

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
المركز الجامعي بلحاج بوشعيب لعين تموشنت
Centre Universitaire Belhadj Bouchaib d'Ain-Temouchent
Institut des Sciences et de la Technologie
Département de Génie de l'eau et de l'environnement



Projet de fin d'études
Pour l'obtention du diplôme de Master en :
Domaine : SCIENCE ET TECHNOLOGIE
Filière : **HYDRAULIQUE**
Spécialité : SCIENCES DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT
Thème

**TRAITEMENT DES EAUX PAR ADSORPTION SUR CHARBON DU BOIS
DE VIGNE ISSUE DE LA BIOMASSE LOCALE**

Présenté Par :
Mr NEMMICHE SAID

Soutenu le : 30/05/2016

Devant les jurys composés de :

Mr	GUEMOU . B	C.U.B.B (Ain Temouchent)	Président
Mr	BELARBI . L	C.U.B.B (Ain Temouchent)	Encadrant
Melle	BENCHEKOR . H	C.U.B.B (Ain Temouchent)	Examineur
Mr	KADDOUR.A	C.U.B.B (Ain Temouchent)	Examineur

Année universitaire 2015/2016

DEDICACE

Je dédie ce travail à mon père et ma mère que dieu les protégés.

À mes enfants YACINE et AYA (HAYAT) et ma femme,

À mon frère MOHAMED, et mes deux sœurs et leurs petites familles,

À toute la famille,

À mes élèves et tous les étudiants,

À mes collègues...

SAID

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé aux laboratoires de l'institut des sciences et technologie (laboratoire de matériaux et de construction N°01, laboratoire de chimie N°04, et laboratoire d'hydraulique N°14) au niveau du centre universitaire Belhadj Bouchaib- Ain Témouchent.

Je remercie tout d'abord mon grand seigneur ALLAH le tout puissant à la santé et à la volonté qu'il m'a donné pour terminer ce travail,

Je tiens vivement à remercier mon encadreur, le directeur Mr : LAHCENE BELARBI, pour tout le soutien qu'il m'a accordé, et pour l'intérêt constant qu'il a porté à ce travail, pour sa patience, sa confiance, son encouragement, et Son œil critique qui nous a été très précieux pour structurer le travail, je l'en remercie sincèrement et profondément.

Je tiens à remercier chaleureusement Mr : KEDDOU ADEL chef service des laboratoires pour la patience, la sympathie, pour sa disponibilité, la qualité de ses conseils et avis sur les travaux que j'ai pu mener, ainsi je remercie tous l'équipe de laboratoires.

Je tiens à remercier Monsieur GUEMOU d'avoir accepté de présider le jury de ce mémoire. Je remercie, également, Melle BENCHEKOR, ainsi que Monsieur KADOUR d'avoir accepté d'examiner ce travail et faire partie de ce jury.

Mes remerciements vont également à Mr : Soufi KACIMI, pour leur aide (surtout pour le logiciel Origine 6.0), merci infiniment.

Mes remerciements à toutes les personnes de près comme de loin qui ont contribué à l'élaboration de ce travail.

ABREVIATIONS

H (%) Le taux d'humidité du bois

W_0 : La masse de bois anhydre

G : nombre de molécules fixées par unité de surface

C : concentration du soluté

ds : variation de la tension superficielle du solvant

C_0 : concentration initiale du soluté adsorbé en (mg/l);

C_e : concentration du soluté à l'équilibre dans la solution en (mg/l);

X : masse du soluté fixée en (mg/l) ;

m : masse de l'adsorbant;

(X/m): quantité du soluté adsorbée par unité de masse de l'adsorbant en (mg/g);

V : volume de la solution (L).

B.E.T : l'isotherme de BRUNAUER, EMMET et TELLER

b: paramètre de langmuir

σ : Tension superficielle (énergie accumulée en surface);

Γ : Excès positif ou négatif de substances dissoutes fixées par unité de surface;

(X/m): Quantité adsorbée par gramme de solide en (mg/g);

C_e : Concentration à l'équilibre en (mg/l);

K_F et n : Paramètres de Freundlich, caractéristiques de la solution et de l'adsorbant

K_e : Constante d'équilibre;

ΔQ : Variation de l'énergie d'adsorption;

(X/m) : Quantité du soluté fixée par unité de masse du solide (mg/g);

(X/m)₀ : Capacité initiale d'adsorption, en (mg/g).

X₀: masse d'impuretés adsorbée par la première couche;

ρ_s : La masse volumique

V_s : Le volume de sciure.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : La vigne.....	5
Figure 2 : La forme de la vigne.....	5
Figure 3 : Structure macromoléculaire de la lignine.....	7
Figure.4 : Section transversale d'un tronc d'arbre	8
Figure.5 : Coupe transversale de bois de printemps et bois d'été dans un accroissement annuel de pin maritime.....	9
Figure.6 : Section transversale d'un tronc d'arbre.....	10
Figure 7 : Structure des résineux.....	11
Figure 8 : Structure des feuillus.....	12
Figure9 : Représentation schématique des différentes couches de la paroi cellulaire.....	13
Figure.10 : Proportion relative en cellulose, hémicelluloses et lignine dans la paroi cellulaire.....	15
Figure.11 : Ponts hydrogènes intramoléculaires et intermoléculaires entre deux macromolécules adjacentes de cellulose.....	16
Figure.12 : Structure chimique partielle de deux hémicelluloses	17
Figure.13 : Précurseurs de la biosynthèse de la lignine.....	18
Figure 14 : Schéma simplifié représentant le phénomène d'adsorption.....	23
Figure 15 : Les étapes de l'adsorption.....	26
Figure 16 : Cinétique de l'adsorption.....	27
Figure 17 : Classification des isothermes d'adsorption	30
Figure 18 : Représentation schématique de l'hypothèse des multicouches.....	33
Figure 19 : Dénichée de l'écorce du bois et découpage avec une scie.....	38
Figure 20 :-Déshydratation dans une étuve pendant 24 heures	39
Figure 21 : Broyage avec un cutteur de laboratoire.....	39
Figure 22 : Tamisage avec un tamis de diamètre de 1mm.....	39
Figure23 : Distribution en poids des particules.....	40
Figure24 : Tamis-vibreux.....	41
Figure 25 : Pycnomètre est porté à ébullition pendant au moins une 1h.....	42

Figure 26 : Méthode de Blaine.....	46
Figure 27 : Manomètre de BLAINE.....	48
Figure 28 : Schéma de l'appareil	49
Figure 29 : Les sciures du bois de vigne ont été lavées à l'eau distillée pendant 30 min.....	51
Figure 30 : Montage de chauffage à reflux des différentes solutions.....	51
Figure 31 : Spectrophotomètre (JENWAY 6800 UV-Visible).....	52
Figure 32 : Le spectre électromagnétique.....	55
Figure 33 : Différents niveaux énergétiques et les transitions électroniques entre eux.....	58
Figure 34 : Profil de spectre dans l'appareil UV-visible (JENWAY 6800).....	60
Figure 35 : Structure chimique du bleu de méthylène.....	61
Figure 36 : Le spectre d'absorbance du BM.....	62
Figure 37 : Courbe granulométrique (Les Branches/sarments).....	66
Figure 38 :-Courbe-granulométrique-(Les-troncs/ceps).....	67
Figure 39 : Classification des sols grenus	68
Figure 40 : Absorbance en fonction des concentrations initiales de Bleu de Méthylène (mol/l).....	72
Figure 41 : Cinétique d'adsorption de S1,m1	75
Figure 42 : Cinétique d'adsorption de S1,m2.....	76
Figure.44 : comparaison des cinétiques d'absorbance de différentes masses de S1.	78
Figure 45 : courbe de l'absorbance en fonction de la masse à temps t = 10 min.	79
Figure 46 : Cinétique d'adsorption de S2,m1	80
Figure 47 : Cinétique d'adsorption de S2,m2.....	81
Figure 48 : Comparaison de l'Absorbance de la sciure S2: 125/250µm en différents masses m 1=1g, m 2=2g, m3=3g.....	82
Figure 49 : courbe de l'absorbance en fonction de la masse à temps t = 10 min.....	83
Figure 50 : Cinétique d'adsorption de S3,m1	84
Figure 51 : Cinétique d'adsorption de S3,m2.....	85
Figure 52 : Cinétique d'adsorption de S3,m3.....	86

Figure 53 : Comparaison de l'Absorbance de la sciure S3: 500 μ m/ 1mm en différents masses m 1=1g, m 2=2g, m3=3g.....87

Figure 54 : courbe de l'absorbance en fonction de la masse à temps t = 10 min.....88

Figure 55 : Comparaison des absorbances de différentes tailles S1, S2 et S3 pour une masse constante m1=1g.....90

LISTE DES TABLEAUX

Tableau.1 : Composition relative des différents constituants du bois.....	15
Tableau 2 : Différences entre physisorption et chimisorption.....	25
Tableau 3 : Caractéristiques du bleu de méthylène.....	61
Tableau 4 : Analyse granulométrique des sciures des Branches (sarments).....	64
Tableau 5 : Analyse granulométrique des sciures des troncs (ceps).....	65
Tableau 6 : Détermination de la masse volumique des particules.....	69
Tableau 7 : Les absorbances des différentes concentrations de BM :.....	71
Tableau 8 : La capacité d'adsorption en fonction de la concentration initiale en BM.....	73
Tableau 9 : Les rendements de rétention et de la capacité d'adsorption en fonction du temps d'un support traité par acide sulfurique de 10%.....	74
Tableau 10 : Absorbance de la sciure S1 : 80/125 μ m / $m_1 = 1$ g	75
Tableau 11 : Absorbance de la sciure S1: 80/125 μ m / $m_2 = 2$ g.....	76
Tableau 13 : Comparaison des absorbances de différentes masses et de même taille :.....	77
Tableau 14 : comparaison de l'absorbance en fonction de masses à un temps de 10 min.....	79
Tableau 15 : Absorbance de la sciure S2: 125/250 μ m / $m_1 = 1$ g	80
Tableau 16 : Absorbance de la sciure S2: 125/250 μ m / $m_2 = 2$ g.....	81
Tableau 17 : Comparaison des Absorbance de la sciure S2: 125/250 μ m.....	82
Tableau 18 : comparaison de l'absorbance en fonction de masses à un temps de 10 min.....	83
Tableau 19 : Absorbance de la sciure S3: 500 μ m/1mm / $m_1 = 1$ g.....	84
Tableau 20 : Absorbance de la sciure S3: 500 μ m/1mm / $m_2 = 2$ g.....	85
Tableau 21 : Comparaison des Absorbance de la sciure S2: 125/250 μ m.....	86
Tableau 22 : Comparaison des Absorbance de la sciure S3: 500 μ m/ 1 mm.....	87
Tableau 23 : comparaison de l'absorbance en fonction de masses à un temps de 10 min.....	88
Tableau 24 : Comparaison des absorbances de différentes tailles S1, S2 et S3 pour une masse constante $m_1 = 1$ g.....	89

SOMMAIRE

Dédicaces

Remerciements

Abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

SOMMAIRE

Introduction générale

Partie 1 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE.....1

CHAPITRE I : LE BOIS ET POLYSACCHARIDES.....2

I.1 : Introduction :3

I.2 : Généralités sur le bois naturel (Historique).....4

I.2.1 : Le bois de vigne.....5

I.2.2 : Composition chimique de la vigne.....6

I.3. Structure et morphologie du bois.....8

I.3.1 : Echelle macroscopique.....8

a) Le cambium, le liber et l'aubier.....8

b) La croissance annuelle : bois d'été et bois de printemps.....8

c) Aubier et duramen.....9

I.3.2 : À l'échelle microscopique :11

a) Le plan ligneux des résineux et feuillus.....11

I.3.3 : Ultrastructure du bois.....12

I.3.3.1 : La couche intercellulaire.....13

I.3.3.2 : La paroi primaire.....13

I.3.3.3 : La paroi secondaire.....14

I.4 : Composition chimique du bois.....14

I.4.1 : La cellulose.....16

I.4.2) Les hémicelluloses.....17

I.4.3) La lignine.....17

I.4.4 : Les extractibles.....18

I.4.5 : Les cendres.....19

1.5 : Hygroscopie du bois.....	19
1.5.1 : Mesure du taux d'humidité.....	19
1.5.2 : L'eau dans le bois	20
CHAPITRE II : ADSORPTION.....	21
II.1 : Introduction.....	22
II.2 : Phénomène de l'Adsorption.....	23
II.3 : Nature de l'adsorption:.....	24
II-3-1 : L'adsorption physique:.....	24
II-3-2 : L'adsorption chimique:.....	25
II.4 : Cinétique de l'adsorption.....	26
II.5 : Les isothermes d'adsorption:.....	27
II-5-1 Isotherme de LANGMUIR:.....	29
II-5-2 Isotherme d'adsorption de Freundlich:.....	31
II-5-3 Isotherme de Temkin:.....	32
II-5-4 Isotherme B. E. T (BRUNAUER, EMMET et TELLER):.....	33
II.6: Les facteurs influençant sur le phénomène de l'adsorption.....	34
II.7 : Le dimensionnement.....	35
II.7.1 : Mesure de la porosité.....	35

Partie 2 : PARTIE EXPERIMENTALE.....36

Chapitre III : MATERIELS ET METHODES37

III.1) Préparation physique du bois de vigne :.....	38
III.2) Analyse granulométrique :.....	40
2.1) Classes Granulaires.....	40
2.2) Objectif.....	41
2.3) Matériel Utilisé.....	41
III.3) Détermination de la masse volumique des particules des sciures du bois de vigne :.....	42
3.1) Méthode du pycnomètre à eau :.....	42

