fuchsine par Verguin en 1858; aujourd'hui il y a plus de 10000 colorants, ce nombre important a nécessité l'établissement d'un système de classification, un index des colorants en anglais a été mis au point par la « society of dyes and coloristes » (UK) et par «American Association of textile chemists and coloristes » noté (colour Index C.I.), qui décrit les caractéristiques essentielles de chaque colorant telles : leur formule chimique, leur couleur et leur nuance, leur résistance codifiée à la lumière, aux solvants, à la chaleur, aux différents agents chimiques, ainsi qu'une description des principaux domaines d'utilisation [30].

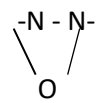
II.2.2. Définition

Les matières colorantes sont un assemblage de groupes chromophores, auxochromes et de structures aromatiques conjuguées [31], (cycles benzéniques, anthracène, perylène, etc...). Ces groupements sont capables de d'absorber la lumière blanche dans le spectre visible (de 380 à 750 nm) en lumière colorée. Le **tableau (II.1)** représente les groupes chromophores et auxochromes [32].

Tableau (II.1) : Principaux groupes chromophores et auxochromes [32].

Groupes chromophores	Groupes auxochromes
Azo (-N=N-)	Amine primaire (amino -NH ₂)
Nitroso (-N=O ou -N-OH)	Amine secondaire (méthylamino -NHCH ₃)
Carbonyle(<C=O)	Amine tertiaire (Diméthylamino -N(CH ₃) ₂)
Vinyl (-C=C-)	Hydroxy (-OH)
Nitro (-NO ₂ ou =NO-OH)	alkoxyl (-OR)
Thiocarbonyle (>C=S)	groupes donneurs d'électrons

Chapitre II : Généralité sur la pollution Et adsorption

Méthine (-CH=, -CR=)	NH ₃ , COOH, -SO ₃ H
Azométhine (-CH=NH)	Iodi (I ⁻)
Azométhine N substitué (-CH=N)	Bromo (Br ⁻)
Azoxy (-N=N ou )	Chloro (Cl ⁻)

L'utilisation d'une matière colorante doit répondre à un certain nombre de critères [33].

- ✓ résistance à l'abrasion,
- ✓ stabilité photolytique des couleurs,
- ✓ résistance à l'oxydation chimique (notamment des détergents) et aux attaques Microbiennes.

II.2.3. Classification des colorants

La classification des colorants se fait soit selon leur classification chimique, soit selon leurs modalités d'utilisation ou selon leur structure chimique. Les colorants peuvent être classés en plusieurs groupes : nitrés, dérivés du triphénylméthane, xanthènes, et dérivés de l'acridine. En pratique, les colorants textiles sont plutôt classés selon les différentes classes d'application, avec des colorants dits dispersés, acides, basiques, directes, de cuve, réactifs, soufrés, solvants, ... [34].

Tableau (II.2) : Classification des colorants [35].

Classification chimique	Classification selon le mode d'utilisation
Les colorants anthraquinoniques	Les colorants acides ou anioniques
Les colorants indigoïdes	Les colorants basiques ou cationiques
Les colorants xanthènes	Les colorants de cuve
Les phtalocyanines	Les colorants directs
Les colorants nitrés et nitrosés	Les colorants à mordants
	Les colorants réactifs

	Les colorants azoïques insolubles Les colorants dispersés
--	--

II.2.4. Application des colorants

Les grands domaines d'application des colorants sont les suivants [36]:

- L'industrie textile **image1.**
- L'industrie de matières plastiques **image2.**
- L'industrie du bâtiment « peintures » **image3.**
- L'industrie pharmaceutique « colorant » **image4.**
- L'industrie des cosmétiques **image5.**
- L'industrie agroalimentaire « colorants alimentaire » **image6.**
- Dans l'imprimerie « encre, papier »...etc. **image7.**



Image 1.



Image 2.



Image 3.



Image 4.



Image 5.



Image 6.



Image 7.

II.2.5. Définition Vert de méthyle

Vert de méthyle (VM), vert solide, ou Méthyl green est un triphénylméthane du groupe des rosanilines il dérive de l'hexaméthylpararosanilin, sa formule moléculaire brute est $C_{26}H_{33}BrClN_3$ [37].

Tableau. II.3: les caractéristiques physico-chimiques du VM [37].

Nom	Vert de méthyle
Structure	
Aspect	Cristaux verts
Absorption maximale	436 nm
Odeur	Inodore
Masse Molaire (g/mol)	458.32
Solubilité dans l'eau	60g/l dans l'eau à 20°C

II.3. Généralité sur d'adsorption

Pour la première fois, Kayser a introduit le concept d'adsorption en 1881 afin de distinguer entre la condensation du gaz à la surface et une absorption du gaz, un processus où les molécules de gaz pénètrent dans la masse. L'adsorption à l'interface soluté/solide est un processus physique ou chimique qui permet à des molécules se fixer à la surface d'un solide provenant d'effluents liquides ou gazeux [39].

La technique de l'adsorption est une méthode efficace et simple à utiliser pour éliminer certains polluants organiques et inorganique. Cependant, son efficacité dépend grandement de la nature du support utilisé comme adsorbent, notamment en ce qui concerne son coût, sa disponibilité, sa régénération, etc. Contrairement à la précipitation, l'adsorption est plus efficace dans le domaine des concentrations restreintes [40].

II.3.1. Historique

Lowitz a d'abord observé les phénomènes d'adsorption dans les liquides en 1785. Quelques années plus tard, La première application industrielle a été réalisée dans une raffinerie de canne à sucre pour décolorer les sirops. En 1860, le charbon de bois a été utilisé pour éliminer le goût et les odeurs des eaux. Au début du 20ème siècle, les techniques d'adsorption ont été développées grâce aux connaissances scientifiques. Pendant la Première Guerre mondiale, [41].

II .3.2. Définition

L'adsorption est un phénomène physico-chimique réversible qui consiste à fixer des atomes ou des molécules sur la surface du solide grâce à des forces d'interaction faibles de type Van Der Waals. Elle facilite l'extraction d'un soluté d'un solvant liquide ou fluide. Le matériau qui accueille cette adsorption est désigné comme un solide adsorbant, ou simplement un adsorbant, tandis que le composé gazeux ou liquide qui est soumis à cette adsorption est désigné comme un adsorbat [42].

II.3.3. Types d'adsorption

Deux types d'adsorption sont distingués en fonction de la nature des liaisons formées et de la quantité d'énergie produite lors de la rétention d'une molécule à la surface d'un solide :

Adsorption par la physique et par la chimie [43].

II.3.3.1. L'adsorption physique (physisorption)

L'adsorption physique ou physisorption met en jeu des liaisons faibles (de l'ordre de 20kJ/mol du type : forces de Van der Waals et électrostatiques). Elle se produit bien avant que le gaz n'atteigne une pression égale à sa tension de vapeur saturant. Elle se produit aussi à des températures assez basses. Elle est en général réversible et on peut la comparer au dépôt de buée sur une paroi froide. L'équilibre est obtenu lorsque les vitesses d'évaporation et de condensation sont égales. En physisorption, la structure des molécules adsorbées ne subit aucune modification notable (par rapport à l'état liquide ou gazeux).

Sur les solides, elle est fréquemment mise en œuvre pour la purification des gaz ou la séparation entre solutés et solvants. C'est enfin la seule méthode dont on dispose pour mesurer avec exactitude la surface d'un solide poreux ou pulvérulent, en l'occurrence les catalyseurs et les pigments [44].

II.3.3.2. L'adsorption chimique (chimisorption)

Dans d'autres cas, l'adsorption met en jeu des énergies de liaison importantes (plus de 100kJ/mol). On parle alors d'adsorption chimique ou chimisorption. L'adsorption chimique s'accompagne d'une profonde modification de la répartition des charges électroniques des molécules adsorbées. Les forces mises en jeu sont de même type que celles qui sont impliquées lors de la formation des liaisons chimiques. Elle est souvent irréversible (ou difficilement réversible) et engendre une couche mono moléculaire. La chimisorption est responsable de la présence permanente de couches adsorbées (oxygène, eau, dioxyde de carbone...) sur la surface des solides. Cela provoque de grandes difficultés pour les études expérimentales nécessitant des surfaces propres. Mais l'intérêt essentiel de la chimisorption est de mieux comprendre le rôle des intermédiaires réactionnels responsables de l'activité catalytique des solides qui jouent un rôle considérable dans l'industrie chimique [44].

Tableau. II.4. Différences entre l'adsorption physique et l'adsorption chimique [45]

Propriétés	Adsorption physique	Adsorption chimique
Energie d'adsorption	5 à 10 Kcal /mole	10 à 100 Kcal / mole
Température	Basse	Elevée
Nature de liason	Physique	Chimique
Energie d'activation	Non appréciable	Importante
Cinétique	Très rapide	Lente
Etat de surface	Formation de multi-couches	Formation d'une monocouche
Désorption	Plus ou moins parfaite	Difficile

II.3.4. Isotherme d'adsorption

La fixation d'une substance par un matériau argileux peut être obtenue par une simple adsorption, un échange ionique ou bien les deux phénomènes en même temps. La méthode d'adsorption consiste à mélanger une masse d'argile m à un volume V de solution de colorant de concentration C_i , dans un récipient fermé, sous agitation, à température constante proche de la température ambiante. Après un temps d'équilibre, la solution est séparée du solide par centrifugation et la concentration du surnageant C_e (concentration à l'équilibre dans la solution) est déterminée par absorbance UV. La différence entre la concentration initiale, C_i , et la concentration d'équilibre, C_e , permet de déterminer la concentration de colorant adsorbée par masse d'argile, Q_e , en utilisant la relation suivante :

$$Q_e = \frac{C_i - C_e}{m} V \dots (II. 1)$$

L'isotherme d'adsorption est obtenu en traçant la quantité de produit adsorbé (C_s) en fonction de la concentration d'adsorbat à l'équilibre C_e . Généralement on observe l'un des quatre grands types d'isothermes C, L, H et S (Figure I. 15) suivant la classification de Giles [46].

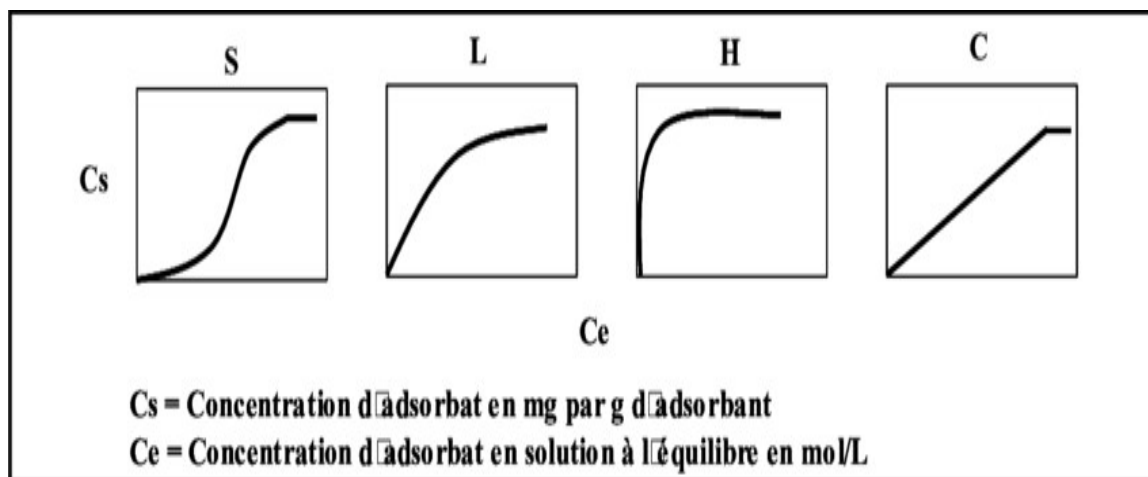


Figure II.1. Classification des isothermes d'adsorption de Giles

II.3.5. Classification des isothermes d'adsorption

Après cette description nous abordons l'interprétation des différentes classes d'isothermes. Nous commençons par la plus fréquente : l'isotherme de Langmuir [47].

a- Classe S

Les isothermes de cette classe présentent, à faible concentration, une concavité tournée vers le haut. Les molécules adsorbées favorisent l'adsorption ultérieure d'autres molécules (adsorption coopérative), Ceci est dû aux molécules qui s'attirent par des forces de Van Der Waals, et se regroupent en îlots dans lesquels elles se tassent les unes sur les autres. Ce comportement est favorisé, d'une part, quand les molécules de soluté sont adsorbées verticalement comme c'est le cas des molécules possédant un seul groupe fonctionnel et d'autre part, quand les molécules se trouvent en compétition d'adsorption forte avec le solvant

b - Classe L

Les isothermes de classe L présentent, aux faibles concentrations de la solution, une concavité tournée vers le bas qui traduit une diminution des sites libres au fur et à mesure de la progression de l'adsorption. Ce phénomène se produit lorsque les forces d'attraction entre les molécules adsorbées sont faibles. Elle est souvent observée quand les molécules sont adsorbées à plat, ce qui minimise leur attraction latérale. Elle peut également apparaître quand les molécules sont adsorbées verticalement et lorsque la compétition d'adsorption entre le solvant et le soluté est faible. Dans ce cas, l'adsorption des molécules isolées est assez forte pour rendre négligeable les interactions latérales.

c- Classe H

La partie initiale de l'isotherme est presque verticale, la quantité adsorbée apparaît importante à concentration quasiment nulle du soluté dans la solution. Ce phénomène se produit lorsque les interactions entre les molécules adsorbées et la surface du solide sont très fortes. L'isotherme de classe H est aussi observée lors de l'adsorption de micelles ou de polymères formées à partir des molécules de soluté

d- Classe C

Les isothermes de cette classe se caractérisent par une partition constante entre la solution et le substrat jusqu'à un palier. La linéarité montre que le nombre de sites libres reste constant au cours de l'adsorption. Ceci signifie que les sites sont créés au cours de l'adsorption. Ce qui implique que les isothermes de cette classe sont obtenues quand les molécules de soluté sont capables de modifier la texture du substrat en ouvrant des pores qui n'avaient pas été ouverts préalablement par le solvant

II.3.6. Modèles des isothermes

II.3.6 .1. Isotherme de Langmuir

En 1916 Irving Langmuir [47] a édité une nouvelle isotherme qui porte encore son nom. C'est une isotherme dérivée d'un mécanisme cinétique proposé. Ce modèle permet de calculer la quantité adsorbée maximale et la constante d'adsorption, il a été développé initialement pour interpréter l'adsorption des gaz sur une surface. Les hypothèses sur lesquelles est fondé ce modèle sont les suivantes:

- 1) la surface de l'adsorbant est uniforme, c.-à-d., tous les emplacements d'adsorption sont égaux (Énergétiquement homogène),
- 2) les molécules adsorbées n'agissent pas les unes sur les autres. (Il n'y a pas d'interaction entre les molécules adsorbées),
- 3) toute l'adsorption a lieu par le même mécanisme,
- 4) à adsorption maximale seulement une monocouche est formée, les molécules de l'adsorbant ne se déposent pas sur les molécules déjà adsorbées
- 5) le nombre de sites d'adsorption sur la surface est limité,

6) un site ne peut adsorber qu'une seule molécule,

7) la réaction d'adsorption est réversible.