3.1.1) Définition-terminologique.....	42
3.1.2) Principes.....	42
3.1.3) Méthode.....	42
3.5) Appareillage :.....	43
3.6) mode opératoire :.....	43
a) par dépression.....	44
b) par ébullition.....	44
3.7) Expression.....	44
III.4) Détermination de la finesse.....	45
4.1) Mode opératoire.....	45
4.1.1) Vérification du tamis :.....	45
4.2.1) Détermination du résidu de la sciure de bois de vigne :.....	45
4.2) Vérification du tamis.....	45
4.3) Méthode par perméabilité à l'air (méthode Blaine).....	46
4.3.1) Principe.....	46
4.3.2) Appareils.....	47
a) Cellule de perméabilité.....	47
b) Disque perforé.....	47
c) Piston plongeur.....	47
d) Manomètre.....	47
e) Liquide manométrique.....	48
f) Chronomètre.....	48
g) Balance.....	48
h) Pycnomètre.....	49
4.3.3) Matériaux :.....	49
a) Mercure.....	49
b) Échantillon de référence.....	49

c) Huile légère.....	49
d) Disques circulaires de papier filtre.....	49
e) Graisse légère.....	49
4.3.4) Conditions et Procédure d'essai.....	50
III.5) Traitement chimique du bois de vigne.....	51
5.1) Chauffage à reflux.....	51
III.6) ETUDE CINETIQUE.....	52
6.1) Dispositif expérimental et protocole de suivi :.....	52
6.2) Méthode utilisée : Spectrophotométrie d'absorption UV-Visible.....	52
6.2.1) Généralités	52
6.2.2) Théorie fondamentale de la spectroscopie électronique :.....	53
a) Absorption et émission de photons :.....	53
b) Domaines de fréquences des spectres d'absorption	54
c) Spectre électronique des molécules polyatomiques.....	56
6.3) La loi de Beer-Lambert :.....	57
6.3.1 : Classification des transitions électroniques.....	58
6.3.2 : Intensités des transitions électroniques et différences entre elles	59
6.4) Description de l'appareil.....	60
6.5) Le Bleu de Méthylène	61
6.5.1) Généralité.....	61
CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	63
IV.1) Analyse granulométrique.....	64
* Tracé de la courbe granulométrique.....	66
* Interprétation des courbes.....	68
IV.2 : Détermination de la masse volumique des sciures du bois de vigne	69
IV.3) Détermination de la finesse.....	69
VI.3.1) Fiche de contrôle (surface spécifique)	70

IV.4) Courbe d'étalonnage du bleu de méthylène :.....	71
IV.5) Isothermes d'adsorption.....	73
5.1) Détermination de type d'isotherme.....	73
VI.3) Optimisation des supports (Le choix) :.....	74
Conclusion générale.....	91
Références Bibliographiques	

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

L'utilisation accrue de certains produits chimiques d'origine industrielle (colorants, détergents, hydrocarbures, engrais, pesticides) ou médicales (antipaludéens, antibiotiques, analgésiques, etc.) est à la base de nombreux cas de pollution des eaux, des sols, de l'air ou d'intoxication accidentelles ou volontaires, suscite à l'heure actuelle une attention particulière à l'échelle mondiale. On assiste aujourd'hui de plus en plus à de nombreux cas d'altérations des écosystèmes et à des problèmes de santé publique pouvant conduire à l'élimination des espèces vivantes (végétaux, animaux, hommes).

De nombreux scientifiques des différentes disciplines s'intéressent, de plus en plus, à l'identification et à l'élimination des polluants de l'environnement. A cet effet, on recourt souvent à l'adsorption sur charbon actif, notamment pour l'élimination des produits toxiques, des micropolluants ou inorganiques de l'eau, la décoloration des huiles végétale et la purification de nombreux produits. [1]

La biomasse est une source abondante et renouvelable de biopolymères qui intéressent fortement les acteurs du développement durable et de la Chimie verte. Les matériaux lignocellulosiques, parmi lesquels la cellulose, les hémicelluloses ou encore les lignines, comptent pour environ 80% de cette biomasse. Les hémicelluloses sont, après la cellulose, le second polymère naturel le plus abondant sur Terre. En raison de leurs propriétés chimiques remarquables mais aussi de leurs activités biologiques diversifiées, les hémicelluloses sont aujourd'hui considérées, au même titre que la cellulose et l'amidon, comme des polysaccharides d'intérêt industriel. Encore nettement moins utilisées que leurs homologues, elles sont considérées comme des polymères en devenir si l'on en juge par les valorisations récentes dans le domaine des biocarburants. Elles sont principalement présentes dans les céréales ; le bois en contient également des quantités significatives. [4]

La région d'Ain Temouchent, possède une superficie totale des vignobles de 13156 hectares, ce qui place la région à la tête de la viticulture Algérienne, avec une production qui représente 25% de la production nationale et 40% des vitivinicoles de l'Ouest Algérien. [2],[3]

Ce pendant l'activité agricole dans la wilaya d'Ain-Temouchent, et plus particulièrement la filière de la vigne, génère des quantités considérables de déchets ou produits issus de la vigne plus de 43 842.37 tonnes chaque année, tels que des branches et de tronc notamment, proviennent le taillage de la vigne.

À l'issue de ces chiffres importants que nous avons eu l'idée de valoriser la biomasse cellulosique dans la région qui se rejettent chaque année dans la nature et parfois encombrant pour les agriculteurs.

L'objet de ce travail est, dans un premier temps, de caractériser l'adsorbant qui est le Bois de Vigne et l'adsorbant qui n'est d'autre que le Bleu de Méthylène. Dans un deuxième temps, d'étudier l'adsorption de Bleu de Méthylène, sur le Bois de Vigne tout en focalisant notre intérêt sur les facteurs qui ont grande influence sur le phénomène en question pour élucider son mécanisme.

Notre mémoire est structuré en deux grandes parties:

- La première partie concerne l'étude bibliographique, elle-même subdivisée en deux chapitres, le premier est consacré à l'étude des structures du bois et des polysaccharides, le deuxième concerne la théorie de phénomène d'adsorption.
- La deuxième partie expérimentale est répartie en deux chapitres, le premier est consacré aux matériels et méthodes. Est enfin le dernier chapitre pour les résultats et discussions.

Partie I :

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I :
LE BOIS ET POLYSACCHARIDES

I.1 : Introduction :

Le bois est l'un des plus anciens matériaux utilisés par l'être humain. Actuellement, il est notablement employé comme matériau massif dans l'ameublement, la construction et les aménagements collectifs extérieurs (murs antibruit, poteaux téléphoniques, rambardes de sécurité routière, etc...). Le bois est un matériau particulier dont ses propriétés varient en fonction de différents facteurs. Les arbres étant des êtres naturels, vivants et très diversifiés, les propriétés du bois varient selon le type d'essence, les conditions de croissance et le taux d'humidité. Le bois est considéré comme étant un matériau anisotrope, c'est-à-dire que ses propriétés varient selon les différentes directions.

L'aptitude que possède le bois à absorber l'humidité (hygroscopicité) est une caractéristique majeure qui vise ce matériau. Lorsqu'il varie, le taux d'humidité provoque des changements dimensionnels du matériau (retrait et gonflement). L'humidité est également responsable de la pourriture du bois quand elle est en présence de certaines autres conditions environnantes. [5]

Le développement actuel des traitements du bois est lié au contexte général des ressources et de l'emploi de ce matériau. Il nous a donc paru souhaitable d'introduire quelques données générales à ce sujet. Parallèlement, on assiste à un développement important des préoccupations environnementales. L'utilisation du bois peut avoir un impact favorable dans ce domaine, car c'est une ressource naturelle renouvelable. [6]

Le bois est un matériau écologique qui, dans le contexte de développement durable actuel, suscite un intérêt croissant. Il possède notamment de nombreux avantages techniques : Une bonne résistance mécanique, un module élastique élevé, une faible densité, des propriétés isolantes, un caractère renouvelable, un faible coût et un esthétisme agréable. Mais lorsqu'il est utilisé en tant que matériau, il présente certains défauts liés notamment à son anisotropie, son caractère hydrophile et sa photosensibilité ; ces propriétés ont un impact non négligeable sur son vieillissement (instabilité dimensionnelle, biodégradation, photodégradation...).

Le caractère hydrophile de la matière lignocellulosique est également responsable des problèmes de compatibilité entre fibre et matrice, lorsque le bois est utilisé en tant que charge, dans le domaine des composites à matrice polymère. Tous ces défauts nécessitent donc

l'utilisation de traitements de préservation, ou de méthodes de fonctionnalisation, destinés à minimiser leurs effets. [6]

L'adsorption peut être positive ou négative ?

- Adsorption positive : les molécules vont de la solution vers la surface adsorbante.
- Adsorption négative : les molécules vont de la surface adsorbante vers la solution.

Pour répondre à des questions de ce type, qui découlent d'une observation courante des faits, nous envisagerons la réaction chimique sous deux aspects fondamentaux :

- **Aspect thermodynamique** : il concerne les caractéristiques énergétiques de la réaction, indépendamment de l'évolution dans le temps ;

- **Aspect cinétique** : c'est l'étude du déroulement de la réaction au cours du temps. [7]

I.2 : Généralités sur le bois naturel (Historique) :

La norme NF B50-003 [7] définit le bois comme un ensemble de tissus résistants secondaires (de soutien, de conduction, et de mise en réserve) qui forment les troncs, branches et racines des plantes ligneuses. Issu du fonctionnement du cambium périphérique, il est situé entre celui-ci et la moelle. [8]

Le bois est un matériau particulier dont ses propriétés varient en fonction de différents facteurs. Les arbres étant des êtres naturels, vivants et très diversifiés, les propriétés du bois varient selon le type d'essence, les conditions de croissance et le taux d'humidité. Le bois est considéré comme étant un matériau anisotrope, c'est-à-dire que ses propriétés varient selon les différentes directions.

L'aptitude que possède le bois à absorber l'humidité (hygroscopicité) est une caractéristique majeure qui vise ce matériau. Lorsqu'il varie, le taux d'humidité provoque des changements dimensionnels du matériau (retrait et gonflement). L'humidité est également responsable de la pourriture du bois quand elle est en présence de certaines autres conditions environnantes.[5]

I.2.1 : Le bois de vigne :

La vigne appartenant à la famille des Ampélodacées, qui comprend une dizaine de genre, la vigne est une espèce génétique du genre *Vitis* dont il est retrouvé de nombreuses espèces.



Figure.1 : La vigne

La vigne est un arbuste d'environ **80 cm** de haut, doté d'une forte et longue racine profonde et d'une tige ligneuse épaisse, tordue et grimpante, grâce à des vrilles dont les rameaux, également appelés sarments, sont porteurs de feuilles de couleur verte à rouge orangé. Les feuilles de vignes sont palmées et nervurées.

Elles comportent cinq lobes aigus principaux en forme de cœur à la base et aux bords dentés, avec une face inférieure duveteuse. Ses fleurs sont petites, verdâtres et regroupées en grappes composées.

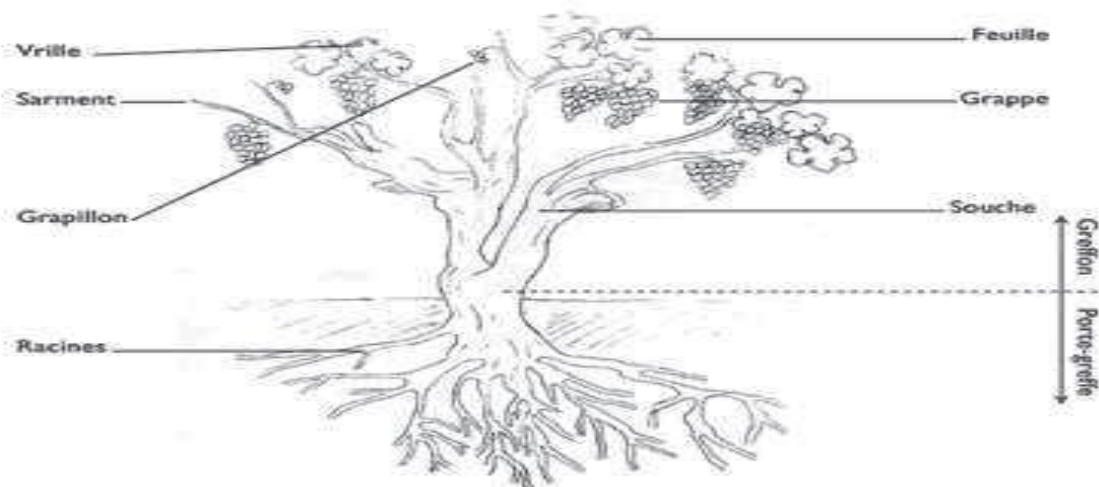


Figure.2 : La forme de la vigne

I.2.2 : Composition chimique de la vigne :

La vigne est une plante ligneuse riche en sucre et en composés phénoliques. En fonction de son stade de développement, la concentration moléculaire des composés chimiques varie, autant dans les baies que dans les feuilles ou dans les ceps. En règle générale le sucre et l'eau sont des substances retrouvées à la maturité du raisin. On retrouve également des composés phénoliques, tels que : les flavonoïdes représentés par le groupe des flavonols, des aldéhydes (éthanal, propanal, vanilline...), des anthocyanes et des tanins condensés et les non-flavonoïdes représentés par les acides phénoliques et les stilbènes principalement [9], et d'autres familles de composés, tels que :

- Les lignocelluloses,
- Les acides de type malique, tartrique et citrique...,
- Les sucres tels que le fructose, le glucose, le lévulose, pectine et polysaccharides,
- Terpènes tels que le citrol, le geraniol...,
- Les inositols (Inositols phosphates et myoinositols..),
- Les vitamines (A, B1, B2, C...),
- Les minéraux.

*** Les sarments de vigne, souche d'arrachage et charpente :**

La vigne produit, en condition normale **2 à 4 tonnes** de sarments par hectare et par an. Outre son utilisation dans la fabrication de divers objets tels que des cannes, ils sont également utilisés comme :

- Combustible domestique sous forme de charbon,
- Matériel drainant,
- Matériau pour la préparation du papier,
- Source d'amidon, de sucres, de polyphénol,
- Matière première pour la fabrication de panneaux,
- Matière première pour la production de méthane,
- Aliment pour bétails, après ensilage ou broyage,
- Compost, fumier, litière pour animaux

Les sarments de vigne, les souches d'arrachage et les charpentes sont principalement riche en lignine, deuxième polymère le plus répandu dans le règne végétal après la cellulose. Elle est principalement extraite des végétaux par cuisson ou explosion à la vapeur et solubilisation dans un solvant organique (lignine organosolv).