L'isotherme de Langmuir est représentée par l'équation suivante :

$$\frac{C_e}{Q_e} = \frac{1}{Q_{max} \cdot k_L} + \frac{C_e}{Q_{max}} \dots \dots \dots (II.2)$$

Où :

Q_e: Quantité d'adsorbat adsorbée par gramme d'adsorbant à l'équilibre (mg/g).

C_e: Concentration en adsorbat dans la solution à l'équilibre (mg/L),

Q_{max}: est la capacité de monocouche de l'adsorbant (mg/g).

k_L: est la constante d'adsorption de Langmuir (L/mg).

II.3.6.2. Isotherme de Freundlich

En 1894 Freundlich [48] a édité une isotherme qui porte son nom. C'est une équation empirique utilisée pour décrire les systèmes hétérogènes, caractérisés par le facteur **1/n** d'hétérogénéité, elle décrit l'adsorption réversible et elle n'est pas limitée à la formation de la monocouche. Il peut être décrit par l'équation suivante :

$$Q_e = K_f \cdot C_e^{1/n} \dots \dots (II.3)$$

Où

(Q_e) : Quantité d'adsorbat adsorbée par gramme d'adsorbant à l'équilibre (mg/g),

(C_e) : Concentration de l'adsorbat dans la solution à l'équilibre (mg/L),

K_f : est la constante de Freundlich (L/g) qui indique la capacité de sorption du sortant,

et **1/n** est le facteur d'hétérogénéité.

Une forme linéaire de l'expression de Freundlich peut être obtenue en prenant le logarithme de l'équation précédente.

$$\ln Q_e = \ln K_f + \ln C_e \text{ - - - - (II.4)}$$

II.3.7. Les applications de l'adsorption

Il existe de nombreuses applications de l'adsorption [49].

- Catalyse hétérogène;
- Séparation; purification et assèchement des gaz ;
- Chromatographie ;
- Mesure de l'aire des solides poreux et des poudres ;
- Stabilisation des colloïdes ;
- Adhésion ;
- Dans les processus de clarification et décoloration des rejets text

Chapitre III :

Méthodes de

caractérisation

III.1.Méthodes de caractérisation

Afin d'évaluer les caractéristiques structurales et texturales de nos échantillons, nous employons différentes méthodes.

- La spectroscopie Infra Rouge (IR)
- La spectroscopie UV-Visible
- Diffraction des rayons X(DRX)
- fluorescence des rayons X(FRX)
- Analyse thermique par TG et ATD

III.1.1. La spectroscopie Infra Rouge (IR)

La spectroscopie infrarouge est une technique qui demeure très utilisée pour la caractérisation des phases argileuses, de même, elle permet de rendre compte des modifications à l'intérieur d'un réseau cristallin, c'est-à-dire sont utilisées pour la détermination des groupements fonctionnels permettant de figurer la structure. Chaque liaison présente des vibrations caractéristiques de fréquence bien déterminée [50].

Dans les conditions normales de température et de pression, les atomes et les groupements fonctionnels constituants sont exposés à un rayonnement électromagnétique.

Sous l'effet d'un rayonnement électronique infrarouge, les liaisons moléculaires absorbent une partie de cette énergie et vibrent selon les mouvements de différents types (vibrations d'élongation ou de déformation).

Le domaine infrarouge, dans lequel se trouvent les énergies de vibration des liaisons moléculaires, est divisé en trois zones [51] :

- proche infrarouge : $\lambda = 0.8$ à 2.5 mm (ou $\nu = 4000$ à 12500 cm^{-1}).
- Moyen infrarouge : $\lambda = 2.5$ à 25 mm (ou $\nu = 400$ à 4000 cm^{-1}).
- Lointain infrarouge : $\lambda = 25$ à 1000 mm (ou $\nu = 10$ à 400 cm^{-1}).



Figure .III.1: photo d'appareil Spectroscopie infrarouge

III.1.2. La spectroscopie UV-Visible

Spectrophotométrie UV-Visible est basée sur l'interaction des radiations lumineuses et de la matière dans le domaine du proche ultraviolet (UV) au très proche infrarouge (IR), soit entre 180 et 1100 nm. Cette partie du spectre apporte peu d'informations structurales, mais a beaucoup d'importance en analyse quantitative. Les calculs d'absorbance des composés dans le proche UV et le visible par application de la loi de Beer-Lambert constituent la base de la méthode connue sous le terme général de colorimétrie pour tout spectre enregistré dans le visible [52].

$$A = \log(I/I_0) = \epsilon.L.C$$

Avec :

A : Absorbance (sans unité)

ϵ : Coefficient d'extinction molaire ($\text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$).

C : La concentration molaire de l'espèce absorbante ($\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$).

L : La longueur de la cuve ou trajet lumineux (cm).

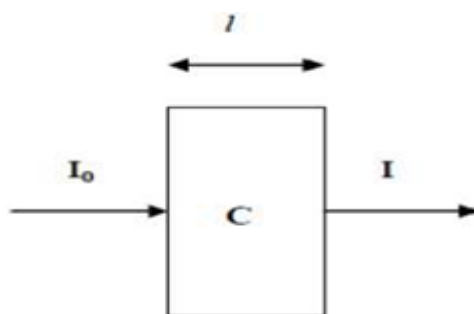


Figure .III.2 Principe de la loi d'absorptiomètre

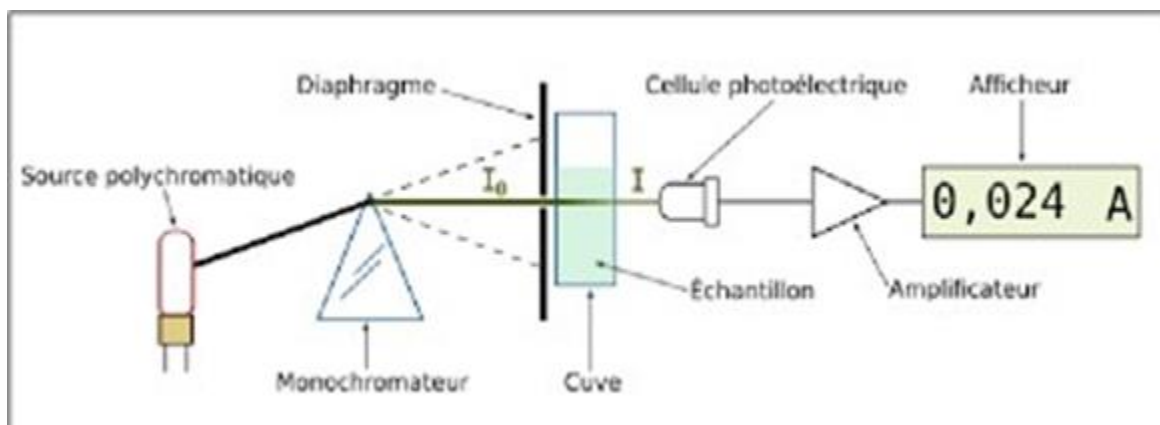


Figure. III.3 Schéma d'un Spectroscopie UV-Visible.

III.1.3. Diffraction des rayons X(DRX)

Les diffractions des rayons X permettent de déterminer la nature des phases cristallines d'un solide. Toutefois, plusieurs mailles cristallines doivent être successives afin de créer des raies de diffraction visibles. Les raies de diffraction seront larges lorsque le nombre de mailles composant les cristallites est faible. Grâce à cette caractéristique, il est possible de mesurer la taille des cristallites.

Son principe repose sur la réflexion sélective des rayons X par un cristal, avec utilisation de La loi de Bragg:

$$2 d_{hkl} \sin (\theta) = n \lambda$$

Avec :

λ : La longueur d'onde du faisceau incident ($\lambda = 1.5406$).

d : La distance inter réticulaire entre les plans diffractant.

θ : L'angle entre le faisceau incident et les plans diffractant. Le domaine de l'angle (2θ) est compris entre 2 et 80°.

L'ensemble des mesures des intensités diffractées lors d'un balayage en θ est un spectre de diffraction des rayons X [53. 54].

III.1.4. Spectrométrie de fluorescence de rayon X (FRX)

Cette technique permet de connaître la composition chimique d'échantillons très variés: minéraux argileux, métaux, céramiques, ciments, polymères, verresetc. L'échantillon à analyser est placé sous un faisceau de rayons X. Sous l'effet de ces derniers, l'échantillon entre en résonance et réémet lui-même des rayons X qui lui sont propres : c'est la

fluorescence. Le spectre en énergie des rayons X fluorescents est composé de pics caractéristiques des éléments présents; la hauteur des pics permet de déterminer la quantité [55]. Cette opération consiste à prélever une quantité d'un gramme d'argile qu'il faut étuver à 110°C pendant 24 heures, pour éliminer l'eau contenue dans notre échantillon, puis elle est calcinée à 1000°C afin de transformer ses constituants en oxydes, dont les teneurs seront évaluées en pourcentage massique. L'analyse de la composition chimique est réalisée sur l'appareil Philips (Magi XPRO) à la cimenterie d'Ain -Touta (Batna), couplé à un système informatique, permettant le traitement des résultats obtenus.

III.1.5. Analyse thermogravimétrique et thermique différentielle (ATG/ATD)

L'analyse thermogravimétrique (ATG) consiste à enregistrer les pertes de masse d'un échantillon de matériau en fonction de la température. Les réactions chimiques ou les départs de composants volatils adsorbés ou combinés dans un matériau peuvent être liés. Ces pertes de masses sont complémentaires à celles obtenues par ATD pour l'identification des phénomènes physico-chimiques impliqués, les deux caractérisations étant souvent réalisées en même temps dans le même appareil.

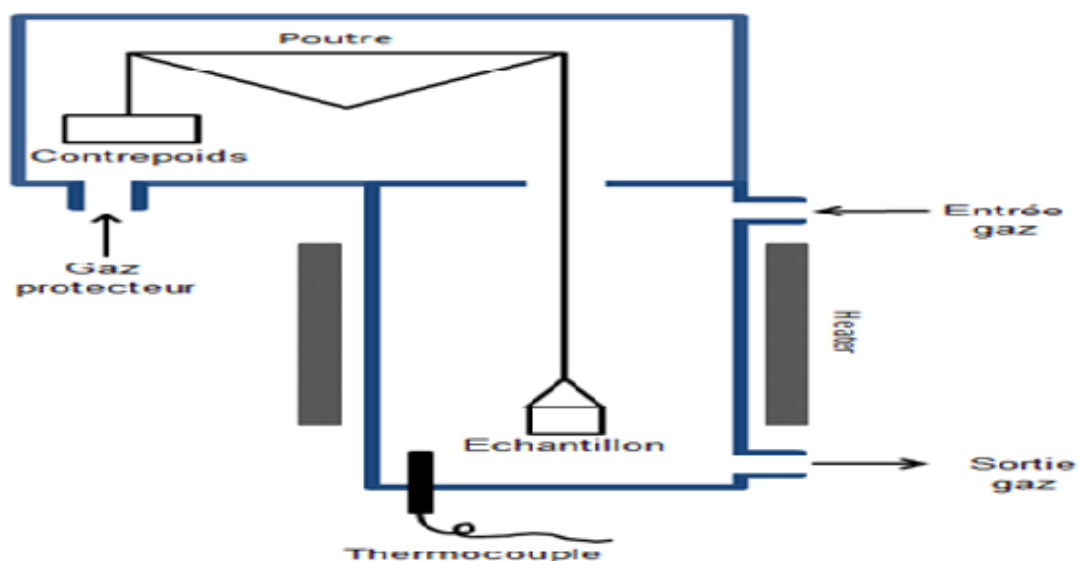


Figure .III .4: Représentation schématique d'une ATG.

Pour cette analyse, la quantité d'échantillon à examiner varie de 10 à 20 mg. Une balance de précision est utilisée pour placer le matériau dans un porte-échantillon en céramique. Ce porte-échantillon est placé dans un four qui permet de faire varier la température du matériau (montées, descentes, isothermes) tout en mesurant de manière continue l'évolution de sa masse en fonction de la température. Les diagrammes qui sont présentés correspondent à la perte de masse en fonction de la température, et à la courbe dérivée de cette première [56]



Figure III .5. L'appareil Analyse TG et TD

CHAPITRE IV :

**1ère partie : Matériels et
méthodes**

**2ème partie : Résultats et
Discussions**

1^{ère} Partie : Matériels et méthodes

IV.1.Introduction

Tout d'abord, nous allons fabriquer une argile cationique sodique ($d \leq 2 \mu m$) en utilisant de l'argile provenant de la région de Hammam-Bougrara à Maghnia (Tlemcen). Pour une meilleure compréhension de l'adsorption du vert méthylène (VM), divers éléments physico-chimiques tels que le temps de contact, la masse de l'adsorbant, le pH et la température. Par la suite, nous mettons en œuvre divers modèles sur les résultats cinétiques afin d'identifier le mécanisme d'adsorption.

IV.1.2. Matériels et méthodes

IV.1.2.1 Matériels utilisés

Les dispositifs expérimentaux sont constitués de.

- Bécher ;
- Pissette ;
- Verre de montre ;
- Pipette graduée ;
- Fioles jaugée ;
- Eprouvette ;
- Cristalliseur ;
- Papier filtre ;
- Spatule ;
- Papier pH ;
- Barreau ;
- Tamis ;
- mortier ;

IV.1.2.2. Appareillage.

- ✓ Une étuve.
- ✓ Plaque agitatrice.
- ✓ La centrifugeuse.

IV.1.3 Mode opératoire

Ce processus se déroule en deux étapes.

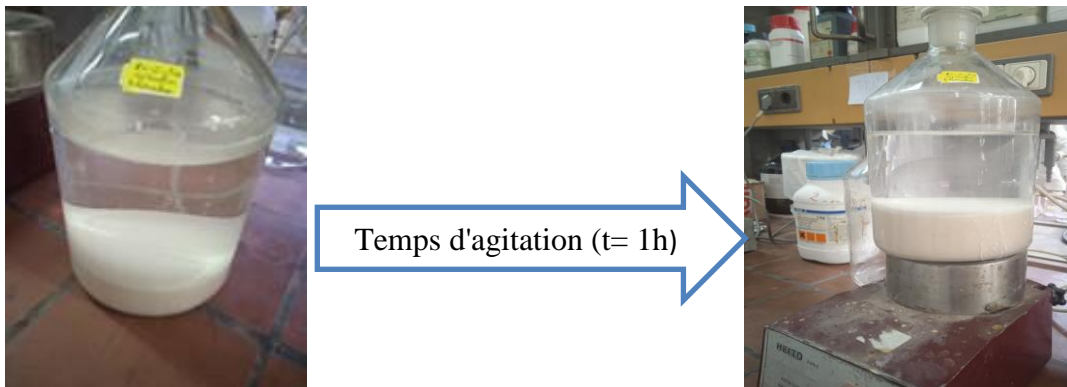
1^{ère} Étape : purification de l'argile.

Dans la préparation de notre échantillon, nous suivons le protocole décrit

La masse d'argile ($m=40g$) est 80 ml de l'eau oxygénée. Ensuite, on laisse le mélange à l'étuve pendant 30 min à 60°C



On procède à la décarbonatation de la suspension en utilisant de l'acide chlorhydrique HCl (0.1 M), à « PH=5,5 » Après, on agite soigneusement pendant 1h



Test négatif au nitrate d'argent :



On a détecté le chlore avec nitrate d'argent si nous trouvons des précipitations il y a du chlore, on a lavé l'argile par l'eau distillée et testé par « AgNO_3 », jusqu'à l'élimination des ions Cl^- .

Ensuite, on effectue plusieurs lavages pour neutraliser la suspension d'argile puis, on a filtré la solution pour récupérer ce produit.

Cette suspension est ensuite séchée à une température de 65°C, broyée tamisée et récupérée l'argile préparée.



2^{ème} Étape : Activation de l'argile

À température ambiante :

Nous prenons La masse d'argile ($m=10g$), « argile purifiée » + l'acide sulfurique H_2SO_4 (0,5M) sous agitation pendant 3h, puis lavé par l'eau distillé et à chaque fois mesurer le PH jusqu'à atteindre le de l'eau « $pH= 5,5$ ».



IV.1.4.Préparation des solutions mères de vert de méthyl (VM)

Pour préparer la solution mère, nous avons dissout 100 mg du (VM) avec l'eau

CHAPITRE IV : 1ère partie : Matériels et méthodes

distillé jusqu'à 1 litre dans une fiole jaugée. A l'aide d'un agitateur magnétique, nous avons obtenu une solution homogène. Le pH de solutions est 5,5.



Solution mère

IV.1.5.Courbe d'étalonnage de VM

Pour déterminer λ max du colorant, on prépare une solution très diluée et on fait un balayage entre 400nm – 800nm par spectrophotomètre. La longueur maximum d'adsorption est égale 632nm.

Les résultats de courbe d'étalonnage obtenus sont montrés dans le **Tableau IV.1**

Et représentés graphiquement sur la Figure.IV.1



Tableaux IV.1. Absorbance de d'efférent concentration de VM a $\lambda=632\text{nm}$

Cm (mg/l)	2	4	6	8	10
Abs	0,173	0,402	0,651	0,705	1,121

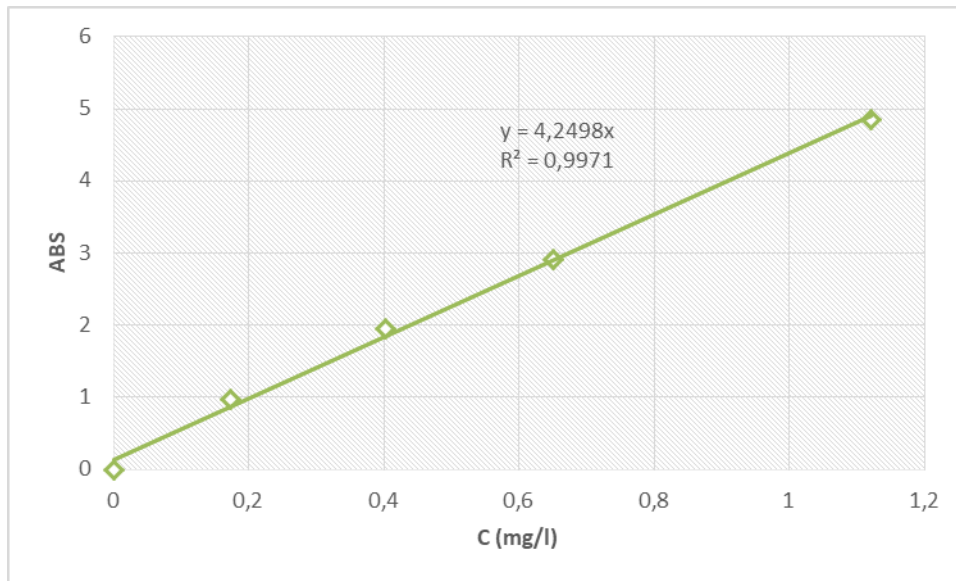
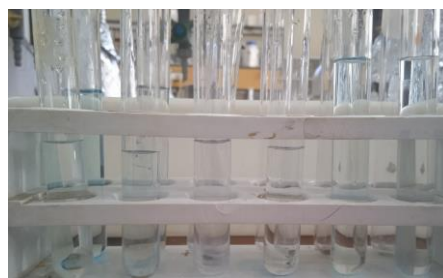


Figure IV.1. Courbe d'étalonnage de vert méthylène

IV.1.6. Etude cinétique

Pour étudier les cinétiques d'adsorption des colorants à 25°C, au bout de duquel l'équilibre s'établit à plusieurs béchers de 50 ml de solution contenant une concentration initiale de 100mg/l et une masse de kaolin activé 50 mg

Les mélanges sont soumis sous agitation magnétique pendant des durées variables de 5-180 min, puis le surnageant est immédiatement mesurée par un spectrophotomètre UV-VISIBLE



La quantité de colorant fixée par gramme d'adsorbant est donnée par la relation suivante

$$A = C_{eq} * a \quad C_{eq} = A/a \quad \text{avec } a = 0.025 \text{ l/mg}$$

$$Q = ((C_0 - C_{eq}) * v) / m \quad \text{avec } v = 0.05 \text{ l et } m = 0.05 \text{ g}$$

$$Q = ((C_0 - C_{eq})) / 100 \quad R = ((C_0 - C_{eq}) / C_0)$$

C₀ : la concentration initiale en adsorbat (mg/l)

CHAPITRE IV : 1ère partie : Matériels et méthodes

V : volume de la solution

Q_e : Quantité fixée de colorant en mg par gramme à l'équilibre

C_e : Concentration instantanée à l'équilibre (mg/l)

m : la masse de l'adsorbant utilisé (g)

IV.1.6.1. Modèle de pseudo premier ordre

LANGRANGE (1889) a proposé un modèle cinétique du pseudo premier ordre

Exprimée par la relation suivante :

$$dq/dt = k_1 (q_e - q_t)$$

Intégration de l'équation donne :

$$\log (q_e - q_t) = \log q_e - (k_1/2,303) \cdot t$$

IV.1.6.2 Modèle de pseudo deuxième ordre

Le modèle du pseudo deuxième ordre suggère l'existence d'une chimisorption

Un échange d'électron par exemple entre molécule d'adsorbant et l'adsorbant solide

$$dq_t/dt = K_2 (q_e - q_t)^2$$

$$1/q_t = 1/K_2 \cdot q_e^2 + q/t$$

IV.1.7. Effet de masse

L'étude de l'effet de masse a été réalisée avec une concentration de 100mg/l et une masse de kaolin activé entre 10-90 mg.



CHAPITRE IV : 1ère partie : Matériels et méthodes

$$X/m = ((C_0 - C_{eq}) * v) / m \quad \text{avec } v = 0.025 \text{ l et } m = (0.01 - 0.09 \text{ g})$$

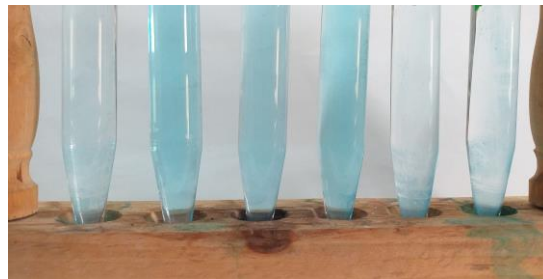
$$X/m = ((C_0 - C_{eq})) / 1000$$

IV .1.8. Effet du PH

Le pH initial des solutions colorées est un paramètre très important pour contrôler le processus d'adsorption, il a un effet sur [57]:

- 1) la quantité adsorbée
- 2) La charge de la surface de l'adsorbant.
- 3) Le degré d'ionisation de l'adsorbat.
- 4) Le degré de la dissociation des groupes fonctionnels des sites actifs de l'adsorbant.

L'effet du pH sur le taux d'adsorption du VM, a été étudié sur une large gamme de pH= 2 à 12. Avec une concentration initiale de 100mg/L, une masse de l'adsorbant de 70mg/L et à température (25°C). Le pH de la solution a été ajusté aux valeurs désirées par l'addition de HCl (0.1M) ou de NaOH (0.01M).



IV .1.9. Effet de la vitesse d'agitation

Les expériences ont été réalisées à différentes vitesses d'agitation (500, 650, 800, 1000tr/min) nous avons mis en contact des solutions de colorant de concentration 100mg/l avec une masse d'adsorbant de 70mg et en laisse agité pendant 60min à la vitesse désirée.

IV .1.10.Effet de la température

L'influence de la température a été étudiée en utilisant un bain marie permettant le maintien de la température à la valeur désirée (25°, 35°, 45°, 50°C). Les expériences ont été

CHAPITRE IV : 1ère partie : Matériels et méthodes

réalisées en ajoutant 70g/L de kaolin blanche activé à la solution du vert méthylène (100 mg/l). Et en laisse agité à 500 tr/min pendant 60min.



IV .1.11.Détermination de taux d'élimination du colorant(%)

Le taux d'élimination a été déterminé par l'équation suivante :

$$R\% = \frac{C_0 - C_t}{C_0} * 100$$

C₀ : Concentration initiale de la solution de colorant (mg/g).

C_t : Concentration de colorant à l'instant t (mg/g).

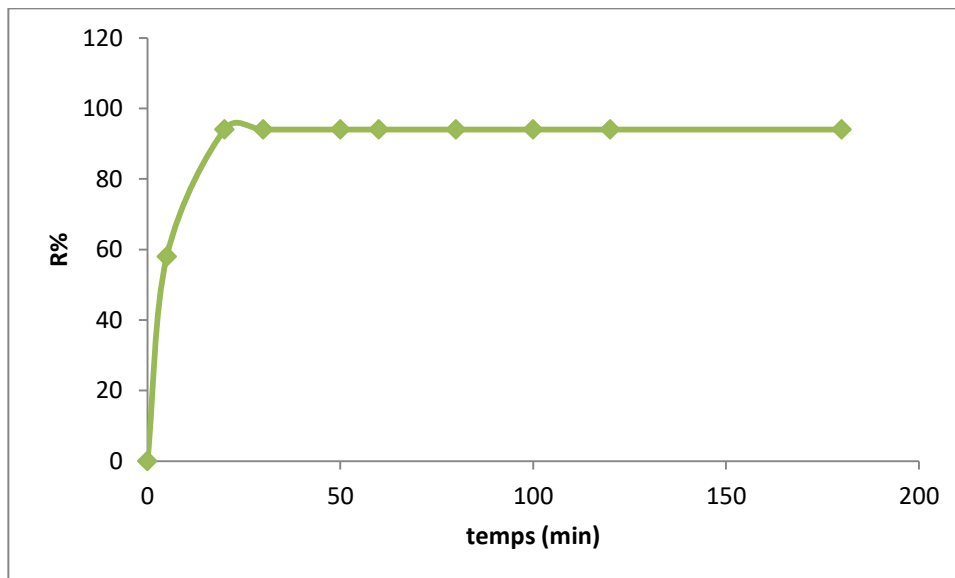


Figure IV.2. Courbe Détermination de taux d'élimination du colorant(%)

2^{ème} Partie : Résultats et Discussions

IV.2. Introduction

Dans ce dernier chapitre, nous abordons l'étude de l'efficacité de kaolin blanche activé sur l'épuration des solutions aqueuses contenant le vert méthylène 'VM'. Dans un premier temps, présenter les caractéristiques structurales du kaolin est concernant la caractérisation structurale par différentes méthodes (FRX, ATG/DSC, DRX et FTIR).