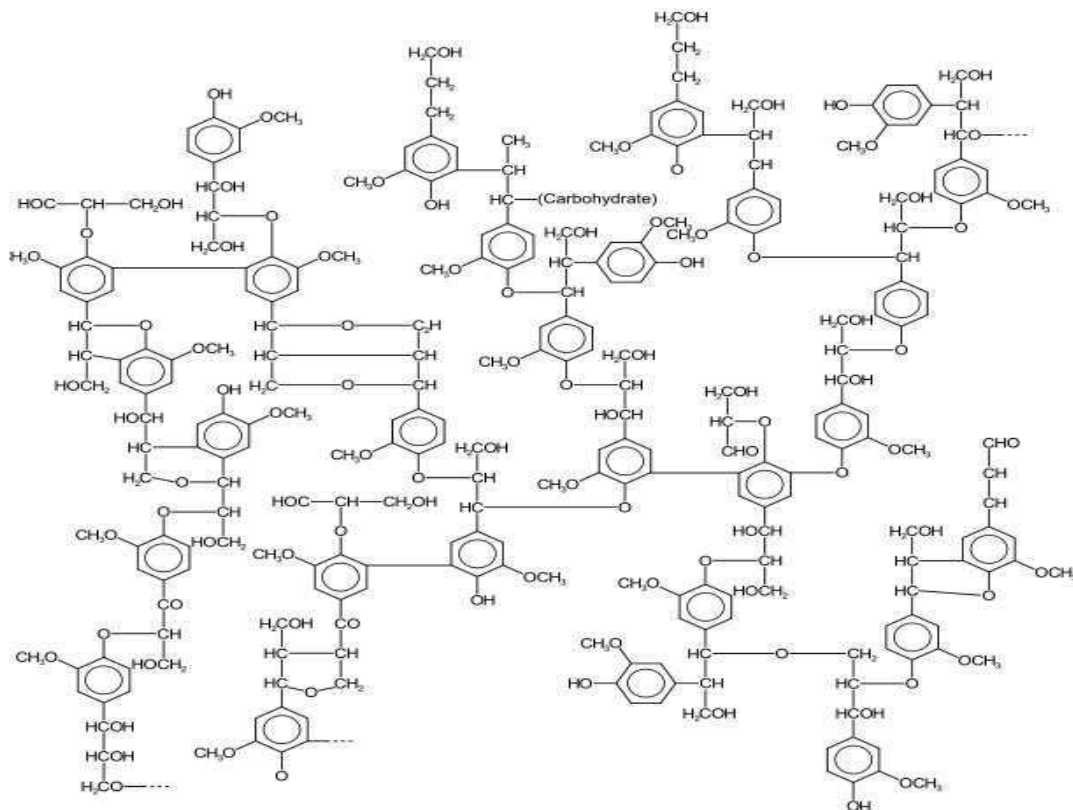


Fig.3 : Structure macromoléculaire de la lignine

Les lignines sont des polymères constitués par trois types de monomères différents :

- Le coniféryle,
- Le p-coumaryle,
- Les alcools sinapiques. [9]

I.3. Structure et morphologie du bois :

I.3.1. À l'échelle macroscopique :

a) Le cambium, le liber et l'aubier :

Le tronc d'un arbre est constitué de bois, d'écorce et d'une couche mince située entre le bois et l'écorce, appelée cambium (Figure 4). La fonction de cette couche est de produire les cellules du bois et de l'écorce. Le cambium est la partie la plus importante de l'arbre. En effet, les cellules mères qui y sont présentes participent chaque année à son développement par division cellulaire. Il donne naissance au liber vers l'extérieur et au bois d'aubier vers l'intérieur du tronc.

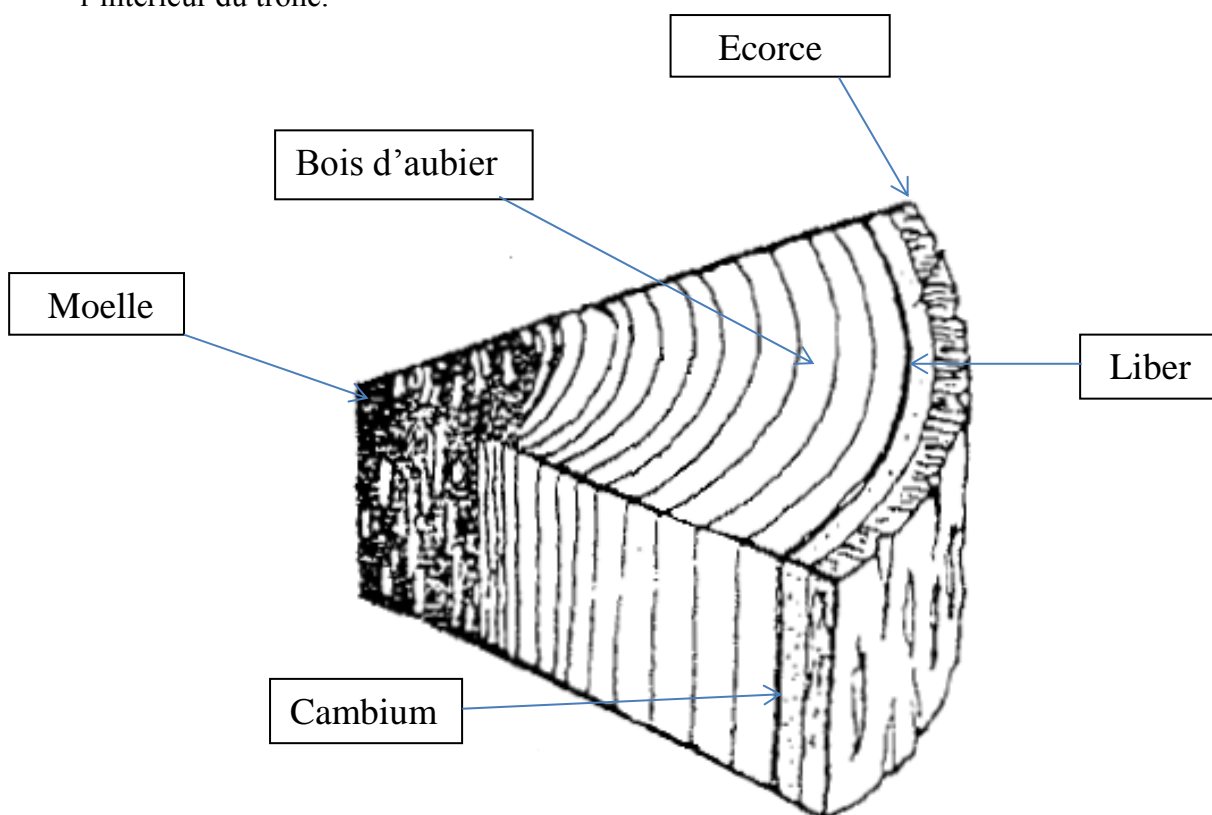


Figure.4 : Section transversale d'un tronc d'arbre [10]

b) La croissance annuelle : bois d'été et bois de printemps :

L'activité du cambium est saisonnière. La croissance commence au début du printemps, se poursuit en été et s'arrête en automne et en hiver, jusqu'au printemps suivant. La partie produite au printemps s'appelle bois de printemps ou bois initial et celle d'été, bois d'été ou bois final.

Lors de la saison de croissance, l'arbre forme une nouvelle couche de bois entre le bois existant et l'écorce, dans le tronc, les branches et les racines. Les anneaux de croissances annuels, appelés cernes, ainsi que les zones du bois de printemps et d'été, sont en général visibles sur les sections transversales du bois.

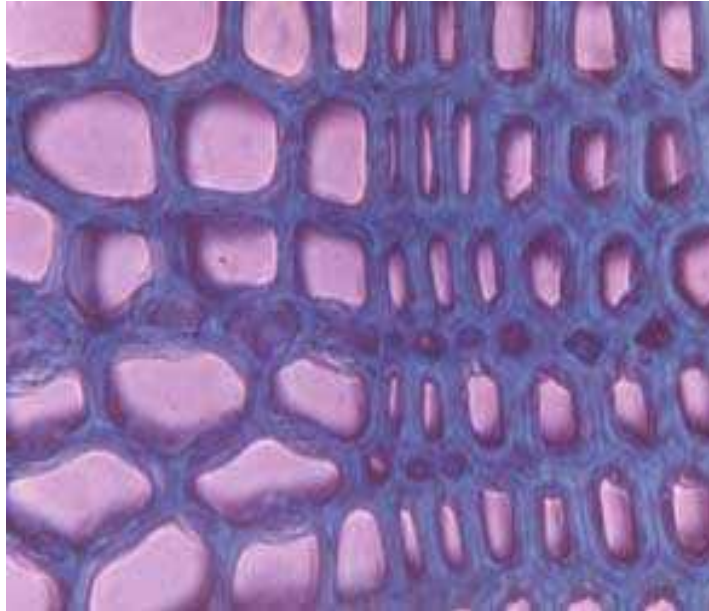


Figure.5 : Coupe transversale de bois de printemps et bois d'été dans un accroissement annuel de pin maritime. [11]

c) Aubier et duramen :

Les couches successives de vaisseaux qui se forment sous le cambium constituent l'aubier qui correspond au bois physiologiquement actif. Ces vaisseaux cessent peu à peu d'alimenter l'arbre après quelques années. Ils se bouchent et s'imprègnent de différentes substances : tanins, résines, etc. Cette transformation progressive en duramen (bois parfait) est appelée duraminisation.

L'aubier est en général plus clair que le duramen. Il est plus ou moins imprenable et ne résiste pas aux champignons lignivores et aux larves xylophages. Le duramen, au contraire, possède une durabilité naturelle qui varie selon les essences; il est en général, peu ou pas imprégnable.

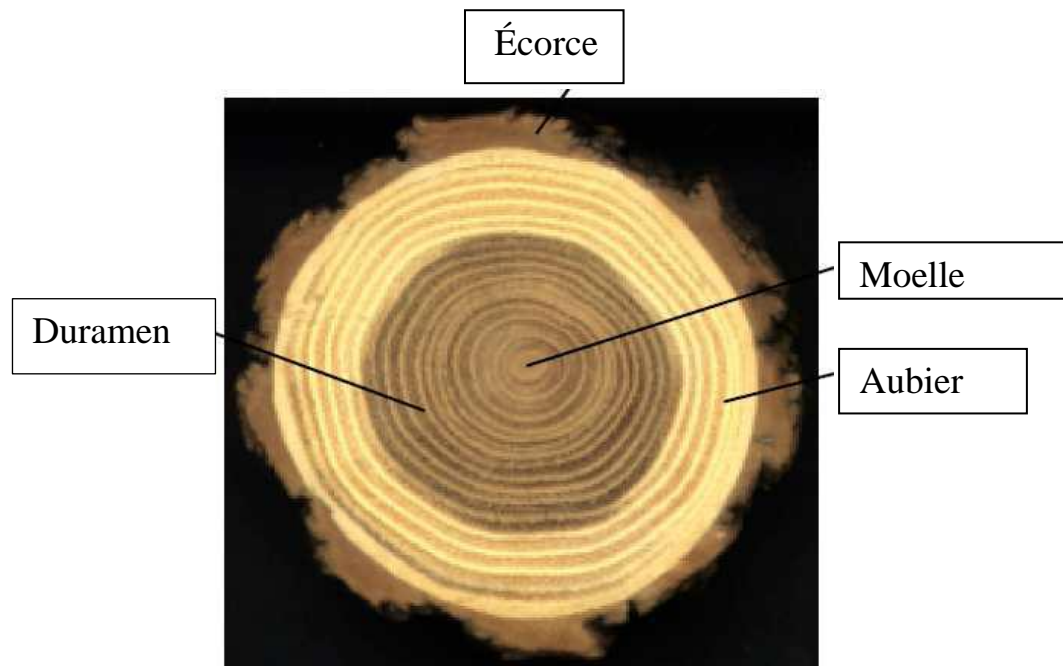


Figure.6 : Section transversale d'un tronc d'arbre. [12]

Une observation macroscopique de la coupe transversale d'un tronc ou d'une branche permet de distinguer, de l'extérieur vers l'intérieur, l'écorce, le liber (partie très fine) ou phloème puis le bois proprement dit ou xylème. Entre le xylème et le phloème se trouve la fine couche du Cambium. Le xylème lui-même se subdivise en aubier puis bois de cœur plus foncé au centre (Fig. 6). L'écorce (partie morte) assure la protection de l'arbre alors que le liber, le cambium et l'aubier forment la partie vivante. Les cellules cambiales, par division, ajoutent chaque année une épaisseur de matériau ligneux. L'aubier assure la conduction de l'eau depuis la racine jusqu'à la cime et le liber, en sens inverse, assure la conduction de la sève élaborée. Le bois de cœur est une zone morte dans laquelle s'accumulent des produits de conservation qui assurent la protection contre les parasites animaux et végétaux.

On distingue également, en coupe transversale, une alternance de zones sombres et de zones claires appelées cernes. En zone tempérée, les cernes sont annuels alors qu'en zone tropicale ils sont moins nets et dépendent des saisons. [13]

I.3.2 : À l'échelle microscopique :

a) Le plan ligneux des résineux et feuillus :

Les arbres sont répartis en deux grandes catégories : les gymnospermes (résineux ou conifères) et les angiospermes (feuillus). Les résineux ont une structure anatomique simple composée principalement de cellules longitudinales: Les trachéides du bois de printemps possèdent de nombreuses ponctuations aréolées leur permettant l'échange de différentes substances. Les trachéides du bois d'été ont une paroi plus épaisse et remplissent d'avantage une fonction de soutien. Dans la structure des résineux on retrouve aussi des cellules de parenchyme en orientation axiale et radiale qui permettent le stockage de substances nutritives. Enfin, chez certains résineux on trouve des canaux résinifères en direction axiale, radiale ou les deux.