Nous avons étudié l'influence des différents paramètres sur la capacité d'adsorption le temps de contact, la masse d'adsorbant, la vitesse d'agitation, le pH de la solution, et la température. Après nous avons étudié les isothermes d'adsorption. Ces dernières peuvent être générées sur la base de nombreux modèles théoriques, les modèles de Langmuir, Freundlich sont les plus utilisés. Enfin, nous avons tenté d'appliquer différentes lois cinétiques telles que les équations de vitesse de pseudo premier-ordre, de pseudo second-ordre pour simuler les données expérimentales de cinétique d'adsorption des colorants.

IV.2.1 Caractérisation structurales

IV.2.1.1. FRX composition chimique et minéralogique

Le kaolin utilisé dans notre travail sous forme de poudre finement broyée. C'est un produit naturel de couleur blanche disponible comportent très peu d'impuretés et composer principalement de silice et alumine. Sa composition chimique et minéralogique sont regroupées dans les tableaux II.1 et II.2.

Tableau IV.2. Composition minéralogique du kaolin.

Matériaux Minéral	Valeur	Unité
Kaolinite	83	%
Muscovite	8	%
Quartz	5	%
Divers	4	%

Tableau IV.3. Composition chimique du kaolin

Composant	Valeur	Unité
SiO ₂	49.4	%
Al ₂ O ₃	35.5	%
Fe ₂ O ₃	0.9	%
TiO ₂	<0.3	%
K ₂ O	1.55	%
Na ₂ O	<0.1	%
CaO	<0.1	%
MgO	<0.4	%
pF	11.8	%

IV.2.1.2 Analyse thermique (ATG-DSC)

Le chauffage d'une matière argileuse entraîne l'élimination des matières organiques, le départ de l'eau de constitution de certaines espèces minérales comme la kaolinite, la décomposition des carbonates,...etc. Il est donc possible de suivre l'influence de la température sur les pertes de masse de la matière étudiée.

L'analyse thermogravimétrique (TG) couplée à une analyse calorimétrique différentielle (DSC) permet de suivre l'évolution de la masse d'un échantillon en fonction de la température ou en fonction du temps au cours d'expériences isothermes. Cette technique détecte des phénomènes tels que les déshydratations, et autres. Elle aide à l'interprétation des thermogrammes de DSC.

Cette dernière permet de suivre en temps réel l'état thermodynamique des échantillons pendant un traitement thermique en comparant l'écoulement de la chaleur dans l'échantillon à analyser à celle de l'échantillon de référence. Ce dernier est employé pour mettre en évidence l'énergie libérée ou absorbée par l'intermédiaire des réactions chimiques pendant le processus de chauffage.

La figure III-3 présente les courbes d'analyse thermique gravimétrique (ATG) et de calorimétrie différentielle à balayage (DSC).

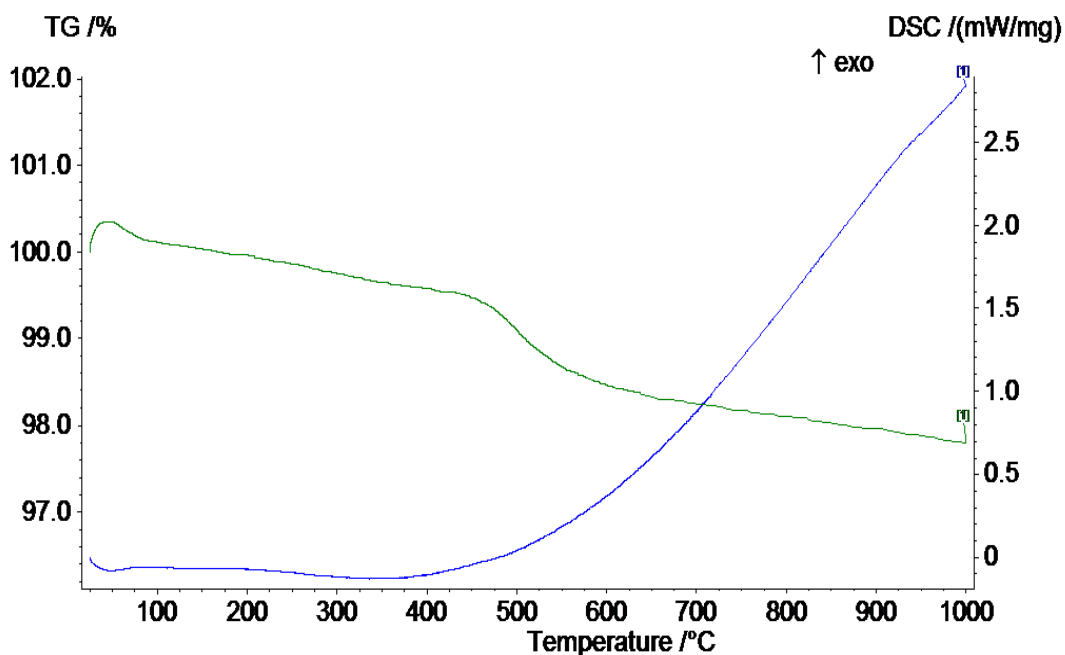


Figure IV.4. Analyse thermique gravimétrique (ATG) et calorimétrie différentielle à balayage (DSC) du kaolin brut.

Les courbes montrent que la poudre subit une première perte de masse endothermique environ 0.5% entre 25°C et 250°C, probablement associée à l'évaporation de l'eau physiosorbée. L'eau liée chimiquement (eau de constitution) est éliminée entre 200-400°C. Entre 400°C et 600°C, le matériau subit une importante perte endothermique progressive de 2%. Cette perte de masse correspond probablement au départ de la matière organique associée avec l'élimination de l'eau structurale. Il s'agit de la réaction au cours de laquelle les hydroxyles structuraux sont éliminés de la kaolinite en formant une phase appelée métakaolinite [58].

La réaction globale de déshydroxylation peut se schématiser comme suit :



IV.2.1.3. Diffraction des rayons X

La figure IV.5 présente le diagramme de diffraction d'un mélange brut de kaolin et Les pics caractéristiques de la kaolinite (12,3°, 24,8°) sont principalement observés. En plus de ces

principaux pics attribués à la kaolinite, les pics caractéristiques de la muscovite ($8,9^\circ$, $17,8^\circ$) et du quartz ($26,5^\circ$),

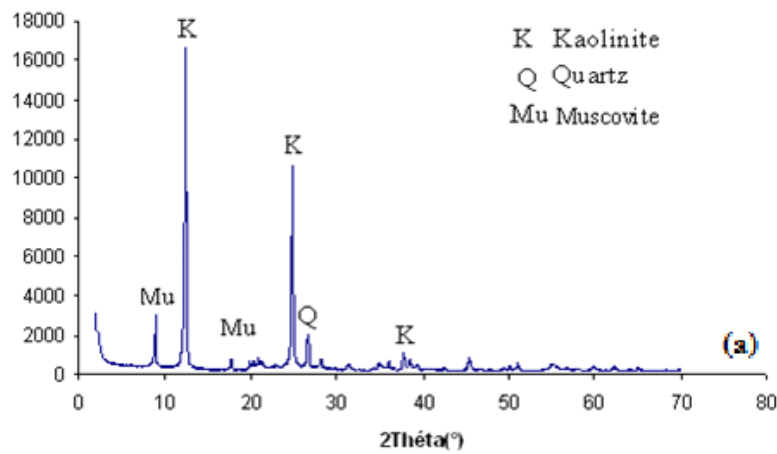


Figure IV.5. Diffractogramme des rayons kaolin brut

IV.2.1.4. Spectres infrarouge

Les spectres IR des échantillons établissent les positions des cités actives qui peuvent se manifester en présence des électrolytes et informer sur leur densité de charges. Le spectre IR obtenu pour l'argile brute est représenté sur la figure .III.7. L'examen de ce spectre fait apparaître des bandes d'adsorption des groupements OH, des carbonates, des silicates qui confirment les résultats donnés par la diffraction des rayons

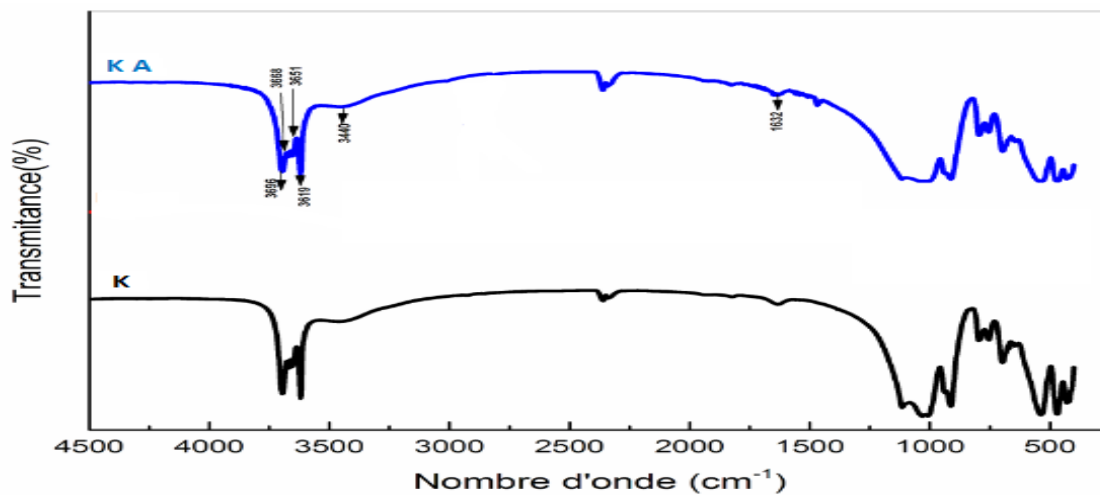


Figure III .7 . Spectre IR de K : kaolin, KA : kaolin active

Tableau.IV.4 Nombre d'onde et attribution des bandes IR de Kaolinite

Nombre d'onde (cm-1)		Attribution
KN	KN-H	
3693,04	3699,81	Vibrations d'élongation des groupements de OH de la couche octaédrique.
3419,93	3405,64	Vibrations d'élongation des groupements de OH de liaison d'eau adsorbée.
2514,85	2514,85	Vibration d'élongation du groupement CH ₂
1800,87	1690,28	Vibration de déformation des groupements OH des molécules d'eau adsorbées entre les feuillets
1432,22	1432,22	Vibration de déformation des groupements CH ₂ , CH
1027,46	/	Vibration d'élongation des liaisons Si-O
799,49	674,60	Vibration de déformation des groupements Si-O-Al
468,46	608,40	Vibrations de déformations des groupements Si-O-Si, Si-O-Al, Si-O-Mg et Si-O-Fe.

IV.2.2 Etude cinétique

La Figure IV.8; L'allure des courbes décrit une forte adsorption rapide, et on remarque que l'équilibre d'adsorption est atteint après (60 min) Ces résultats montrent qu'il y a grand affinité entre le VM et les surfaces des adsorbants. L'allure générale des courbes est identique, elle est composée de deux parties:

1^{ère} étape : 5min à 60 min Une adsorption rapide qui croît proportionnellement avec le temps de contact.

2^{ème} étape : 60 min à 180 min La vitesse d'adsorption devient faible pour tous les adsorbants et l'équilibre est atteint au bout de 120 min.

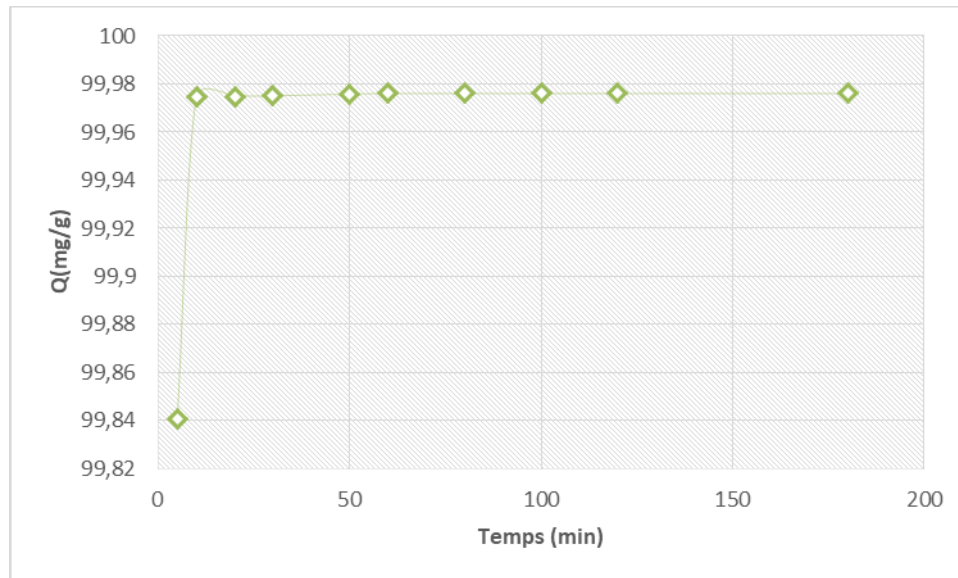


Figure IV.8. Effet de temps de contact sur l'adsorption du VM en solution aqueuse par kaolin

IV.2.2.1. Modèles cinétiques

IV.2.2.1.1. Le modèle de pseudo –premier ordre

Les constantes de vitesse d'adsorption de colorant sur le kaolin pour le pseudo-premier, ordre et second ordre sont déterminées graphiquement. Nous avons calculé les constantes de vitesses pour le premier, pseudo premier ordre et le second ordre à partir des droites obtenues

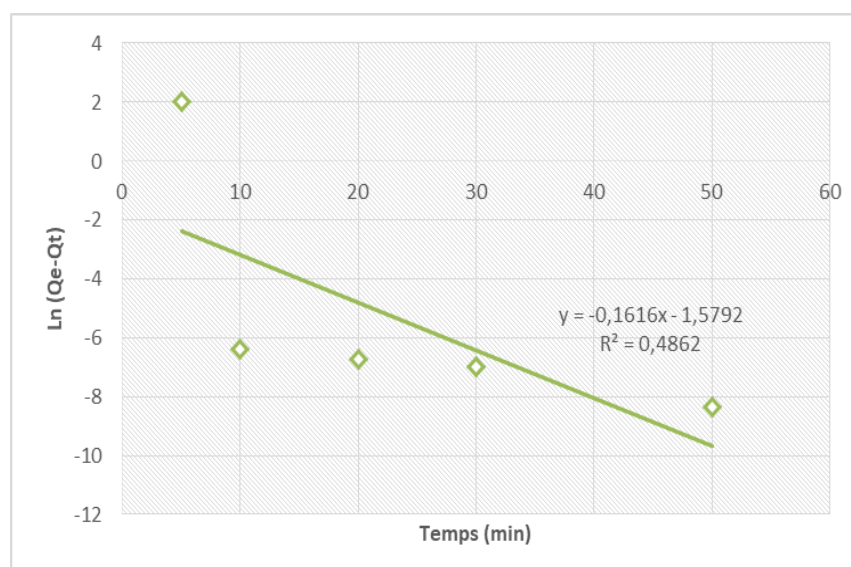


Figure IV.9. Représentation graphique de la cinétique d’adsorption selon le modèle de premier ordre

IV.2.2.1.2 .Le modèle de pseudo – seconde ordre

La figure IV.10 montre l’application de ce modèle

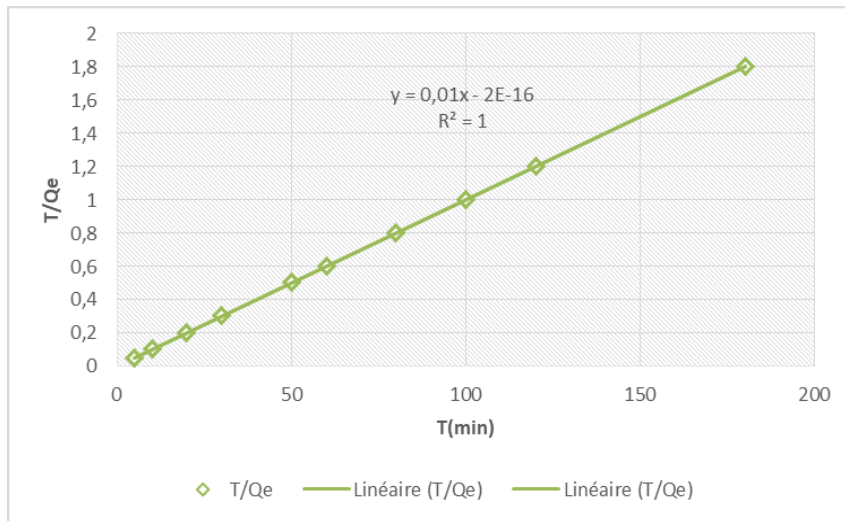


Figure IV.10. Représentation graphique de la cinétique d’adsorption selon le modèle de second ordre

D’après les résultats obtenus indiqués sur le tableau IV.4.- nous remarquons que le modèle de pseudo second ordre est le plus faible pour déterminer l’ordre des cinétiques d’adsorption de colorant par le kaolin et qui représente un bon coefficient de corrélation ($R^2=1$). De même et d’après les valeurs de q_e montrées sur le tableau 1, on remarque que cette valeur calculée par le modèle de pseudo Seconde ordre est très proche à celle détermination expérimentalement.

Tableau.IV.5. Paramètres cinétiques d’adsorption du colorant VM sur kaolin

$Q_{e_{exp}}$		155.5mg/g
Peseudo 1er ordre	K_1 (g/mg.min)	0.1616
	Q_e (mg/g)	99,97
	R^2	0.4862

peseudo2ordre	K_2 (g/mg.min)	0.01
	Q_e (mg/g)	99,97
	R^2	1

IV.2.3. Effet de la vitesse d'agitation

La vitesse d'agitation est un paramètre très important dans tout processus d'adsorption. L'agitation a pour rôle d'homogénéiser la suspension et d'accélérer la diffusion des particules de la solution vers la phase solide. Afin de déterminer la vitesse d'agitation optimale, puisque c'est un paramètre liée directement à la consommation énergétique, et qui agit sur le taux d'élimination, nous avons testé des vitesses de rotation de 500, 650, 800 et 1000 tr /min. Nous avons gardé les autres conditions opératoires constantes. Les résultats sont représentés sur la figure.IV.11.

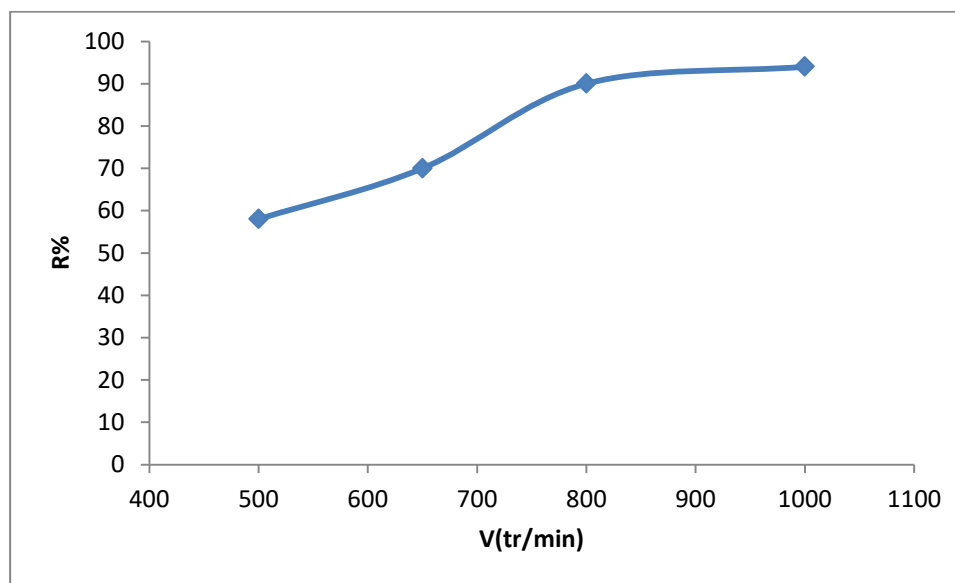


Figure. IV. 11 Evaluation du rendement de l'adsorption en fonction de la vitesse d'agitation

Cette figure montre une augmentation de taux de décoloration avec l'accroissement de la vitesse d'agitation de 500 à 1000 tr/min .Quand la vitesse d'agitation est très grande (supérieure à 650 tr/min), il y'a formation de grands tourbillons au sein de la solution ce qui réduit le contact adsorbat-adsorbant. D'autre part, nous avons remarqué lors de nos essais qu'une forte agitation entraine le rejet d'une partie de l'adsorbant qui se retrouve plaquée contre les parois internes du réacteur. L'adsorbant ne participe donc pas à l'adsorption ce qui a pour effet de diminuer la quantité adsorbée.

IV.2.3. Effet de masse

Le but de cette manipulation est d'optimiser la masse nécessaire pour avoir une adsorption efficace sur l'argile activée Figure.IV.12.

On remarque qu'une masse optimale de 70mg d'argile est suffisante pour atteindre l'équilibre et avoir une adsorption efficace.

On observe ainsi une augmentation de la quantité de colorant adsorbée lorsque la masse d'adsorbant introduit augmente. L'amélioration du rendement peut être justifiée par l'augmentation des sites d'adsorption avec l'augmentation de la masse

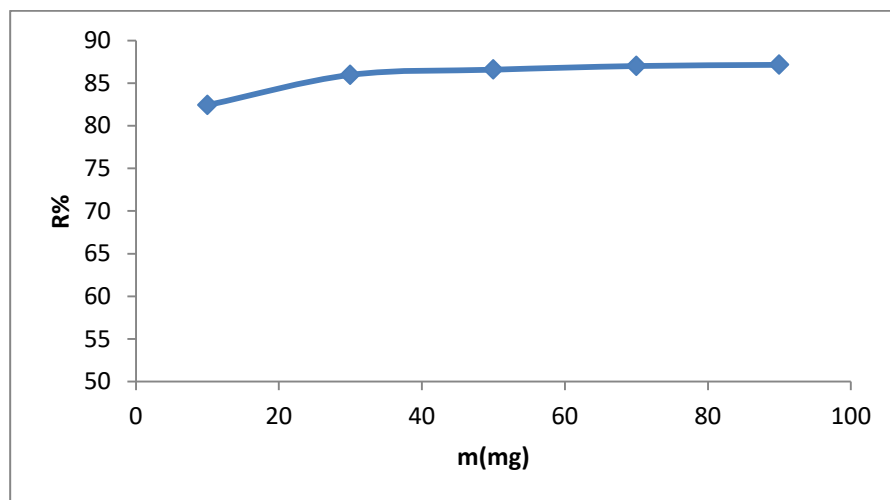


Figure IV.12. Effet de masse de l'argile sur l'adsorption du VM

IV.2.4 Effet de PH

Le pH est un facteur important dans toute étude d'adsorption. Il peut conditionner à la fois la charge superficielle de l'adsorbant ainsi que la structure de l'adsorbât. C'est la raison pour laquelle, dans toute étude relative à l'adsorption l'optimisation de la capacité d'adsorption en fonction du pH est indispensable. Il a été observé que l'adsorption est indépendante du pH de la solution. Comme le montre la figure .IV. 13.

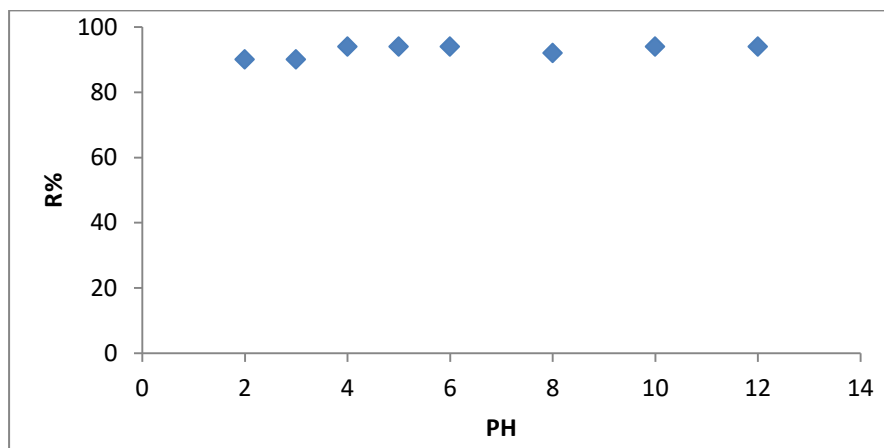


Figure IV.13. Evolution de la quantité de colorant VM adsorbée en fonction du Ph

Les résultats obtenus, montrent que la variation du pH n'as pas d'effet important sur le phénomène d'adsorption du colorant (VM)

IV.2.5. Effet de température

La température est un facteur important qui peut affecter le processus d'adsorption. Son influence sur le procédé d'adsorption du colorant a été réalisée à différentes températures 25, 35, 45 et 55°C. La température a été maintenue à la valeur désirée à l'aide d'un bain marie. Les autres conditions opératoires sont maintenues fixes.

Sur la figure IV.14, nous représentons le taux d'élimination du colorant VM en fonction de la température du milieu réactionnel.

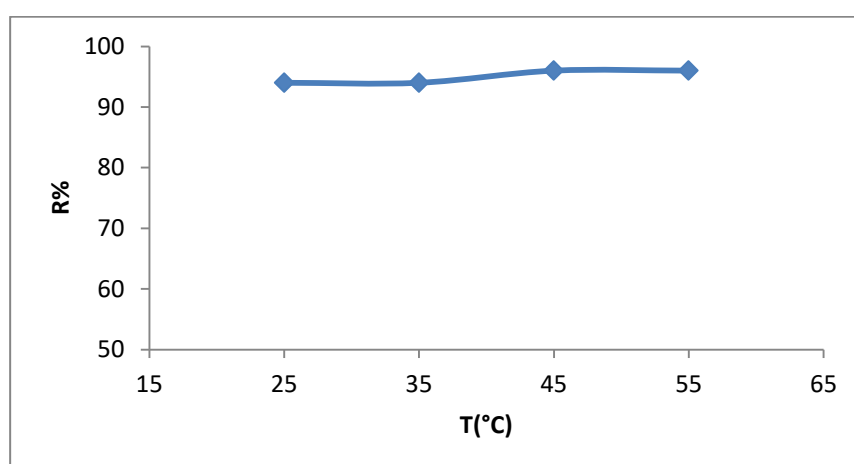


Figure IV.14. Evolution de la quantité du colorant adsorbée en fonction de la température.