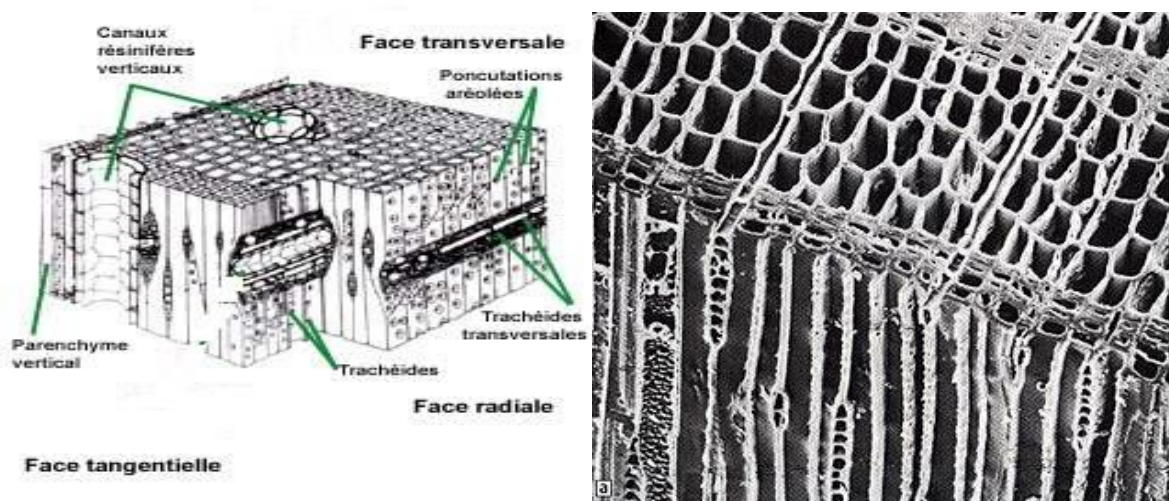


Figure.7 : Structure des résineux. [3],[14]

Les feuillus présentent un plan ligneux plus différencié (Figure.8). L'ensemble du tissu se compose en grande partie de fibres orientées axialement ayant une fonction de soutien. Ces fibres ont une paroi plus épaisse que celles des trachéides. L'épaisseur de la paroi est variable selon les essences leur donnant ainsi chacune une densité spécifique. Les vaisseaux assurent la fonction de conduction chez les feuillus. Lorsque ces vaisseaux ont environ la même taille et sont répartis de façon homogène dans le cerne, on parle de bois à pores diffus ; s'ils sont plus nombreux au bord de la limite de cerne, on parle de bois à zone initiale poreuse. Ici aussi, les cellules axiales et radiales des parenchymes assurent la fonction de stockage des substances nutritives.

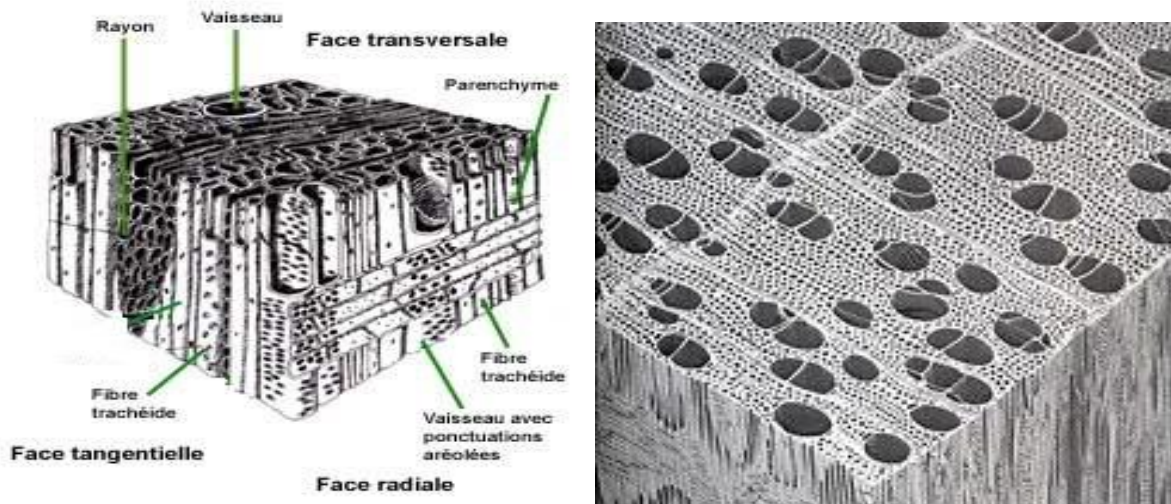


Figure.8 : Structure des feuillus [14],[3]

La masse ligneuse des résineux (gymnospermes) est constituée, à **90** ou **95** %, d'une seule sorte de cellules, la trachéide. Ces cellules allongées dans le sens longitudinal peuvent mesurer plusieurs millimètres de long (3 mm en moyenne). Les feuillus ou angiospermes sont constitués par un nombre de cellules plus varié (fibres, vaisseaux, parenchyme, rayons, etc.). Les fibres de feuillus sont en général plus courtes (1 mm en moyenne).

I.3.3 : Ultrastructure du bois :

La paroi cellulaire du bois est multicouche. Elle possède essentiellement une couche intercellulaire, une paroi primaire et une paroi secondaire (Figure9). Chaque couche est un milieu composite constitué de filaments de cellulose (microfibrilles) scellés dans une matrice de lignine et d'hémicelluloses. [3]

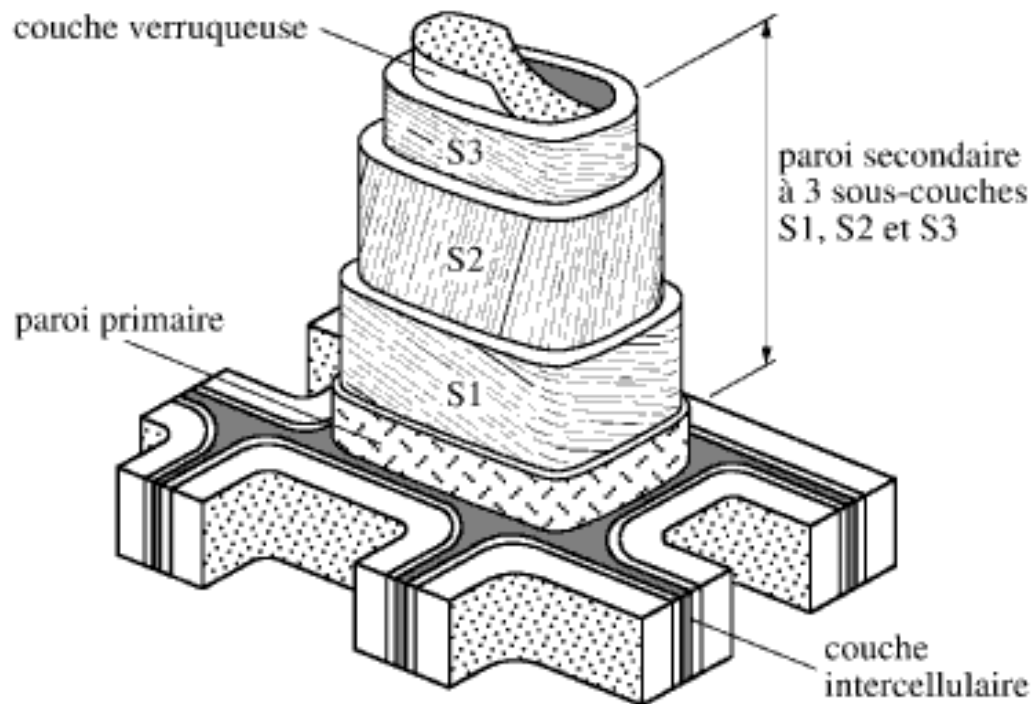


Fig.9 : Représentation schématique des différentes couches de la paroi cellulaire [15]

Notons, enfin, que l'ultrastructure d'une fibre de bois montre, de l'extérieur vers l'intérieur, trois types de couches : la lamelle moyenne, la paroi primaire et la paroi secondaire plus importante formée elle-même de trois couches (S1, S2, S3). Il peut même exister, dans certains cas, une quatrième couche plus profonde appelée couche G ou W généralement gélatineuse. [13]

I.3.3.1 : La couche intercellulaire :

La couche intercellulaire apparaît après la division de la cellule mère. Son épaisseur varie entre **0,5** et **1,5 μm** . Cette couche permet de lier les cellules les unes aux autres, elle possède une importante quantité de lignine. Si certaines microfibrilles isolées traversent cette couche, son pourcentage en cellulose peut cependant être considéré comme négligeable.

I.3.3.2 : La paroi primaire :

Cette paroi très mince mesure environ **0,1 μm** d'épaisseur. Comme la couche intercellulaire, elle contient une grande quantité de lignine. Elle contient également des microfibrilles de cellulose enchevêtrées, formant un réseau poreux. Il est souvent difficile de différencier la paroi primaire de la couche intercellulaire.

I.3.3.3 : La paroi secondaire :

Cette paroi est essentiellement constituée de microfibrilles de cellulose alignées parallèlement entre elles et disposées en hélice. Selon l'orientation des microfibrilles, trois sous-couches sont discernables :

La couche S1 est constituée de microfibrilles croisées, avec un angle compris entre 60° et 80° par rapport à l'axe de la cellule. Sa structure peut être considérée comme étant lamellaire (3 à 6 lamelles) et son épaisseur varie entre **0,1** et **0,35 μm** .

La couche S2 constitue la partie la plus volumineuse de la paroi. Elle est composée de microfibrilles en hélice formant un angle de 5° à 50° par rapport à l'axe de la cellule. Cet angle dans les cellules du bois de printemps varie entre 30° et 50° et dans les cellules du bois d'été entre 5° et 30° . L'épaisseur de la couche S2 varie entre 1 et 10 μm ; elle représente 15 à 85 % de l'épaisseur totale de la couche.

La couche S3 est relativement mince. Son épaisseur varie entre 0,5 et 1,1 μm . Elle est constituée de microfibrilles dont l'orientation varie entre 60° et 90° par rapport à l'axe de la cellule. Chacune de ces trois couches contient également de la lignine et des hémicelluloses.

I.4 : Composition chimique du bois :

Le bois est un matériau complexe et hétérogène, tant dans son anatomie que dans sa composition chimique. On distingue les gymnospermes, connus sous le nom de résineux ou conifères (softwoods), et les angiospermes ou feuillus (hardwoods). [16]

Le bois est constitué principalement de cellulose, hémicelluloses et lignine. À ces trois constituants, viennent s'ajouter des substances extractibles de nature organique et des substances minérales (cendres). Les extractibles sont déposés dans la paroi de la cellule pendant la duraminisation.

Dans la paroi cellulaire, la proportion relative en cellulose, hémicelluloses et lignine varie, en fonction de la couche considérée (**Figure 10**).

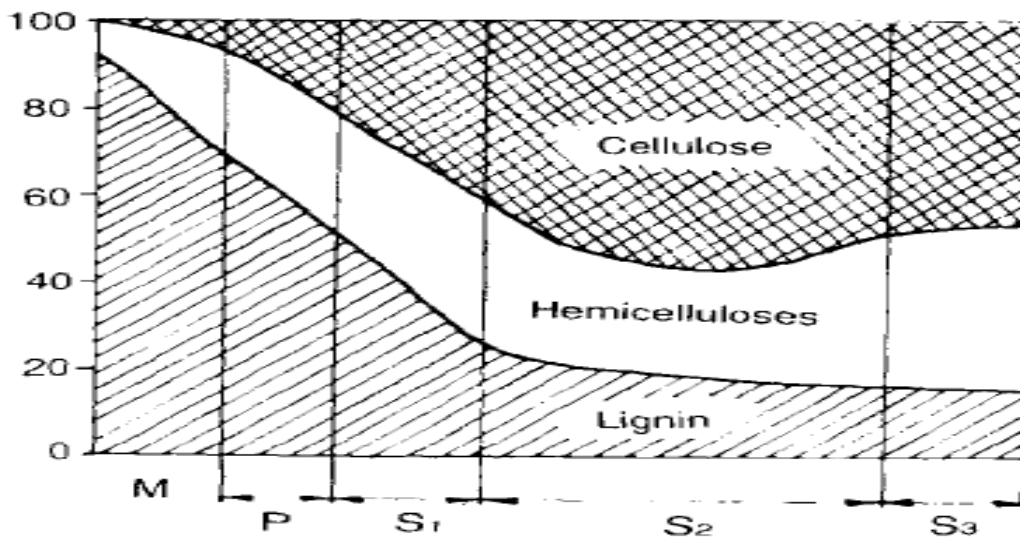


Figure.10 : Proportion relative en cellulose, hémicelluloses et lignine dans la paroi cellulaire.[12].

M = couche intercellulaire ; P = paroi primaire ; S₁, S₂,S₃ = paroi secondaire.

	Résineux (%en poids)	Feuillus (%en poids)
Cellulose	42 ± 2	45 ± 2
Lignine	27 ± 2	30 ± 5
Hémicelluloses	28 ± 3	20 ± 4
Extractibles	3 ± 2	5 ± 3

Tableau.1 : Composition relative des différents constituants du bois.

I.4.1 : La cellulose :

La cellulose est le constituant majoritaire du bois et celui presque unique du coton et des fibres textiles du type lin, chanvre, jute et ramie. [7]

La cellulose est le constituant structural principal des parois cellulaires végétales.

C'est un homopolymère, dont l'unité de base est le glucose, ou plus exactement un dimère du glucose, le cellobiose. Les unités sont liées entre elles par des liaisons $\beta(1-4)$ –glycosidiques. Le degré de polymérisation (en glucose) peut atteindre 15000.

Dans le bois, les chaînes moléculaires de la cellulose s'associent entre elles par liaisons hydrogène intra et intermoléculaires (Figure 11), et forment des faisceaux appelés microfibrilles. Ces microfibrilles présentent des zones cristallines et des zones amorphes.

Le degré de cristallinité de la cellulose du bois est de l'ordre de 60 à 70%.

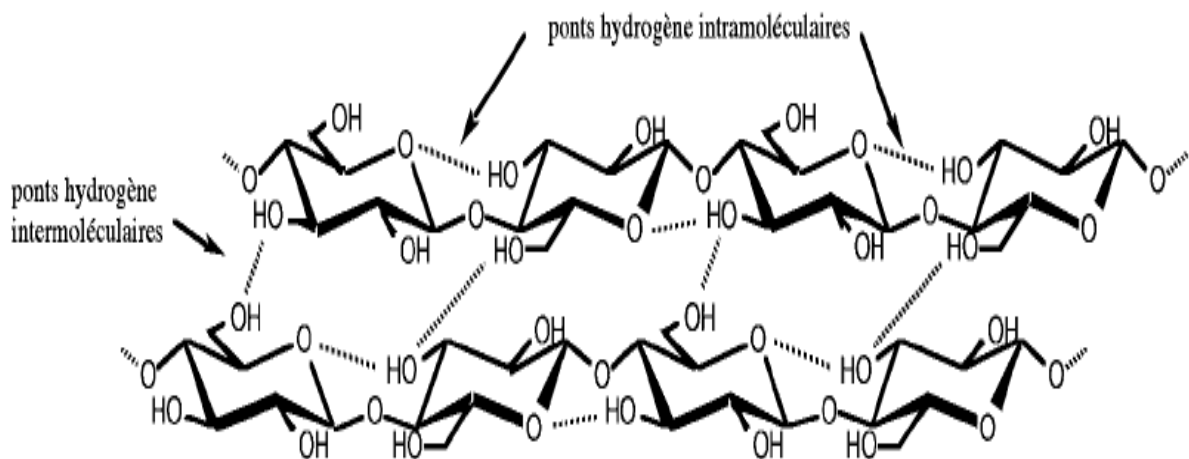


Figure.11 : Ponts hydrogènes intramoléculaires et intermoléculaires entre deux macromolécules adjacentes de cellulose. [15]

I.4.2) Les hémicelluloses :

Dans le bois, les hémicelluloses sont intimement liées à la cellulose. Les hémicelluloses sont des polyoses, dont les unités sont des pentoses, hexoses, acides hexauroniques et désoxyoses. Elles diffèrent de la cellulose par des chaînes moléculaires beaucoup plus courtes et par des ramifications sur la chaîne principale (Figure 12). En général, les hémicelluloses ont une structure amorphe ; leur teneur et leur composition varient en fonction des essences. On distingue différents types d'hémicelluloses : les xylanes, les mannanes, les glucanes, les galactanes et les pectines.

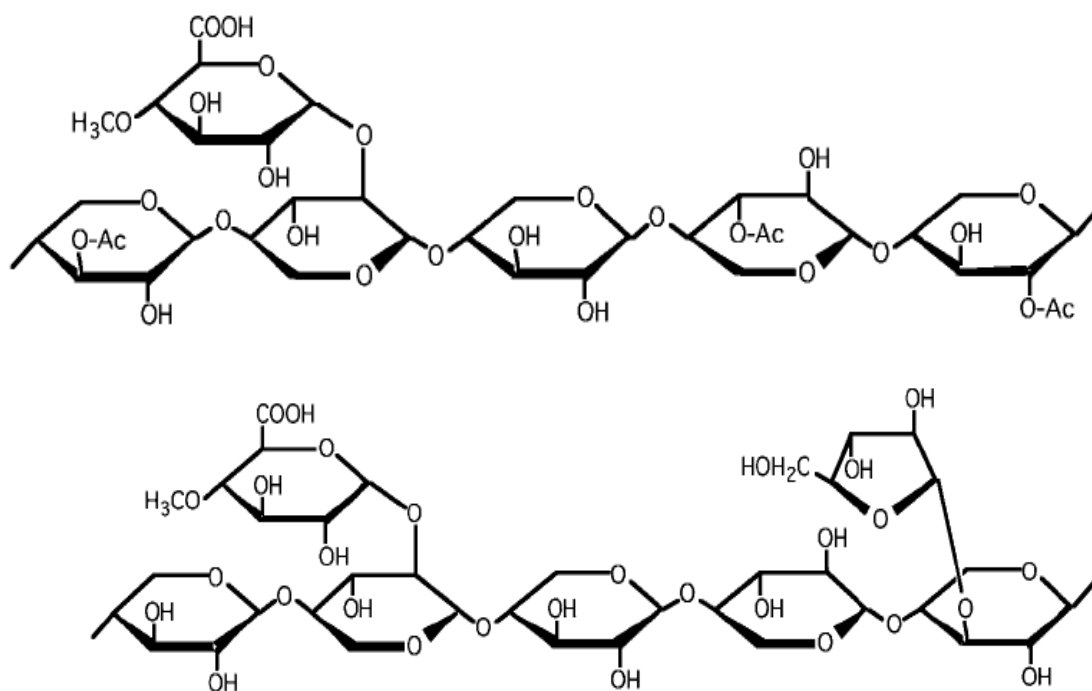


Figure.12 : Structure chimique partielle de deux hémicelluloses : (A) O-acétyl-4-O-méthylglucuronoxylane de feuillus et (B) Arabino-4-O-méthylglucuronoxylane de résineux[12].

I.4.3) La lignine :

Après la cellulose, la lignine est la substance organique la plus abondante dans les plantes. Elle est chimiquement très différente de la cellulose et des hémicelluloses. C'est un polymère tridimensionnel, amorphe et de nature phénolique, qui assure la rigidité de la paroi cellulaire.

Dans le bois, la lignine est biosynthétisée à partir de trois alcools phénoliques : les alcools p-coumarylique, coniférylique et sinapylique (Figure13). La polymérisation de ces trois alcools conduit respectivement à trois types d'unités dans la lignine : H pour para hydroxyphényle, G pour guaiacyle, S pour syringyle. Les lignines des résineux et des feuillus se différencient alors par leur teneur en unités G, S et H (essentiellement G chez les résineux, G-S chez les feuillus). La variabilité de la composition est plus grande chez les feuillus, la teneur en unités G-S varie entre 20 et 60 %. La Figure 13 présente la structure schématisée d'une lignine de résineux.

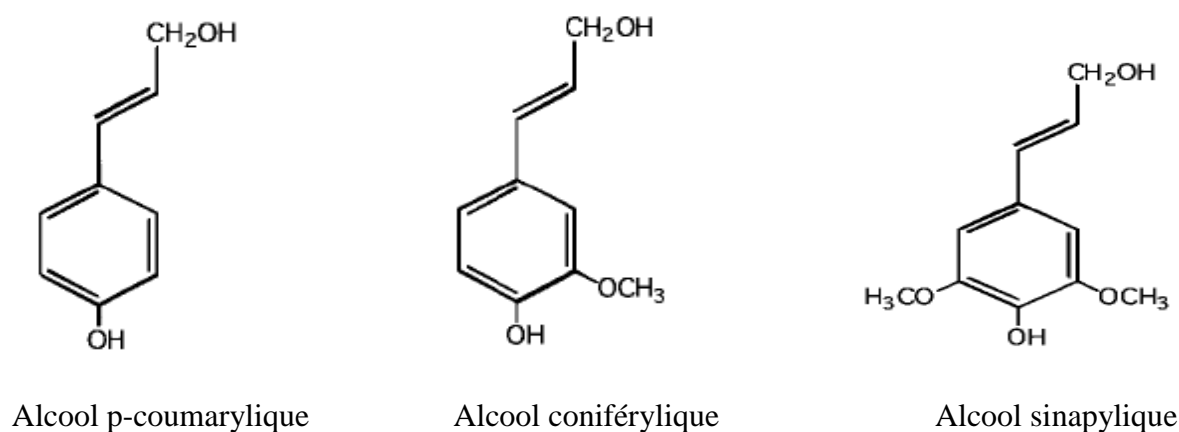


Figure.13 : Précurseurs de la biosynthèse de la lignine (Fengel & Wegener, 1989) (18)

I.4.4 : Les extractibles :

Les extractibles sont des molécules qui peuvent être extraites du bois par des solvants polaires (acétone, eau, éthanol) ou apolaires (toluène, cyclohexane, dichlorométhane). La teneur et la composition de ces extractibles varient fortement d'une essence à l'autre, les résineux en contenant généralement plus que les feuillus. Il existe trois types d'extractibles : les terpénoïdes (myrcène, limonène, α -pinène...), les polyphénols (tannins condensés et hydrolysables, flavonoïdes, tropolones, stilbènes, quinones...) et les composés aliphatiques (acides gras saturés et insaturés, triglycérides, alcaloïdes...).

Bien qu'ils ne représentent qu'un faible pourcentage, l'odeur, la couleur et la résistance aux agents de dégradation biologique, dépendent en grande partie de ces extraits.

I.4.5 : Les cendres :

Ce sont les résidus minéraux obtenus après combustion du bois à haute température. Ils représentent généralement moins de 1 % de la masse sèche du bois en zone tempérée, ce pourcentage étant souvent supérieur en zone tropicale. [19]

1.5 : Hygroscopie du bois :

L'hygroscopie est une caractéristique du bois très importante puisqu'elle rend le matériau sensible à conditions climatiques environnantes (humidité et température). Le bois « mort » va s'imprégner d'une certaine quantité d'eau à fin d'établir un équilibre avec son environnement. Les variations d'humidité peuvent entraîner des modifications du bois (densité, dimension, propriété mécaniques, résistances aux champignons). L'eau joue un rôle de plastifiant pour les chaînes de polymère constituant les parois cellulaires et augmente la mobilité des chaînes. Le taux d'humidité doit alors être connu, voire maîtrisé, avant toute mesure de chacune des propriétés du matériau. L'hygroscopie a pour conséquence de rendre délicate l'utilisation du bois en tant que matériau [6]

1.5.1 : Mesure du taux d'humidité :

Comme tout combustible solide, le bois contient plus ou moins d'eau. Le taux d'humidité dépend de plusieurs facteurs, tels que les conditions et la durée de son stockage, la partie de l'arbre collectée, sa granulométrie, etc...[20] Le taux d'humidité du bois (H), est exprimé quantitativement comme le pourcentage de la masse d'eau présente dans le bois, divisée par la masse de matières sèches :

$$H (\%) = \frac{W_m - W_0}{W_0} \times 100$$

W_m : La masse de bois humide

W_0 : La masse de bois anhydre (la masse de bois séché à 105° jusqu'à masse constante).

1.5.2 : L'eau dans le bois

L'eau n'est pas répartie uniformément dans les différentes parties du tronc.

Les trois formes de l'eau dans le bois [21]-[3]:

* L'eau combinée ou de constitution : Elle constitue un élément chimique dans la constitution du matériau bois comme la cellulose ou la lignine. Sans détruire la matière, il est impossible de l'enlever.

* L'eau liée ou de saturation ou d'imprégnation : Présente dans les membranes cellulaires, elle est fortement liée. Il est difficile de l'extraire, cela nécessite beaucoup d'énergie. Le début de l'extraction de cette eau indique le passage du point de saturation à partir duquel commence le retrait du bois. (Le point de saturation se situe en moyenne de 30% d'humidité).

Le point de saturation des fibres correspond à la quantité maximum d'eau qui peut être fixée sur les membranes cellulaires.

* L'eau libre : Elle remplit les vides cellulaires et intercellulaires. Elle nécessite peu d'énergie pour l'extraire. (**H% >30%** : c'est-à-dire au-dessus du point de saturation des fibres).

CHAPITRE II : ADSORPTION

II.1 : Introduction :

L'adsorption est un phénomène qui consiste en l'accumulation d'une substance à l'interface entre deux phases (gaz-solide, gaz-liquide, liquide-solide, liquide-liquide, solide-solide). Il a son origine dans les forces d'attraction intermoléculaires, de nature et d'intensité variées, qui sont responsables de la cohésion des phases condensées liquides ou solides. Une molécule attirée inégalement par les autres molécules de deux phases trouvera une position énergétiquement favorable à la surface de la phase qui l'attire le plus; celle-ci sera appelée adsorbant, les molécules ainsi adsorbées constituant l'adsorbat. Si les conditions énergétiques ou cinétiques permettent à la molécule de pénétrer au sein de la phase adsorbante, il y a absorption.

La demande croissante de matériaux adsorbants pour des procédés de protection de l'environnement suscite une recherche complémentaire dans la fabrication des charbons activés à partir de matières non classiques, en particulier à partir des déchets végétaux.

L'adsorption est un phénomène physico-chimique se traduisant en particulier par une modification de concentration à l'interface de deux phases non miscibles. L'adsorption phénomène de surface, est donc à distinguer de l'absorption, phénomène de profondeur.

Il existe cinq types d'interfaces selon la nature des deux phases contiguës : gaz / liquide, gaz/solide, liquide/liquide, liquide/solide, solide/solide, et, pour chacun de ces types d'interfaces, on peut distinguer le cas où ces phases sont pures de celui où elles constituent des mélanges.

Le charbon actif est utilisé depuis longtemps pour ses propriétés épuratoires dans le traitement de l'eau ou des gaz.

- 2000 ans avant JC : Utilisation par les médecins égyptiens.
- 1773 : Utilisation pour la purification des gaz.
- 1785 : Utilisation pour la décoloration des liquides.
- 1914 : Utilisation pour les masques à gaz.
- 1924 : Utilisation pour l'élimination des goûts et des odeurs.
- 1960 : Utilisation pour l'élimination du chlore.
- 1970 : Utilisation comme adsorbant.
- 1976 : Utilisation comme support biologique

II.2 : Phénomène de l'Adsorption :

L'adsorption est un phénomène physico-chimique se traduisant en particulier par une modification de concentration à l'interface de deux phases non miscibles. L'adsorption phénomène de surface, est donc à distinguer de l'absorption, phénomène de profondeur.

Il existe cinq types d'interfaces selon la nature des deux phases contiguës : gaz / liquide, gaz/solide, liquide/liquide, liquide/solide, solide/solide, et, pour chacun de ces types d'interfaces, on peut distinguer le cas où ces phases sont pures de celui où elles constituent des mélanges.

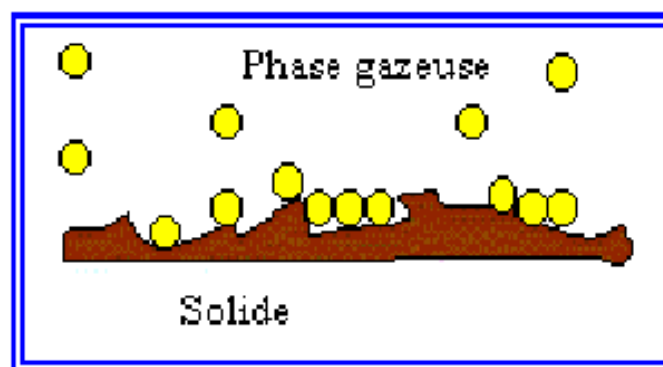


Figure 14 : Schéma simplifié représentant le phénomène d'adsorption

Dans le domaine du traitement des eaux, l'adsorption constitue une technique de choix pour l'élimination d'éléments dissous, le plus souvent organiques et à l'état de traces.