L'adsorption du VM d'une solution aqueuse à différentes températures a été étudiée dans un intervalle de température allant de 25 à 55°C. Comme il est clair dans la figure IV 16, le rendement augmente de 94% à 96% lorsque la température augmente de 25 C ° à 55 C°. L'augmentation de la température favorise l'accroissement de la vitesse de la diffusion des molécules de VM vers la couche limite externe et minimise le phénomène de résistance au transfert de matière.

IV.2.6. Etude de l'isotherme d'adsorption

Les isothermes d'adsorption jouent un rôle important dans la détermination des capacités maximales d'adsorption et dans la conception de nouveaux adsorbants, il est donc indispensable dans notre étude les déterminer pour notre support.

IV.2.6. Type d'isotherme

Afin de définir le type d'isotherme d'adsorption, nous avons représenté la quantité du colorant adsorbée à l'équilibre en fonction de la concentration de la solution à l'équilibre. L'isotherme d'adsorption obtenue est représentée sur la figure.IV15. C'est une isotherme de type S, selon la classification de Giles

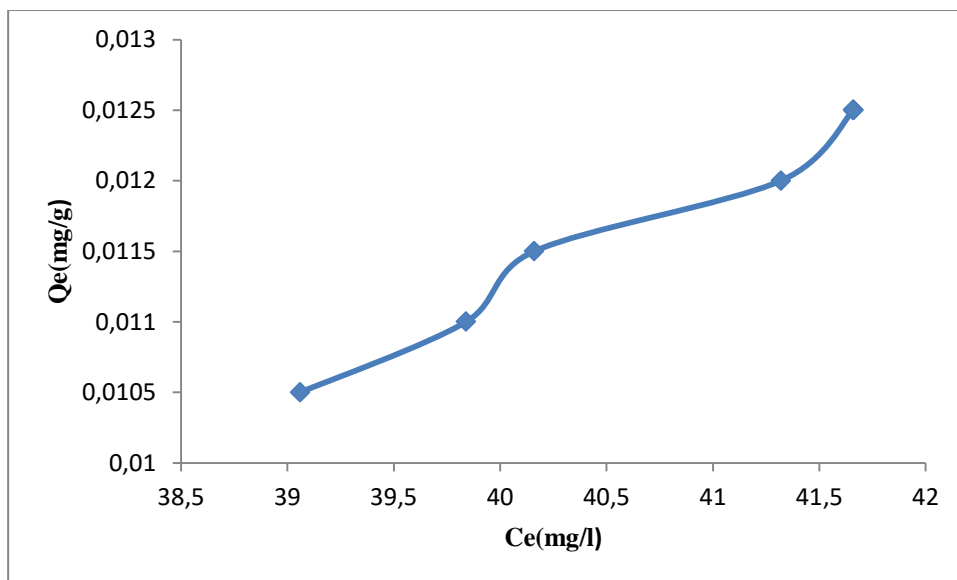


Figure IV.15 : Isotherme d'adsorption du vert de méthyle sur le kaolin activé

IV.2.6.1. Modélisation des isothermes d'adsorption

Il existe de nombreux modèles théoriques qui ont été développés pour décrire les isothermes d'adsorption. Cependant dans travail, nous nous intéresserons seulement aux modèles de Langmuir et Freundlich, car ils sont les plus simples et les plus répandus.

IV.2.6.2. Modèle de Langmuir

Ce modèle, se base sur des principes fondamentaux, où la molécule adsorbée est situé sur une place bien précise du matériau adsorbé. Chaque site peut occuper une molécule. L'énergie d'adsorption de tous les sites est identique et indépendante

Le tracé de la courbe $1/q_e$ en fonction de $1/C_e$ nous permet de calculer la capacité maximale d'adsorption q_m et la constante K_L figure.IV.16

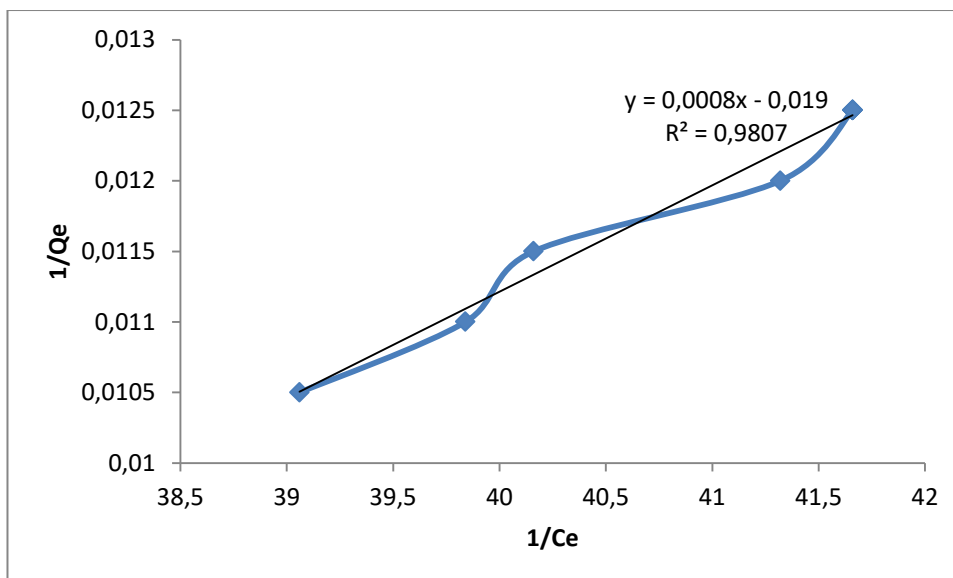


Figure IV.16. Modélisation des résultats expérimentaux selon le modèle de Langmuir

IV.2.6.3. Modèle de Freundlich

En traçant la courbe $(\ln q_e)$ en fonction de $(\ln C_e)$, les constants de Freundlich peuvent être déterminées.

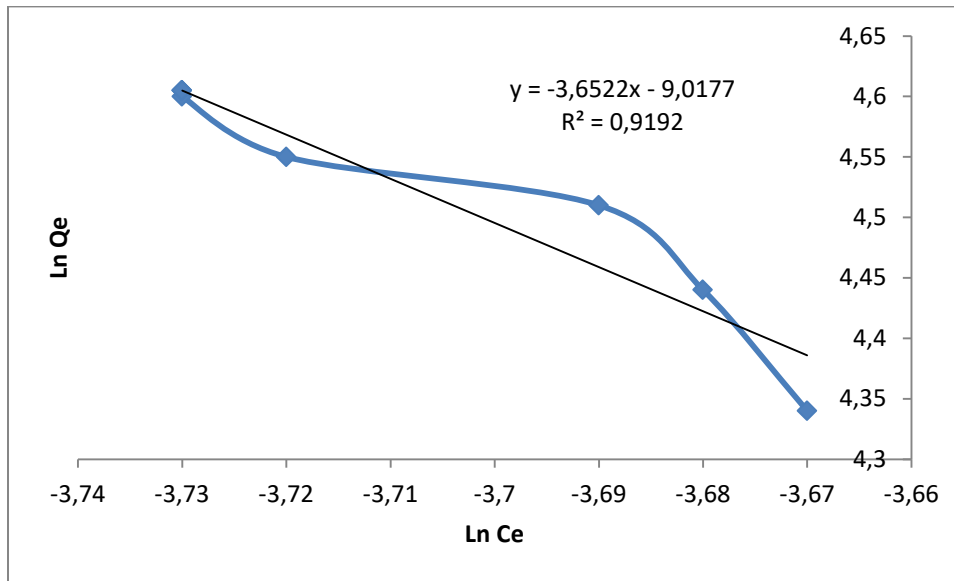


Figure .IV.17 Modélisation des résultats expérimentaux selon le modèle de Freundlich

Les valeurs dans Le tableau 5 donnée les constantes de Langmuir et Freundlich obtenue sa partir des équations de ces modèles .D’après les valeurs des coefficients de régression R^2 le modèles de langmuir ; Les résultats représenté que l’adsorption du vert de méthyle par kaolin suit parfaitement le modèle de Langmuir avec un coefficient de corrélation 0.98 et capacités d’adsorption respectivement de 52,63 mg/g.

Tableau .IV.6. Paramètre des modèles des isothermes du colorants VM sur kaolin

argile	Freundlich			Langmuir		
	1/n	k_f	R^2	Q_m	k	R^2
kaolin	-0.3652	0.00012	0.919	52.63	24.04	0.98

Conclusion générale

Conclusion générale

La caractérisation de ce type d'argile et de tester leurs capacité de s'adsorber du colorant de type vert de méthyle (VM) en étudiant l'influence de certains paramètres tels que, le temps adsorbat la masse du l'adsorbant, le pH de la solution et la température.

A travers tous les résultats obtenus, nous pouvons tirer les conclusions suivantes:

L'étude de l'adsorption a commencé par la détermination de temps d'équilibre, on peut dire qu'elle est rapide et se réalise dans les 5 à 60 premières minutes, au-delà de ce temps, l'adsorption de colorant est constante à sa valeur maximale. On peut déduire que le temps d'équilibre adéquat est de 60 minutes.

Les résultats des expériences montrent qu'il n ya pas d'influence du pH de la solution sur l'adsorption du colorant.

En outre la température a eu un effet favorable sur le pourcentage d'élimination de colorant ce qui suggère que l'adsorption du VM sur le kaolin activé était un processus endothermique

Le modèle de pseudo-second ordre est bien adapté pour le processus d'adsorption du colorant VM, justifié par le coefficient de corrélation qui est proche de 1. L'isotherme d'adsorption Langmuir du VM sur le kaolin activé est de types (S) selon la classification de Giles, ce qui est en corrélation avec le modèle de Langmuir.

Résumé

Ce travail a pour objectif principal la purification et activation de l'argile naturelle et de tester leur capacité de s'adsorber le colorant vert de méthyle (VM). Les échantillons obtenus ont été caractérisés par différentes techniques (IR), (DRX), (FRX) et (ATG/ATD).

L'élimination du VM par cette argile est étudiée en variant les paramètres tels que: {le temps de contact, la masse, PH et température}. Les résultats expérimentaux montrent que ce type d'argile est un bon adsorbant pour les colorants cationiques. L'étude cinétique montre que l'adsorption est rapide et les résultats expérimentaux sont bien présentés par le modèle pseudo-second ordre. L'étude de l'isotherme d'adsorption montre que les modèles: Freundlich et Langmuir sont bien décrits les données expérimentales.

الملخص

ان الهدف الرئيسي لهذا العمل هو التنقية بالطين الطبيعية واختبار قدرتها على امتزاز صبغة الميثيل الأخضر وتمييز العينات التي تم الحصول عليها من خلال تقنيات مختلف (DRX), (IR), (FRX) و (ATG/ATD) تتم دراسة إزالة الصبغة بواسطة هذا الطين عن طريق تغيير المعاملات مثل (زمن الاتصال الكتلة PH و الحرارة)

أظهرت النتائج التجريبية أن هذا النوع من الطين يعتبر مادة ماصة جيدة للأصبغ الكاتيونية. أظهرت الدراسة الحركية أن الامتزاز سريع وأن النتائج التجريبية تم عرضها بشكل جيد من خلال نموذج الرتبة الثانية الزائفة. أظهرت دراسة تساوي درجة حرارة الامتزاز أن نموذجي Freundlich و Langmuir موصوفان بشكل جيد من خلال البيانات التجريبية.

Abstract

This work has as its main objective the purification and activation of Natural agile and to test their ability to adsorb the green methyl dye (VM). The samples obtained were characterized by different techniques (IR) and (DRX).

The removal of VM by this clay is studied by varying the parameters such as: {contact time, mass, PH and temperature}, Experimental results show that this type of clay is a good adsorbent for cationic dyes. The kinetic study shows that adsorption is fast is the experimental results are well presented by the pseudo-second order model. The study of the adsorption isotherm shows that the models: Freundlich and Langmuir are well described in the experimental data.