Les composés adsorbables sont donc en très faible concentration lorsque l'équilibre d'adsorption est atteint. L'eau est alors considérée comme une solution diluée pour laquelle se produira une adsorption préférentielle d'un soluté par rapport aux autres solutés du mélange.

Ces phénomènes d'adsorption par les solides présentent un caractère universel et sont dus à des forces d'interaction essentiellement physiques. [22]

L'adsorption définit la propriété de certains matériaux de fixer à leur surface des ions ou des molécules de façon plus ou moins réversible.

II.3 : Nature de l'adsorption:

L'adsorption est un phénomène de surface où l'adsorbé se fixe sur l'adsorbant. Il existe deux modes d'adsorption :

- L'adsorption physique (ou non spécifique), réversible, avec formation de liaisons du type Van der Waals.
- L'adsorption chimique (ou spécifique), majoritairement irréversible, avec formation de liaisons de type chimique.

II-3-1 : L'adsorption physique:

Dite physisorption, est un phénomène réversible et rapide due à l'existence des forces d'attractions intermoléculaires entre les solides et la substance adsorbée d'origine électrostatique de type "VAN DER-WAALS". L'énergie mise en jeu dans ce cas est faible, elle est de l'ordre de 2 à 10 K cal/ mol. L'adsorption physique ne permet pas d'expliquer la totalité des phénomènes de fixation; en effet PURI l'a bien montré lors de l'adsorption du phénol et du paranitrophénol ($C_6H_4OH-NO_2$) sur charbon actif.

La nature des forces est électrostatique, les liaisons entre le solide et le fluide (gaz ou liquide) sont réversibles de type Van Der Waals. L'interaction est sur plusieurs angströms (Å). La physisorption peut être en monocouche ou multicouches. Il n'y a pas modification des liaisons chimiques entre les atomes. L'énergie dégagée varie entre 5 et 50 kJ.mol⁻¹. A température ambiante, le temps de résidence d'une molécule sur la surface est de l'ordre de 10 nanosecondes. [22]

Il y'a variation de la concentration des molécules de gaz au fur et à mesure que l'on se rapproche de la surface du solide. Si cette concentration est importante le gaz peut se condenser sur la surface du solide. Cette condensation est de nature physique.

En général, l'adsorption physique se produit à des températures assez basses (voisines du point d'ébullition de la phase adsorbée) et avant l'adsorption chimique. Si la température augmente on passe de physisorption à la chimisorption.

Remarque : Ne pas confondre adsorption est absorption, cette dernière est la diffusion des molécules à l'intérieur d'un solide.

II-3-2 : L'adsorption chimique:

Dite chimisorption est un phénomène irréversible due à une liaison chimique forte de type covalente entre les atomes superficiels du solide et les molécules adsorbées, ce type d'adsorption met en jeu des énergies d'attractions élevées, qui conduisent à des chaleurs d'adsorption élevées, approchant souvent aux énergies de liaisons chimiques covalentes de l'ordre de 20 à 80 K cal/ mol. D'après WEBER [23], l'adsorption chimique ne concerne qu'une fraction très petite de la surface intra particulaire totale du charbon.

Tableau II.1 : Différences entre physisorption et chimisorption [24]

	Physisorption	Chimisorption
Type de liaison	Van der Waals (électrostatique)	Ionique ou covalente
Energie de liaison	Faible	Forte
Réversibilité	Facile	Difficile
Type de couche	Poly-moléculaire	Mono-moléculaire
Chaleur d'adsorption(Kj/mol)	50	100 à 500

La nature des forces est chimique, il y'a réaction chimique entre l'adsorbât et l'adsorbant et donc modification des liaisons chimiques entre les atomes. Les énergies dégagées sont de l'ordre des énergies de liaisons (100 à 800 kJ.mol⁻¹). La chimisorption, phénomène souvent irréversible, se fait nécessairement sous forme de monocouche. A température ambiante, le temps de résidence d'une molécule sur la surface est de l'ordre d'une heure.

II.4 : Cinétique de l'adsorption :

Le phénomène d'adsorption se déroule en quatre étapes :

- **1^{ère} étape** : Transfert de l'adsorbat de la phase liquide vers la couche limite du film liquide liée à la particule solide (par convection ou diffusion). Etape très rapide.

- **2^{ème} étape** : Transfert de l'adsorbat à travers le film liquide vers la surface externe de l'adsorbant. Etape rapide.

- **3^{ème} étape** : Diffusion à l'intérieur de la particule d'adsorbant selon deux voies, sous l'influence du gradient de concentration. Etape lente.

3-a : Sous l'état adsorbé, par diffusion de surface.

3-b : A l'état libre, par diffusion des pores.

- **4^{ème} étape** : Adsorption dans un micropore. Etape très rapide. [21]



Figure 15 : Les étapes de l'adsorption

Le transfert, lors de l'adsorption ou de la désorption, est principalement dû à une différence de concentration. On peut donc faire varier le taux d'adsorption en faisant varier la concentration de l'adsorbant ou de l'adsorbat. Si le taux de charbon est augmenté dans la matrice, il va adsorber une plus grande quantité de pesticides et de matière organique. De plus, ce phénomène est influencé par de nombreux facteurs, relatifs aux propriétés physico-chimiques du charbon, de l'adsorbat et des conditions extérieures. Les phénomènes d'adsorption et de désorption sont instantanés.

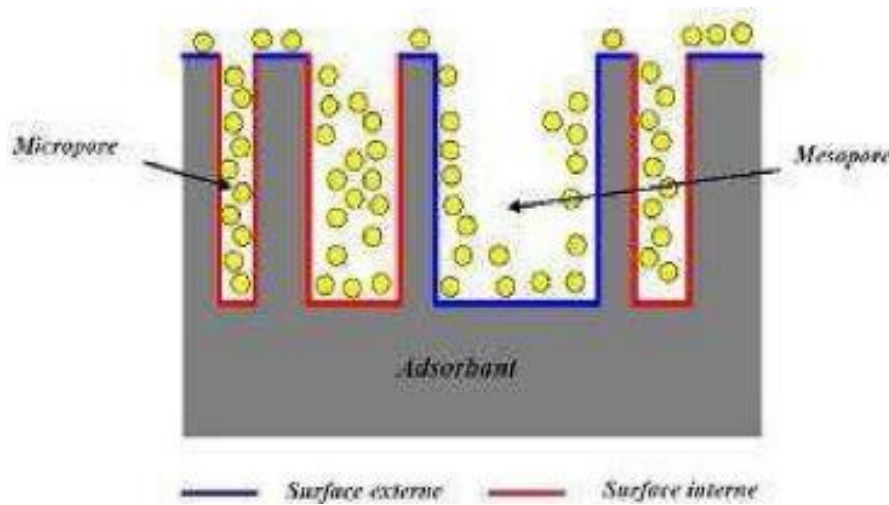


Figure 16 : Cinétique de l'adsorption

II.5 : Les isothermes d'adsorption:

L'adsorption du soluté est en général limitée à la monocouche. En effet, les interactions soluté-solide sont assez fortes pour concurrencer avec succès des interactions solvant-solide dans la monocouche. Mais ce n'est plus le cas dans les couches suivantes.

LOIS D'ADSORPTION :

Les lois gouvernant l'adsorption des corps dissous dérivent de la relation de Gibbs :

$$G = -\frac{C}{RT} \frac{d_s}{dC}$$

G : nombre de molécules fixées par unité de surface

C : concentration du soluté

dC : variation de la concentration du soluté

ds : variation de la tension superficielle du solvant en fonction de C.

L'intégration à température constante de la relation différentielle de Gibbs conduit aux lois isothermiques de Langmuir et de Freundlich.

Toutefois l'adsorption du soluté en multicouche a été observée dans certains cas, en se basant sur la forme des isothermes établies et sur le fait que la surface spécifique évaluée à partir de l'hypothèse d'une monocouche est trop faible. Une telle isotherme est une courbe qui représente la relation entre la quantité adsorbée par unité de masse de solide et la concentration de la phase fluide.

On obtient une telle courbe à partir des résultats d'essais effectués à une température constante. Pour ce faire, on introduit des quantités connues de solide dans des volumes de solution à traiter, et après un temps de contact donné, on mesure la concentration résiduelle de la solution.

On peut calculer la quantité adsorbée à l'aide de l'équation suivante:

$$\mathbf{X/m = (C_0 - C_e) \cdot V / m}$$

Où :

C₀: concentration initiale du soluté adsorbat en (mg/l);

C_e: concentration du soluté à l'équilibre dans la solution en (mg/l);

X : masse du soluté fixée en (mg/l) ;

m : masse de l'adsorbant;

(X/m): quantité du soluté adsorbée par unité de masse de l'adsorbant en (mg/g);

V : volume de la solution (L).

Les isothermes les plus connues sont celles de Langmuir qui reposent sur des hypothèses rarement satisfaisantes notamment en ce qui concerne l'homogénéité de la surface mais elles restent les plus utilisées.

L'isotherme de Freundlich est assez proche de celle de Langmuir à des concentrations moyennes. Les deux modèles Langmuir et Freundlich sont convenablement appliqués pour l'adsorption monocouche. Par contre l'isotherme de BRUNAUER, EMMET et TELLER (B.E.T) est mieux adaptée à l'adsorption en multicouches.

II-5-1 Isotherme de LANGMUIR:

L'isotherme de Langmuir, proposée en **1918** repose sur les hypothèses ci-dessous.

- Il existe plusieurs sites d'adsorption à la surface du charbon activé.
- Chacun de ces sites peut adsorber une seule molécule;

Par conséquent, une seule couche de molécules peut être adsorbée par le charbon activé.

- Chacun de ces sites a la même affinité pour les impuretés en solution.
- L'activité à un site donné n'affecte pas l'activité aux sites adjacents.

Le développement de la représentation de LANGMUIR, pour une isotherme d'adsorption chimique, repose sur un certain nombre d'hypothèses :

- La surface du solide est uniforme.
- La chaleur d'adsorption est indépendante du taux de recouvrement de la surface du solide.
- L'adsorption est localisée et ne donne lieu qu'à la formation d'une monocouche.
- Il y a équilibre entre les molécules des deux phases.

L'équation de l'isotherme de Langmuir est la suivante:

$$\mathbf{X/m = b(X/m)_0 \cdot C_e / (1 + b \cdot C_e)} \quad \text{Où :}$$

C_e: concentration à l'équilibre, exprimée en (mg/l);

(X/m): quantité adsorbée à l'équilibre, en (mg/g);

(X/m)₀: capacité maximale d'adsorption de la monocouche, en (mg/g);

b: paramètre de langmuir.

L'équation est linéarisable de la manière suivante:

$$\mathbf{C_e / (X/m) = 1/ b \cdot (X/m)_0 + C_e / (X/m)_0}$$

En traçant la droite $C_e / (x/m) = f(C_e)$, on détermine la valeur de la capacité maximum de la monocouche, en ce qui concerne l'adsorption en phase liquide, le modèle de Langmuir donne plusieurs types d'isothermes qui sont reliés assez précisément à divers modes de fixation de l'adsorbat sur l'adsorbant. [25]

Les différents types d'isothermes de Langmuir en phase aqueuse

*** Type S:**

Indique une adsorption verticale de molécules monofonctionnelles polaires sur un adsorbant polaire. Ici le solvant rivalise avec le soluté pour l'occupation des sites de l'adsorbant.

*** Type L:**

Langmuir normal, indique l'adsorption à plat de molécules bifonctionnelles. Dans ce cas l'adsorption du solvant est faible et celle du soluté sur le solide se fait en monocouche.

*** Type H:**

Ne commence pas à zéro mais à une valeur positive, et indique une haute affinité souvent observée pour des solutés adsorbés sous forme de micelles. Cela signifie qu'aux faibles concentrations l'adsorption est totale.

*** Type C:**

Ligne droite, cela signifie qu'il y a compétition entre le solvant et le soluté pour occuper les sites, toujours avec le même partage.

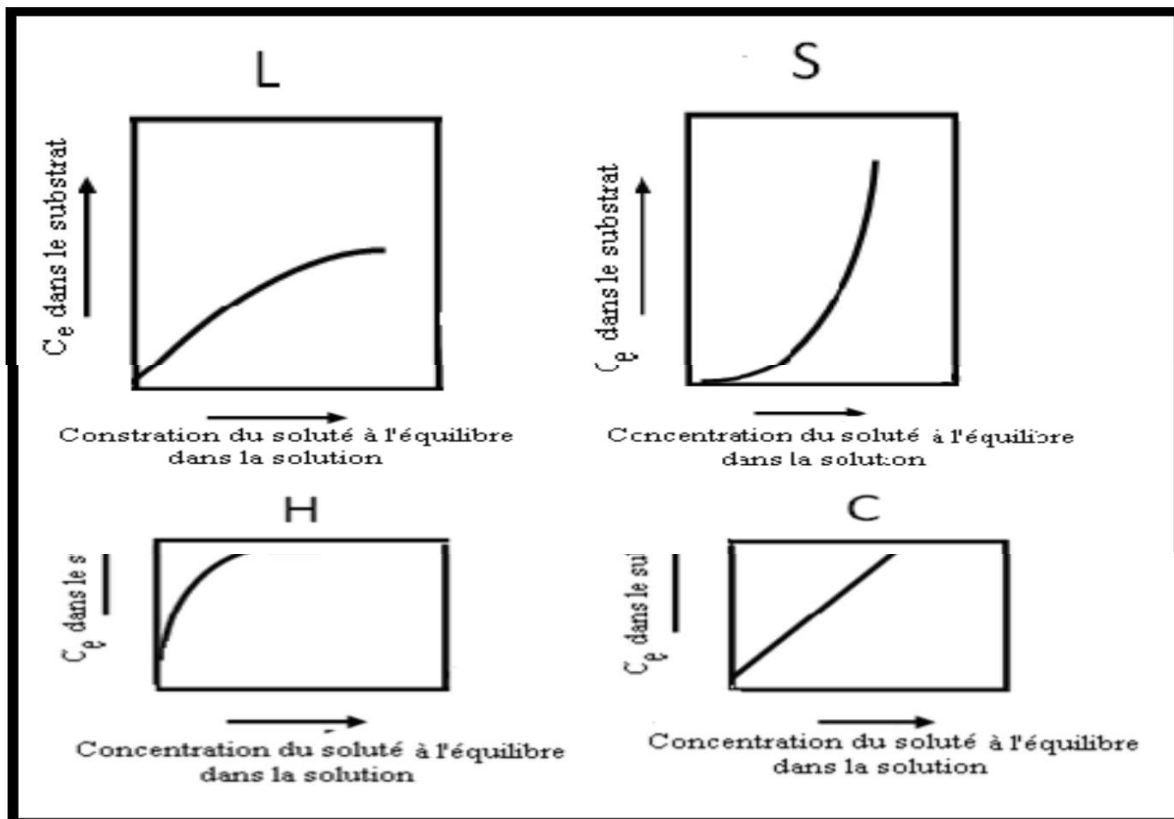


Figure 17 : Classification des isothermes d'adsorption selon Giles et al [25].