Mots-clés: les argiles, kaolin, l'activation d'argile, polluants organique

RÉFÉRENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

Références Bibliographiques

- [1] _ M.GHAZALA, Synthèse des complexes organo et inorgano-pyrophyllite et leur application dans le traitement des eaux chargées en métaux lourds .chimie physique Mohammed V-Agdal.Rabar (2009).
- [2] _Gomri Fatima" Synthèses et caractérisations d'argiles cationiques et anioniques organophiles. Elimination des chlorophénols"et Lassoued Hayat ".
- [3] B. Abdelhak, "REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique Ecole Nationale Polytechnique M-A d'Oran ENP M-A-ORAN Département de : Génie civil," 2018.
- [4] H. François, "L ' Argile , Son Utilisation a L ' Officine," pp. 2–139, 2016.
- [5]- AGENCE DE L'EAU (France) L'assainissement de l'agglomération .technique d'épuration Actuelles et évaluation étude inter agence. Avril 1994
- [6]- Angenault J. La chimie, dictionnaire encyclopédique, Dunod, Paris, 1993
- [7]- **Nevila Jozj**, Etude de matériaux argileux albanais. Caractérisation étude « Multi échelle » d'une bentonite magnésienne. Impact de l'interaction avec le nitrate de plomb sur la perméabilité, thèse doctorat, université d'Orléans, 2003.
- [8] -**Bégouën H.** (1912) *Les statues d'argile préhistoriques de la caverne du Tuc d'Audoubert (Ariège)*, Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Volume 56, Numéro 7, pp. 532-538, http://www.persee.fr/doc/crai_00650536_1912_num_56_7_73103
- [9]- **Harrat M.** "Contribution A l'amélioration Du Procédé De Fabrication De La Céramique Etude Sur Site : Unité Maghreb Céramique De Touggourt ".Thèse de magister de l'université de Kasdi Merbah Ouargla. P 5,9.
- [10]- **Bouaziz Ala-Eddine.** "Contribution A L'étude Géologique Des Argiles Maestrichtiennes Le Long De La Limite Nord-Ouest De l'Oued Bou Sellem, Sétif, Algérie". Mémoire de magister de l'université de Badji Mokhtar Annaba 2-10- 11.2012.
- [11] **H. François**, "L ' Argile , Son Utilisation a L ' Officine," pp. 2–139, 2016

Références Bibliographiques

- [12]- Ihadjadene virginie. "Utilisation de l'argile Dans un service de soins Hospitalier". Formation Hippocratus Phyto- aromathérapie. P5-6 2012.
- [13] -Brindley G.W., Tetsuya Suzuki, Thiry M., Interstratified kaolinite-smectites from the Paris Basin; correlations of layer proportions, chemical compositions, and other data. Bull. Mineral., 106, p. 403-410,1983.
- [14]- Souiki Souheila. " Les argiles du bassin de Mila – constantine: Composition minérale, chimique, caractéristiques géotechniques Et répartition des gisements". Mémoire de magister de l'université de Mentouri Constantine 42.2007.
- [15]- Bouaziz Ala-Eddine. "Contribution A L'étude Géologique Des Argiles Maestrichtiennes Le Long De La Limite Nord-Ouest De l'Oued Bou Sellem, Sétif, Algérie". Mémoire de magister de l'université de Badji Mokhtar Annaba 2-10- 11.2012.
- [16]- [17] - **F. Villieras**, Argiles : histoire d'avenir, éditions Récréateurs, dépôt légal : 2008
- [18]- **D. Merabet, H. Belkacemi**, Caractérisation minéralogique et chimique du kaolin de Tamazert (Algérie), *Annales de Chimie Science des Matériaux* (Vol. 28, No. 5, pp. 61-83). No longer published by Elsevier, octobre 2003
- [19]-**N. Cousin**, Argile, éditions Eyrolles, dépôt légal : avril 2013, ISBN : 978-2-212-55642-1
- [20]-**P. Ségalen**, Contribution à la connaissance de la couleur des sols à sesquioxydes de la zone intertropicale : sols jaunes et sols rouges. *Cah. Orstom, Sér. Pédol*, 7(2), 1969, pages 225-236.
- [21]-**P. Ségalen**, Contribution à la connaissance de la couleur des sols à sesquioxydes de la zone intertropicale : sols jaunes et sols rouges. *Cah. Orstom, Sér. Pédol*, 7(2), 1969, pages 225-236
- [22]- **K. Djedid, N. Rezak, N. Bettahar et A. Bahmani**, Utilisation de matériaux macroporeux dans le traitement des eaux polluées, Université Africaine Ahmed Draïa (Adrar), Revue des Energies Renouvelables ICESD'11 Adrar, p:249(2011).
- [23]- **Harrat M.** "Contribution à l'amélioration du procédé de fabrication de la céramique .Etude sur site : unité Maghreb céramique de Touggourt ".Mémoire de magister de l'université de Kasdi Merbah Ourgla 31/01/2007.

Références Bibliographiques

- [24]- **Samuel Péan**, Effets des polluants organiques persistants sur le comportement des poissons, Thèse de Doctorat, UNIVERSITÉ DE LA ROCHELLE Français, 13 mars 2012.
- [25].Hadj-Sadok, 1999], HADJ-SADOK, Z., K., Modélisation et estimation dans les bioréacteurs ; prise en compte des incertitudes : application au traitement de l'eau. Thèse de Doctorat de l'Université de Nice – Sophia Antipolis, Nice, France, 1999
- [26]- (Jeng H. Encyclopedia of Cancer and Society. Ed. Graham Colditz. , Los Angeles: Sage Publications Inc. **2**: 695-697) ,2007.
- [27]- (Nsikak Benson. Encyclopedia of Global Warming and Climate Change. Ed. S. Philander. Vol 3. Thousand Oaks. CA: Sage Publications Inc .**3**:813-817), 2008.
- [28]- (Park Chris. A Dictionary of Environnement and Conservation : water pollution. Oxford University Presse. Oxford Reference Online www.oxfordreference.com.edlis.ied.edu.hk/views/ENTRY.html?subview=Main&entry=t244.e8816)2007.
- [29] **Dr-HDR-TOUATI Laid**, Cours de pollution des eaux.
- [30]-**Freundlich H.** Colloid and capillarychemistry. Metheum. London(1926).
- [31]-Encyclopédie UNIVERSALIS. Les colorants (**2003**).
- [32]- **J. Shore**, Historical Development and classification of colorants & Dye structure and application properties (Chapters 1 & 3), in Colorants and auxiliaries: Organic chemistry and application properties. Vol.1: Colorants Shore. Ed., Society of Dyers and Colourists: Bradford (**1990**).
- [33] - **A. Zille**. "Laccase Reactions for Textile Applications". These Doctorat, University do Minho Escola of Engenharia. (**2005**).
- [34]- **C.L.Co**, **progressen** Dermato-Allergologie, Strasbourg. 2010, Groupe d'études et de recherche en dermato-allergologie, 75006 Paris, p : 336
- [35] **N. Barka**. L'élimination des colorants de synthèse par adsorption sur un phosphate naturel et par dégradation photocatalytique sur TiO₂ supporté, thèse doctorat, Faculté des Sciences, Agadir, 2008.

Références Bibliographiques

- [36] **M.Capon**, Courilleu V., Valette C., Chimie des couleurs et des odeurs, Nantes, Culture et technique (1999).
- [37]. **BOUSNOUBRA Ibtissem**. Contribution à l'élimination de colorants (Vert de méthyle et Bromocrésol pourpre) par procédés photochimiques en phase homogène (séparés et mélangés), en phase hétérogène en milieu aqueux et par adsorption (Vert de méthyle) sur ZnO. DOCTORAT. UNIVERSITE DES FRERES MENTOURI-CONSTANTINE1.(2017).
- [38] Sandberg, Richard G.; Henderson, Gary H.; White, Robert D.; Eyring, Edward M. (1972). "Kinetics of acid dissociation-ion recombination of aqueous methyl orange". The Journal of Physical Chemistry 76 (26): 4023–4025.
- [39] **S.Azizi** «Etude de l'adsorption de nickel par des biosorbants » Mémoire de Magister en Chimie l'Université MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU, 2012.
- [40] **Daoud T.** Bio sorption Simultanée du Plomb et du Fer sur une Biomasse Morte « La Streptomyces Rimosus », Ecole nationale polytechnique -ENP- 10 avenue hassan badi, El-Harrach -Alger, juin, 2007.
- [41] **Y. KISMIR, A.Z. AROGUZ.** « Adsorption characteristics of the hazardous dye brilliant green on Saklıkent mud»Journal. Chem. Eng.Vol172, p 199–206, 2011.
- [42] **A. Zille.** "Laccase Reactions for Textile Applications". These Doctorat, University do Minho Escola of Engenharia. (2005).
- [43] **A.Elabeled**, thèse de doctorat université Robat, Maroc, 2007
- [44] **A.Elabeled**, thèse de doctorat université Robat, Maroc, 2007
- [45] **C.E. Chitour** : « Physico-chimie des surfaces : les interfaces gaz-solide et liquide solide». Office des Publication Universitaires, Volume 2 Algérie. (1992).
- [46] **F. Al Mardini**, Etude de l'adsorption du pesticide bromacil sur charbon actif en poudre En milieu aqueux Effet compétiteur des matières organiques naturelles, thèse de Doctorat, 2008, Université de Poitiers.

Références Bibliographiques

- [47] **L Langmuir** .The adsorption of gass, mica and platinumium. J. Am. Chem. Soc., 40, 1361-1403, (1918).
- [48] **B.H.Hameed, D.K.Mahmoud and A.L.Ahmed A**, Equilibrium modeling and kinetic studies on the adsorption of basic dye by a lowcostadsorbents: coconutbunchwaste, Journal of Hazardous Materials, 158, p: 65-72, (2008).
- [49] **C.E. Chitour** : « Physico-chimie des surfaces : les interfaces gaz-solide et liquide solide». Office des Publication Universitaires, Volume 2 Algérie. (1992).
- [50]- **A .Horn**, Spectroscopie for surface science, Vol 3, Issue 5, p 458–466(1998).
- [51]- **A. Lecloux**, Catalysis science and technologie, John R. Anderson, Michel Boudart Vol 1 p:309 (1981)
- [52]- **GOMRI FATIMA**, synthèses et caractérisations d'argiles cationiques et anioniques organophiles. Elimination des chlorophénols, université FERHAT ABBASSETIF, en vue diplôme magister en génie chimique, p: 49, (2010).
- [53]- **J. Lynch** ; analyse physico-chimique des catalyseurs industriels, manuel
Pratique de caractérisation, 2emeedition, 124-300, 2001
- [54]- **S. Ivanova**, Formation de nanoparticules d'orsupportées : De la préparation à la Réactivité catalytique, thèse de doctorat, université de Louis Pasteur, 2004.
- [55]- **M. Djebbar, F. Djafri, M. Boucekara .A, Djafri**, Adsorption of phenol on natural clay, Appl Water Sci (2012) 2:77–86
- [56]-**N. FARDJAOU**I, Synthèse des aluminosilicates de type géopolymères et zéolite LTA à partir des kaolins. Application à l'adsorption des métaux lourds (Cu(II), Cr(VI)) et des colorants textiles (jaune bezanyl, vert nylomine) (2018)
- [57]-**Jozja N**. Etude de matériaux argileux Albanais, Caractérisation multi-échelle d'une bentonite magnésienne, Thèse de doctorat, Université d'Orléans, (2003).
- [58]-**G.W. BRINDLEY, M.NAKAHIRA**. The kaolinite-mullite reaction series: I Survey of outstanding problems. II Metakaolin. IV The high temperature phase. Journal of American Ceramic Society, (1959) vol. 42, p311-324.

Annexe

البطاقة التقنية للمشروع

<p>حاييس اكرام Hais Ikram</p>	<p>الاسم و اللقب Votre prénom et nom Your first and last Name</p>
<p>كي اند بيرتي KI AND PYRITY KI AND PYRITY</p>	<p>الاسم التجاري للمشروع Intitulé de votre projet Title of your Project</p>
<p>مؤسسة ناشئة up-organisation de start up organisation-start</p>	<p>الصفة القانونية للمشروع Votre statut juridique Your legal status</p>
<p>0656182724</p>	<p>رقم الهاتف Votre numéro de téléphone Your phone number</p>
<p>ikramhais722@gmail.com</p>	<p>البريد الالكتروني</p>

	<p>Votre adresse e-mail</p> <p>Your email address</p>
<p>ولاية تيارت بلدية تيارت</p> <p>Wilaya de TIARET commune de</p> <p>TIARET</p> <p>TIARET city</p>	<p>مقر مزاولة النشاط (الولاية- البلدية)</p> <p>Votre ville ou commune d'activité</p> <p>Your city or municipality of activity</p>

	<p>مؤسسة ناشئة تهتم بتحضير المواد المستعملة في تقنيات معالجة المياه.</p> <p>مؤسستنا تعتمد في على المواد الطبيعية كالطين .</p>
--	---

Value Proposition القيمة المقترحة أو العرض المقدم

تحديد المشكل الذي يواجهه الزبون

<p>تسعى مؤسستنا الى معالجة المياه الملوثة و مستعملة ,باستعمال خاصية امتزاز عبر المواد الطبيعية كالطين</p>	<p>ما هي المشكلة التي تريد حلها؟</p>
---	--------------------------------------

<p>التأثير البيئي والصحي للمواد الكيميائية</p> <p>توجه العالمي نحو استعمال المواد الطبيعية</p> <p>التشريعات البيئية والصحية والضغوط التنظيمية</p>	<p>ما هي البيانات المتوفرة لديك التي تدل على وجود</p> <p>المشكلة المحددة؟</p>
	<p>ما هي المشاريع الأخرى التي استهدفت نفس</p> <p>المشكلة والتي جرى تنفيذها؟</p>
<p>الهدف من مشروعى هو تطوير انتاج المواد</p> <p>الطبيعية لاستعمالها في مجال تنقية المياه عن</p> <p>طريق امتزاز او ترشيح</p>	<p>ماهي أهداف مشروعك و/أو نتائجه المتوقعة؟</p>

القيمة المقترحة وفق المعايير التالية

<p>تتمين استعمال المواد الطبيعية في معالجة المياه</p>	<p>القيمة المبتكرة أو الجديدة</p>
<p>تقديم بدائل طبيعية وامنة للمواد الكيميائية باغضة</p> <p>الثلث</p>	<p>القيمة بالتخصيص</p>
<p>تعتمد استراتيجية التسعير لدينا على عرض القيمة</p> <p>الفائقة لدينا ونسعى جاهدين لتقديم منتجات فعالة</p> <p>بأسعار تنافسية تعكس التكاليف الإضافية للحفاظ</p> <p>على استدامة المشروع وممارسته.</p>	<p>القيمة بالسعر</p>

<p>الجودة العالية و الفعالية , الموثوقية والابتكار , بالإضافة الى التوافق مع متطلبات السوق</p>	<p>القيمة بالأداء العالي</p>
<p>نقدم منتجات شاملة ذات جودة عالية تمثل افضل الخيارات في السوق. خدمة العملاء الممتازة بالإضافة الى التوافق مع المعايير البيئية والاجتماعية.</p>	<p>القيمة بالخدمة الشاملة</p>
<p>تتمين استعمال المواد الطبيعية في معالجة المياه</p>	<p>القيمة المبتكرة أو الجديدة</p>
<p>الاستدامة , الجودة , الابتكار , النزاهة والاخلاقيات بالإضافة الى الشراكة والتعاون .</p>	<p>قيم أخرى</p>

شرائح العملاء أو الزبائن Customer Segments

Géographique الجغرافية	Démographique (B2C)	Démographique (B2B)	Psychographique العوامل النفسية و الشخصية	Comportemental السلوكيات
Continent القارة	Age العمر	Secteur القطاع	Classe sociale لطبقة الاجتماعية	Usage استخدام
Pays الدولة	Sexe الجنس	Nombre d'employés عدد العمال في القطاع	Niveau de vie المستوى المعيشي	Loyauté الوفاء
Région الجهة	Revenus annuel متوسط الدخل	Maturité de l'entreprise نضج المؤسسة	Valeurs القيم	Intérêt اهتمام
Département الولاية	Etat matrimonial	Situation financière	Personnalité الشخصية	Passion الهواية و شغف

	الحالة الاجتماعية	الحالة المالية للمؤسسة		
Ville الدائرة او البلدية	Niveau d'étude المستوى الدراسي	Détention/ actionnariat الملكية/المساهمة	Convictions المعتقدات	Sensibilité حساسيات
Quartier الحي	Profession المهنة	Valorisation/ capitalisation boursière التقييم / القيمة السوقية	Présence digitale et sur les réseaux sociaux استعمال التكنولوجيا في التواصل	Habitude de consommation عادة الاستهلاك
Climat المناخ	Culture الثقافة	Business model نموذج الأعمال	Centres d'intérêts مراكز الاهتمام	Mode de paiement طرق الدفع
	Religion الدين	Secteur servi القطاع الذي يخدمه		Connaissance المعرفة

	Langue اللغة	Technologie utilisée التكنولوجيا المستعملة		Nature de la demande طبيعة الطلب
		Format du produit ou packaging شكل المنتج أو التعبئة والتغليف		Fréquence d'achat عدد مرات الطلب على السلعة

Channels قنوات التوزيع

مبيعات المباشرة	محطات خاصة، موقع الكتروني
تجار الجملة	محطات خاصة والتي تهتم بمجال المياه معالجة
الموزعون	
توزيع التجزئة	الموزعين والموردين

Customer Relationship العلاقة مع العملاء

كيف تدير علاقاتك مع العملاء؟	1. فهم احتياجات العملاء.
------------------------------	--------------------------

<p>2. توفير حلول مخصصة.</p> <p>3. الاتصال الفعال.</p> <p>4. بناء الثقة والمصداقية.</p> <p>5. استخدام التكنولوجيا.</p> <p>6. التعلم المستمر.</p>	
<p>Salesforce</p> <p>Hup spot CRM</p> <p>Sap CRM</p>	<p>ماهية أهم البرامج التي ستعتمد عليها في ادارة العلاقة مع الزبون</p> <p>Microsoft Dynamics</p> <p>Monday CRM</p> <p>Zoho CRM</p> <p>الخ.....</p>

Key Partners الشركاء الأساسيون

الشركاء الأساسيون Key Partners	الشركاء الأساسيون Key Partners	الشركاء الأساسيون Key Partners
الشركاء الأساسيون Key Partners	الشركاء الأساسيون Key Partners	الشركاء الأساسيون Key Partners
الشركاء الأساسيون Key Partners	الشركاء الأساسيون Key Partners	الشركاء الأساسيون Key Partners

الشركاء الأساسيون Key Partners	الشركاء الأساسيون Key Partners	الشركاء الأساسيون Key Partners
-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

قم بكتابة قائمة الشركاء الرئيسيون لمشروعك بالتفصيل مع ذكر الإسم، الهاتف، العنوان... إلخ

structure Costs هيكل التكاليف

10 ملايين سنتيم	تكاليف التعريف بالمنتج أو المؤسسة Frais d'établissement
40 مليون سنتيم	تكاليف الحصول على العدادات (الماء - الكهرباء) Frais d'ouverture de compteurs (eaux-gaz-....)
30 مليون سنتيم .	تكاليف (التكوين - برامج الاعلام الالي المختصة) Logiciels, formations
/	Dépôt marque, brevet, modèle تكاليف براءة الاختراع و الحماية الصناعية و التجارية
/	Droits d'entrée تكاليف الحصول على تكنولوجيا او ترخيص استعمالها
/	Achat fonds de commerce ou parts شراء الأصول التجارية أو الأسهم
50 مليون سنتيم	Droit au bail الحق في الإيجار
/	Caution ou dépôt de garantie وديعة أو وديعة تأمين
/	Frais de dossier

	رسوم إيداع الملفات
10 مليون سنتيم.	Frais de notaire ou d'avocat تكاليف الموثق-المحامي-.....
30 مليون سنتيم.	Enseigne et éléments de communication تكاليف التعريف بالعلامة و تكاليف قنوات الاتصال
/	Achat immobilier شراء العقارات
300 مليون سنتيم.	Travaux et aménagements الأعمال والتحسينات الاماكن
10 مليار سنتيم.	Matériel الآلات- المركبات- الاجهزة
50 مليون سنتيم .	Matériel de bureau تجهيزات المكتب
10 مليون سنتيم.	Stock de matières et produits تكاليف التخزين
3 مليار سنتيم.	Trésorerie de départ التدفق النقدي (الصندوق) الذي تحتاجه في بداية المشروع.

المجموع =

نفقاتك أو التكاليف الثابتة الخاصة بمشروعك

4 مليون سنتيم .	Assurances التأمينات
10 مليون سنتيم .	Téléphone, internet الهاتف و الانترنت
5 مليون سنتيم.	Autres abonnements

	اشتراقات أخرى
50 مليون سنتيم.	Carburant, transports الوقود و تكاليف النقل
100 مليون سنتيم.	Frais de déplacement et hébergement تكاليف التنقل و المبيت
20 مليون سنتيم.	Eau, électricité, gaz فواتير الماء - الكهرباء - الغاز
10 مليون سنتيم.	Mutuelle التعاضدية الاجتماعية
50 مليون سنتيم.	Fournitures diverses لوازم متنوعة
8 مليون سنتيم.	Entretien matériel et vêtements صيانة المعدات والملابس
20 مليون سنتيم.	Nettoyage des locaux تنظيف المباني
10 مليون سنتيم.	Budget publicité et communication ميزانية الإعلان والاتصالات

المجموع = مليون سنتيم 373

Revenue Stream مصادر الإيرادات

/	Apport personnel ou familial المساهمة الشخصية أو العائلية
/	Apports en nature (en valeur) التبرعات العينية

/	Prêt n°1 (nom de la banque) قرض رقم 1 اسم البنك
/	Prêt n°2 (nom de la banque) قرض رقم 2 اسم البنك
/	Prêt n°3 (nom de la banque) قرض رقم 3 اسم البنك
/	Subvention n°1 (libellé) منحة 1
/	Subvention n°2 (libellé) منحة 2
/	Autre financement (libellé) تمويل آخر

المجموع = 00

رقم الأعمال

Votre chiffre d'affaires de la première année بيع المنتج في السنة الأولى

متوسط أيام العمل في الشهر	بيع المنتج في السنة الأولى
20	1 Mois الشهر
20	2 Mois الشهر

20	3Mois الشهر
20	4Mois الشهر
20	5Mois الشهر
20	6Mois الشهر
20	7Mois الشهر
20	8Mois الشهر
20	9Mois الشهر
20	10Mois الشهر
20	11Mois الشهر
20	12Mois الشهر

المجموع =

النسبة المئوية للزيادة في حجم الأعمال بين كل شهر لسنة الأولى؟

Votre chiffre d'affaires de la deuxième année بيع المنتج في السنة الثانية

متوسط أيام العمل في الشهر	بيع المنتج في السنة الثانية
20	1Mois الشهر
20	2Mois الشهر
20	3Mois الشهر

20	4Mois الشهر
20	5Mois الشهر
20	6Mois الشهر
20	7Mois الشهر
20	8Mois الشهر
20	9Mois الشهر
20	10Mois الشهر
20	11Mois الشهر
20	12Mois الشهر

المجموع =

النسبة المئوية للزيادة في حجم الأعمال بين كل شهر لسنة الثانية؟

بيع المنتج في السنة الثالثة **Votre chiffre d'affaires de la troisième année**

متوسط أيام العمل في الشهر	بيع المنتج في السنة الثالثة
20	1Mois الشهر
20	2Mois الشهر
20	3Mois الشهر
20	4Mois الشهر

20	5Mois الشهر
20	6Mois الشهر
20	7Mois الشهر
20	8Mois الشهر
20	9Mois الشهر
20	10Mois الشهر
20	11Mois الشهر
20	12Mois الشهر

المجموع =

النسبة المئوية للزيادة في حجم الأعمال بين كل شهر لسنة الثالثة ؟

تطور حجم رقم الأعمال في السنة

- النسبة المئوية للزيادة في حجم الأعمال بين السنة 1 والسنة 2؟
- النسبة المئوية للزيادة في حجم الأعمال بين السنة 2 والسنة 3 ؟

حاجتك لرأس المال العامل

2 00 مليون سنتيم.	رواتب الموظفين Salaires employés
/	صافي أجور المسؤولين Rémunération nette dirigeant

<p>Key Partners</p> <p>Who are our Key Partners? Who are our key suppliers? Which Key Resources are we acquiring from partners? Which Activities do partners perform?</p> <p>MOTIVATIONS FOR PARTNERS Optimization and economy, Reduction of risk and uncertainty, Acquisition of particular resources and activities</p>	<p>Key Activities</p> <p>What Key Activities do our Value Propositions require? Our Distribution Channels? Customer Relationships? Revenue Streams?</p> <p>CATEGORIES: Production, Problem Solving, Platform/Network</p>	<p>Value Propositions</p> <p>What value do we deliver to the customer? Which one of our customer problems are we helping to solve? bundles of products and services we offering to each Customer Segment? Which customer needs are we satisfying?</p> <p>CHARACTERISTICS: Newness, Performance, Customization, “the Job Done”, Design, Brand/Label, Price, Cost Reduction, Risk Reduction, Accessibility, Convenience/Usability</p>	<p>Customer Segments</p> <p>What type of Customer Segments are we establishing with the rest of the market? Which are the most costly are the segments to serve?</p>
	<p>Key Resources</p> <p>What Key Resources do our Value Propositions require? Our Distribution Channels? Customer Relationships? Revenue Streams?</p> <p>TYPES OF RESOURCES: Physical, Intellectual (brand patents, copyrights), Human, Financial</p>		<p>Channels</p> <p>Through which Channels are we reaching our Customer Segments? Which Channels are the most effective? Which are the most cost-effective? How are we interacting with our Customer Segments?</p>

<p>Cost Structure</p> <p>What are the most important costs inherent in our business model? Which Key Resources are most expensive? Which Key Activities are most expensive?</p> <p>BUSINESS MODELS: Cost Driven (leanest cost structure, low price value proposition, mass automation, extensive outsourcing), Value Driven (focused on value creation, premium value proposition).</p> <p>CHARACTERISTICS: Fixed Costs (salaries, rents, utilities), Variable costs, Economies of scale, Economies of scope</p>	<p>Revenue Streams</p> <p>For what value are our customers currently paying? How would they contribute to overall revenues?</p> <p>PRICING: Fixed Pricing: List Price, Premium Pricing, Discount Pricing, Dynamic Pricing: Negotiated Pricing, Usage-based Pricing, Advertising</p>
---	---

<p>Partenaires clés</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fournisseurs de matière naturelle (argile). • Partenaires de distribution (comme l'expédition et Entreprises de livraison). • Entreprises de captage des eaux pluviales, des eaux pluviales, des sablières et des collecteurs de drainage. 	<p>Activités de base</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recherche et développement Pour créer de nouveaux produits et Améliorer ceux existants. • Fabrication et conditionnement de produits. • Marketing et promotion produits. • Gestion des ventes et service client. 	<p>Propositions de valeur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Assurer la sécurité et Efficacité des produits naturels • Affichage naturel Alternatives aux produits chimiques traditionnels. Promouvoir la santé est une manière naturelle et durable. 	<p>GRC</p> <ul style="list-style-type: none"> • Excellent s Et un soutie • Programm Remises sp Clients régu • Fournir de et Astuces et c Connecté.
	<p>Ressources clés</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recherche et développement une équipe. 		<p>Canaux</p> <ul style="list-style-type: none"> • Magasins c • Vente en li

	<ul style="list-style-type: none"> • Matières premières (argile). • Usine ou unité de production. • Commerce électronique et numérique <p>Plateformes de commercialisation.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Service client et <p>Le personnel de marketing</p>		<p>site Web d'</p> <ul style="list-style-type: none"> • Médias sociaux marketing en • Exposition
<p>La structure des coûts</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coûts des matières premières (argile). • Coûts de production (usine, machines, main d'œuvre). • Frais de marketing et de promotion. • Frais d'expédition et de distribution. 		<p>Revenue Streams</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abonnements mensuels ou réduit. • Travailler des partenariats à polluées. 	

- Frais de recherche et développement.