II-5-2 Isotherme d'adsorption de Freundlich:

En 1926 Freundlich a établi une isotherme très satisfaisante qui peut s'appliquer avec succès à l'adsorption des gaz, mais qui a été principalement utilisée pour l'adsorption en solution; il a constaté que le mécanisme de ce processus est assez complexe, du fait de l'hétérogénéité de la surface, ce qui rend la chaleur d'adsorption variable. On ne peut dans ce cas affirmer que tous les sites d'adsorption sont identiques du point de vue énergétique, du fait de la présence de différents types de défauts de structure dans l'adsorbant.

Même dans le cas où la surface peut être considérée comme homogène, l'énergie d'adsorption peut diminuer les radicaux adsorbés.

En se basant sur ces constatations, Freundlich a établi les relations suivantes:

La tension superficielle d'un corps dissout à la concentration C peut s'exprimer par la relation:

$$\sigma = \sigma_0 - \alpha C e^{1/n}$$

En divisant l'équation par rapport à la concentration du corps dissout, on obtient $d\sigma/dC_e$, qu'on peut reporter dans l'équation de Gibbs qui devient:

$$\Gamma = K \cdot (C_e/RT) \cdot \alpha \cdot C e^{(1/n)-1}$$

L'équation de Freundlich s'écrit alors:

$$X/m = K_F C e^{1/n}$$

Où :

σ : Tension superficielle (énergie accumulée en surface);

Γ : Excès positif ou négatif de substances dissoutes fixées par unité de surface;

X : Nombre de grammes de substance adsorbée;

(X/m) : Quantité adsorbée par gramme de solide en (mg/g);

C_e : Concentration à l'équilibre en (mg/l);

K_F et n : Paramètres de Freundlich, caractéristiques de la solution et de l'adsorbant, déterminées expérimentalement.

Des valeurs élevées de K_F et n traduisent une forte adsorption des solutés, n a toujours une valeur supérieure à 1 et est souvent voisine de deux.

La linéarisation du modèle de Freundlich donne l'équation suivante:

$$\ln (X/m) = 1/n \ln C_e + \ln K_F$$

En portant $\ln (X/m)$ en fonction de $\ln C_e$, on obtient une droite de pente $(1/n)$ et d'ordonnée à l'origine égale à $\ln K_F$, d'où on tire les constantes de Freundlich K_F et n .

II-5-3 Isotherme de Temkin:

Temkin se base sur le fait que la chaleur d'adsorption varie linéairement avec le degré de recouvrement; cette variation peut être liée à l'hétérogénéité de la surface, ou à des interactions latérales entre molécules adsorbées.

L'isotherme de Temkin représenté par l'équation suivante:

$$\theta = (R.T / \Delta Q). \text{Ln } K_e.C_e$$

θ : Représente le taux de recouvrement de la surface de l'adsorbant, il est donné par la relation:

$$\theta = (X/m) / (X/m)_0$$

Où :

C_e : Concentration à l'équilibre, en (mg/l);

K_e : Constante d'équilibre;

ΔQ : Variation de l'énergie d'adsorption;

(X/m) : Quantité du soluté fixée par unité de masse du solide (mg/g);

$(X/m)_0$: Capacité initiale d'adsorption, en (mg/g).

La linéarisation du modèle de Temkin donne l'équation suivante:

$$(X/m) = (X/m)_0. (R.T / \Delta Q). \text{Ln } K_e + (X/m)_0. (R.T / \Delta Q). \text{Ln } C_e$$

Si on trace $(X/m) = f(\text{Ln } C_e)$, on obtient une droite de la pente et d'ordonnée à l'origine qui nous permettent le calcul de K_0 et ΔQ .

II-5-4 Isotherme B. E. T (BRUNAUER, EMMET et TELLER):

L'hypothèse de B. E. T. repose sur la formation de multicouches. Les molécules se posent les unes sur les autres pour donner une zone interfaciale qui peut contenir plusieurs épaisseurs de molécules adsorbées, représentée sur la figure 18 :

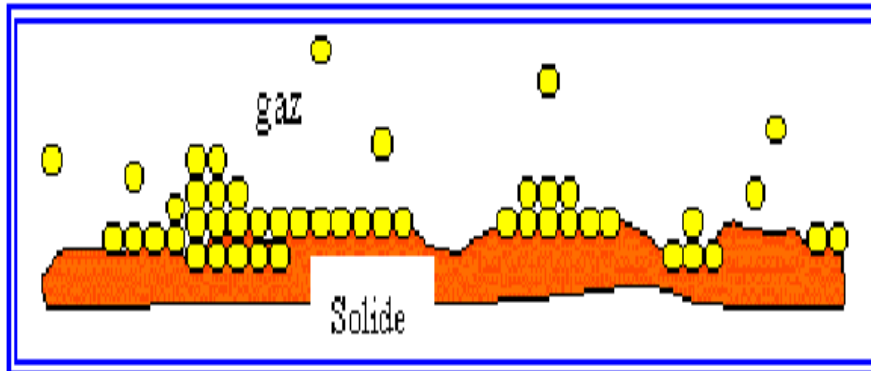


Figure 18 : Représentation schématique de l'hypothèse des multicouches.

Ce modèle admet la formation de multicouches d'adsorbat, une distribution homogène des sites de la surface de l'adsorbant et l'existence d'une énergie d'adsorption qui retient la première couche de molécules adsorbées et une deuxième énergie qui retient les couches suivantes. Le modèle rend compte aussi du phénomène de saturation et fait intervenir la solubilité du soluté dans son solvant, sous la forme de la concentration C_s de saturation. L'isotherme de (BET), proposée en **1938**, repose sur les hypothèses ci-dessous.

- * Plusieurs couches successives de molécules peuvent être fixées sur l'adsorbant.
- * Les sites d'adsorption sont distribués uniformément à la surface de l'adsorbant.
- * Chaque site est indépendant des sites voisins.
- * L'énergie d'adsorption relie la première couche de molécules, alors que l'énergie de condensation retient les couches successives suivantes.

Cette isotherme est proposée sous la formule suivante:

$$\frac{C}{(C_s - C)(X/m)} = \frac{1}{A \cdot X_0} + \frac{A - 1}{A X_0} \left(\frac{C}{C_s} \right)$$

Où :

C_s : concentration de saturation, en (mg/l);

X_0 : masse d'impuretés adsorbée par la première couche;

A : constante déterminée empiriquement.

II.6: Les facteurs influençant sur le phénomène de l'adsorption :**• Les facteurs liés à l'adsorbant :**

- ✓ La granulométrie influence la cinétique d'adsorption ainsi que l'accessibilité aux pores.
- ✓ L'indice d'iode est un indicateur global de la capacité d'adsorption vis-à-vis des petites molécules. Il s'agit de la masse de diode (en g) capable de se fixer sur les instaurations de 100g de matière. Plus il est élevé, plus grande sera la capacité du charbon.
- ✓ La surface spécifique, la distribution des tailles des grains et des pores, et même le facteur de forme ou de rugosité.

• Les facteurs liés à l'adsorbat :

- ✓ La solubilité est inversement proportionnelle à la capacité d'adsorption.
- ✓ L'augmentation de la masse moléculaire accroît la capacité d'adsorption. Cependant, si elle devient trop grosse, elle n'a plus accès aux micropores, donc cela va diminuer le nombre de sites possibles de façon conséquente.
- ✓ La structure de la molécule influence sa capacité d'adsorption. Plus une molécule se rapproche d'une structure symétrique ou coplanaire, plus elle sera adsorbable. De même pour la répartition des charges de façon homogène, par opposition aux molécules dont la charge est concentrée sur un atome.

• Les facteurs extérieurs :

- ✓ Etant donné que le phénomène d'adsorption est exothermique, l'augmentation de la température entraîne la diminution de la capacité d'adsorption.
- ✓ La présence de plusieurs molécules dans une solution va induire une compétition entre celles-ci. En eau naturelle, la compétition est importante entre les micropolluants (concentration maximum de quelques $\mu\text{g/L}$) et la matière organique naturelle (concentration de l'ordre du mg/L). Par conséquent, leur concentration respective désavantage les micropolluants présents dans l'eau. De plus, la matière organique occupe les macropores (plus de 50nm de diamètre) du charbon du fait de leur grande taille. Cette position entraîne la diminution du nombre de sites d'adsorptions accessibles aux plus petites molécules (pesticides). La matrice organique a donc pour effet de diminuer la surface spécifique du charbon. [26]

- ✓ Les solides polaires adsorbent préférentiellement les corps polaires, et les solides apolaires adsorbent les corps apolaires.
- ✓ Le PH de l'eau à traiter peut influencer l'adsorption de certains composés. Par exemple, un composé acide sera mieux adsorbé à un PH bas. [3]

II.7 : Le dimensionnement

Le dimensionnement d'une installation de traitement est réalisé en tenant compte de la capacité d'adsorption. Elle est définie en réalisant des isothermes d'adsorption.

On note d'une façon générale que :

- ✓ La capacité d'adsorption augmente avec la taille de la molécule concernée,
- ✓ Les molécules linéaires (molécules aromatiques) sont plus facilement adsorbable que les molécules ramifiées,
- ✓ L'adsorption est plus faible pour les molécules polaires (méthanol),
- ✓ L'adsorption diminue avec l'augmentation de la température (agitation moléculaire),
- ✓ L'adsorption est faible pour les petites molécules, solubles, polaires : méthanol, acide acétique, acétone, citrate.

II.7.1 : Mesure de la porosité

Un solide peut avoir des pores de tailles différentes, les :

- ✓ Micropores de dimensions ($\varnothing < 20 \text{ \AA}$) voisines de celles des molécules adsorbées et de «volume microporeux»
- ✓ Mésopores ($20 \text{ \AA} < \varnothing < 50 \text{ \AA}$) ; «volume mésoporeux»
- ✓ Macropores ($\varnothing > 500 \text{ \AA}$) ; «volume macroporeux»

Le remplissage, par adsorption, des pores se fait par les micropores et se termine par les macropores.

Partie II:
EXPERIMENTALE

Chapitre III :
MATERIELS ET METHODES

III.1: Préparation physique du bois de vigne :

L'échantillon (Bois de Vigne) prélevé dans les zones agricole de la daïra HAMMAM BOUHDJAR (wilaya d'AIN TEMOUCHENT était composé du deux (02) parties : le tronc de la vigne (ceps) ; les branches (sarments). La biomasse rejetée dans la nature est composé des branches en grand quantité que les troncs et les racines. Un découpage préliminaire était nécessaire pour faciliter le broyage du matériau.

Afin de préparer notre bois de vigne ; nous avons procéder à un traitement physique et chimique. [3]- [27]-[28]

Avant son utilisation ; le bois de vigne a subit les opérations suivantes :

- ✓ Découpage avec une scie.
- ✓ Dénichée de l'écorce du bois.
- ✓ Déshydratation dans une étuve pendant 24 heures avec une température de 105°C.
- ✓ Broyage avec un cutteur de laboratoire
- ✓ Tamisage avec un tamis de diamètre de 1mm.



Figure 19 : Dénichée de l'écorce du bois et découpage avec une scie.



Figure 20 :-Déshydratation dans une étuve pendant 24 heures avec une température de 105°C.



Figure 21 : Broyage avec un cutter de laboratoire



Figure 22 : Tamisage avec un tamis de diamètre de 1mm

III.2) Analyse granulométrique :

Les granulats sont appelés fillers, sablons, sables, gravillons, graves ou ballast suivant leurs dimensions.

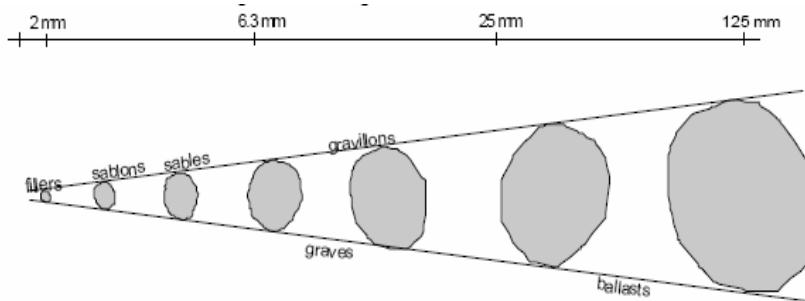


Figure 23 : Distribution en poids des particules.

L'analyse granulométrique sert à déterminer la distribution en poids des particules d'un matériau suivant leurs démentions. La méthode granulométrique largement employée et le tamisage à sec. Cette technique consiste à séparer les particules du matériau en le faisant passer à travers une colonne de tamis dont les mailles varient entre 0 à 1mm dans notre cas.

2.1) Classes Granulaires :

Un granulat est caractérisé du point de vue granulaire par sa classe d/D.

« d » le diamètre minimum des grains

« D » le diamètre maximum des grains.

Il existe cinq classes granulaires principales caractérisées par les dimensions extrêmes d et D des granulats rencontrées (Norme NFP18-101):

- ✓ Les fines 0/D avec $D \leq 0,08 \text{ mm}$,
- ✓ Les sables 0/D avec $D \leq 6,3 \text{ mm}$,
- ✓ Les gravillons d/D avec $d \geq 2 \text{ mm}$ et $D \leq 31,5 \text{ mm}$,
- ✓ Les cailloux d/D avec $d \geq 20 \text{ mm}$ et $D \leq 80 \text{ mm}$,
- ✓ Les graves d/D avec $d \geq 6,3 \text{ mm}$ et $D \leq 80 \text{ mm}$,

2.2) Objectif:

L'analyse granulométrique consiste à déterminer la distribution dimensionnelle des grains constituant un granulat dont les dimensions sont comprises entre **0,045** et **1 mm**.

On appelle :

REFUS sur un tamis : la quantité de matériau qui est retenue sur le tamis.

TAMISAT (ou **passant**) : la quantité de matériau qui passe à travers le tamis.

2.3) Matériel Utilisé :

Les dimensions de mailles et le nombre de tamis sont choisis en fonction de la nature de l'échantillon et de la précision attendue.

On emboîte les tamis les uns sur les autres dans un ordre tel que la progression des ouvertures soit croissantes du bas de la colonne vers le haut. Un couvercle sera disposé de la colonne afin d'interdire toute perte des particules fine pendant le tamisage. Les particules les plus fines de la sciure traversent le tamis en mis en vibration alors que les grosses particules sont retenues.

Les fractions retenues sur chacun des tamis sont pesés pour déterminer la distribution granulométrique. Le diamètre choisi est de : 0 à 1mm, et le temps de vibration est 5 min.



Figure24 : Tamis-vibreur (Fond, 45 μ m,63 μ m,80 μ m,125 μ m,250 μ m,500 μ m et 1 mm).

III.3) Détermination de la masse volumique des particules des sciures du bois de vigne :

3.1) Méthode du pycnomètre à eau :

La présente norme a pour objet la détermination, au pycnomètre à eau, de la masse volumique des particules solides des sciures du bois de vigne.

La norme s'applique à tout échantillon intact ou remanié dont la dimension des plus gros éléments est inférieure à 2 mm.

L'essai détermine la masse volumique moyenne d'un échantillon composé de particules, parfois de nature différente.

La masse volumique des particules solides de la sciure du bois de vigne est utilisé pour connaître l'indice des vides, le degré de saturation et la porosité. [35]

3.1.1) Définition-terminologique :

La masse volumique des particules solides des sciures du bois de vigne (ρ_s) est le quotient de la masse de ces particules solides (m_s) par leur volume (V_s).

$$\rho_s = m_s/V_s$$

3.1.2) Principes:

La masse des particules solides est obtenue par pesage. Le volume est mesuré au pycnomètre.

3.1.3) Méthode:

L'échantillon de sciures du bois de vigne est séché à l'étuve puis pesé. Le volume des particules est déduit par pesée à l'aide d'un pycnomètre en substituant de l'eau de masse volumique connue aux particules solides.



Figure 25 : Pycnomètre est porté à ébullition pendant au moins une 1h.

3.5) Appareillage :

Le matériel suivant est nécessaire :

- ✓ Une enceinte thermique ou une étuve de dessiccation à température réglable à 50°C et à 105°C.
- ✓ Une balance dont les portées minimale et maximale sont compatibles avec les masses à peser.
- ✓ Un tamis à maille carrée de 2mm d'ouverture.
- ✓ Des coupelles pour le séchage.
- ✓ Un mortier avec un pilon en matériau souple.
- ✓ Des pycnomètres de volume minimal 50 cm³ munis de bouchons rodés à tube capillaire.
- ✓ Une réserve d'eau distillée ou déminéralisée.
- ✓ Une source de chaleur permettant de porter à ébullition l'eau contenue dans le ballon du pycnomètre.
- ✓ Un branchement sur un circuit effectuant le vide susceptible de réduire la pression à une valeur inférieure à 2,5 kPa et un dispositif pour mesurer la pression utilisée,
- ✓ Un thermomètre de contrôle placé en permanence dans la salle d'essai.

3.6) Mode opératoire :

Une prise d'essai d'environ 25g est prélevée sur le tamisât de l'échantillon de sciure au tamis de 2 mm, puis est placée dans une coupelle connue (m). L'ensemble est introduit dans une étuve dont la température est : 105°C.

La durée du séchage est alors variable entre un et 8 jours. Le pycnomètre et son bouchon sont pesés (m_1).

La prise d'essai est introduite dans le pycnomètre. Le pycnomètre est débarrassé de toute particule qui aurait pu adhérer sur surface extérieure puis est pesé avec son bouchon (m_2).

Le ballon du pycnomètre est ensuite rempli d'eau distillée ou déminéralisée maintenue à la température ambiante. Afin qu'aucune bulle d'air ne reste accrochée aux particules, deux procédures peuvent être pratiquées selon la sensibilité à la chaleur.

a) *par dépression*

Pour tous les matériaux et obligatoirement pour ceux sensibles à la chaleur, le liquide contenu dans le pycnomètre est mis pour dépression. Pour cela, le pycnomètre est placé sous vide, au moins pendant 30 min et jusqu'à disparition complète de tout dégagement gazeux.

Après remise à la pression atmosphérique du ballon et de son contenu, on contrôle visuellement qu'après agitation aucune bulle de gaz ne se dégage. Si ce n'est pas le cas, le processus est renouvelé. [31]

b) *par ébullition*

Le liquide contenu dans le pycnomètre est porté à ébullition pendant au moins une heure. Pendant cette opération aucune particule solide ne doit s'échapper du ballon.

Une fois le pycnomètre et son contenu revenus à la température ambiante, on contrôle visuellement qu'après agitation aucune bulle de gaz ne se dégage. Si ce n'est pas le cas, le processus est renouvelé.

Lorsque le désaéragé est terminé, le bouchon avec son tube repère est placé sur le ballon du pycnomètre. Le remplissage est effectué avec de l'eau distillée ou déminéralisée jusqu'au repère et complété, si besoin, au bout de 30 min. Le pycnomètre est séché et pesé (m_3).

Puis le pycnomètre est vide, nettoyé et rempli d'eau distillée ou déminéralisée jusqu'au repère du bouchon. Au tour de 30 min, le nouveau mis en coïncidence avec le repère.

L'ensemble, une fois essuyé, est pesé (m_4).

3.7) Expression :

La masse volumique des particules solides est déterminée à partir de la formule suivante :

$$\rho_s = \rho_w (m_2 - m_1) / (m_4 + m_2 - m_1 - m_3)$$

Avec :

m_1 : Masse du pycnomètre vide,

m_2 : Masse du pycnomètre contenant la prise d'essai,

m_3 : Masse du pycnomètre, du sol et de l'eau,

m_4 : Masse du pycnomètre plein d'eau,

ρ_w : Masse volumique de l'eau conventionnellement prise égale à 1000 Kg/m³.

La valeur de la masse volumique des particules solide est la moyenne arithmétique de deux mesures effectuées sur deux prises d'essai provenant du même échantillon. [31]

III.4) Détermination de la finesse :**4.1) Mode opératoire :****4.1.1) Vérification du tamis :**

Un matériau de référence de résidu au tamis connu doit être pour vérifier le tamis.

Le matériau est conservé dans des conteneurs étanches scellés afin d'éviter tout changement de ses caractéristiques provenant de l'absorption ou de dépôts dus à l'atmosphère. Les conteneurs sont marqués avec le résidu du matériau de référence.

4.1.2) Détermination du résidu de la sciure de bois de vigne :

Agiter l'échantillon de sciure de bois de vigne pour disperser les grumeaux.

Attendre 2min. Remuer doucement la poudre résultante en utilisant une baguette sèche et propre, de façon à distribuer les fines dans tout la sciure.

Placer le réceptacle sous le tamis Peser approximativement 10 g de sciure de bois de vigne à 0,01g près et les placer dans le tamis en prenant soin d'éviter toute perte.

Disperser les grumeaux de sciure de bois de vigne.

Fixer le couvercle sur le tamis et agiter jusqu'à ce que plus aucun matériau fin ne passe à travers le fond du tamis.

Enlever et peser le résidu.

Exprimer cette masse en pourcentage (R_1) de la masse de la quantité placée initialement dans le tamis à 0,1% près.

Enlever délicatement tout le matériau fin adhérent à la partie inférieure du fond, et le placer dans le réceptacle.

Répéter toutes la procédure en utilisant une prise fraîche de 10 g pour obtenir R_2 .

Calculer le refus de la sciure de bois de vigne R par la moyenne arithmétique de R_1 et R_2 exprimée en pourcentage à 0,1 % près.

Si les résultats différents de plus de 1% absolu, exécuter un troisième tamisage et calculer ensuite la moyenne des trois tamisages.

4.2) Vérification du tamis :

Agiter l'échantillon de la sciure de bois de vigne à essayer en le secouant pendant 2 min dans un récipient bouché, pour disperser les grumeaux.

Attendre 2min Remuer doucement la poudre résultante en utilisant une baguette sèche et propre, de approximativement 10g de matériau de référence à 0,01 g près et les placer précautionneusement pour éviter toute perte dans le tamis.

Tamier suivant la procédure du paragraphe (4.2.1), y compris la double détermination du refus pour obtenir deux valeurs: P_1 et P_2 exprimées à 0,1% près.

Les deux valeurs de P_1 et P_2 pour un tamis donnant satisfaction ne peuvent pas différer de plus de 0,3%.

Leur moyenne arithmétique P est caractéristique du tamis, Etant donné le refus R_0 connu sur les maille de 80 μm du matériau de référence, calculer le facteur de tamisage $F = \frac{R_0}{P}$ exprimé à 0,01 près.

Le refus R déterminé suivant le paragraphe (1) doit être corrigé en le multipliant par F , qui peut avoir une valeur de $1,00 \pm 0,20$.

4.3) Méthode par perméabilité à l'air (méthode Blaine) :



Figure 26 : Méthode de Blaine

4.3.1) principe :

La notion de finesse de mouture est liée à la notion de "surface spécifique" qui désigne le total des aires de tous les grains contenus dans une quantité unité.

Exemple : Ssp. ciment = 3200 cm^2/g

Cette aire est d'autant plus grande que les grains sont plus petits, donc que la finesse de mouture est grande.

Il est connu, par ailleurs, que la vitesse d'écoulement d'un fluide à travers un corps granulaire est d'autant plus faible que les grains qui composent ce corps sont plus fins : cette vitesse décroît donc quand la finesse de mouture augmente. La Surface spécifique et la vitesse d'écoulement sont liées à un même facteur, la finesse de mouture.

Il est possible donc de déterminer la surface spécifique d'un corps granulaire en mesurant la vitesse d'écoulement de l'air à travers ce corps; et cette surface massique caractérise la finesse de mouture.

Faire passer, dans des conditions bien définies, une certaine quantité de sciure de bois de vigne, mesurer le temps de passage, et en déduire la surface spécifique par application d'une formule empirique.

4.3.2) Appareils :

a) Cellule de perméabilité

La cellule est constituée d'un cylindre droit rigide de dimensions et tolérances conformes à celles de la figure. Il est en acier inoxydable austénitique ou en un autre matériau résistant à l'abrasion et non corrodable. Les faces supérieures et inférieures sont planes et perpendiculaires à l'axe du cylindre. Il en est de même de la surface supérieure de l'épaulement au fond de la cellule. La surface extérieure du cylindre doit être conçue pour s'ajuster de façon étanche à la cavité conique du manomètre.

b) Disque perforé

Le disque est en métal non corrodable, perforé de 30 à 40 trous de 1 mm de diamètre et est conforme aux dimensions et tolérances. Quand il est en place sur l'épaulement de la cellule, ses surfaces planes sont perpendiculaires à l'axe de la cellule.

c) Piston plongeur

Le plongeur est constitué d'un piston pouvant glisser librement dans la cellule de mesure moyennant un jeu à aménager de manière à conserver entre le bord supérieur du disque perforé et la base du piston un intervalle de $15 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ lorsque la butée du plongeur vient reposer sur le bord supérieur du cylindre de la cellule. Ce piston doit être pourvu d'un méplat prolongé par une échancrure dans la tête pour permettre le passage de l'air.

Le piston plongeur est en acier inoxydable austénitique ou d'un autre matériau résistant à l'abrasion et non corrodable ; il est conforme aux dimensions et tolérance.

d) Manomètre

Le manomètre est constitué de tube en verre borosilicaté en forme de U, monté verticalement et rigidement comme à la figure (26).

Une branche du manomètre est surmontée d'un rodage conique qui forme un ajustement étanche avec la surface conique de la cellule. La même branche présente quatre lignes gravées et un tube en T dont les positions sont conformes aux dimensions et tolérance.

La branche latérale du tube en T conduit vers un robinet d'arrêt étanche au-delà duquel est branché un dispositif convenable d'aspiration tel qu'un tube en caoutchouc et une poire illustrés à la figure (11).

Remplir le tube manométrique pour mouiller la surface intérieure.

Vider le tube et le remplir à nouveau de liquide manométrique jusqu' au niveau de la ligne gravée la plus basse.

Ce liquide manométrique est à nettoyer après une révision ou pour un nouvel étalonnage.



Figure 27 : Manomètre de BLAINE.

e) Liquide manométrique

Le manomètre est rempli jusqu' au niveau de la ligne gravée inférieure (1) dans la figure(27), avec un liquide non volatil, non hygroscopique, de viscosité et densité faibles tel que le dibutyl phthalate ou l'huile minérale légère.

f) Chronomètre

Le chronomètre à un mécanisme de départ et d'arrêt direct, est lisible à au moins 0,2 s près et a une précision d'au moins 1% dans des intervalles de temps allant jusqu'à 300 s.

g) Balance

Une balance permettant de peser aux environs de 3 g à 1 mg près (pour la sciure) et dans la gamme de 50 g à 10 mg près (pour le mercure) est (sont) utilisée (s).

h) Pycnomètre

Un pycnomètre ou tout autre moyen convenable pour déterminer la masse volumique absolue de la sciure doit aussi être disponible.

4.3.3) Matériaux :

a) Mercure : Du mercure de qualité réactif ou mieux est utilisé.

b) Échantillon de référence : Un échantillon de référence de ciment de surface massique connue ($3818 \text{ cm}^2/\text{g}$) est utilisé.

c) Huile légère : Une huile légère est utilisée pour éviter la formation d'un amalgame de mercure sur la surface intérieure de la cellule.

d) Disques circulaires de papier filtre : Les disques circulaires de papier filtre sont à bord entier et adaptés aux dimensions de la cellule. Le papier filtre est à texture moyenne (diamètre moyen des pores : $7 \mu\text{m}$).

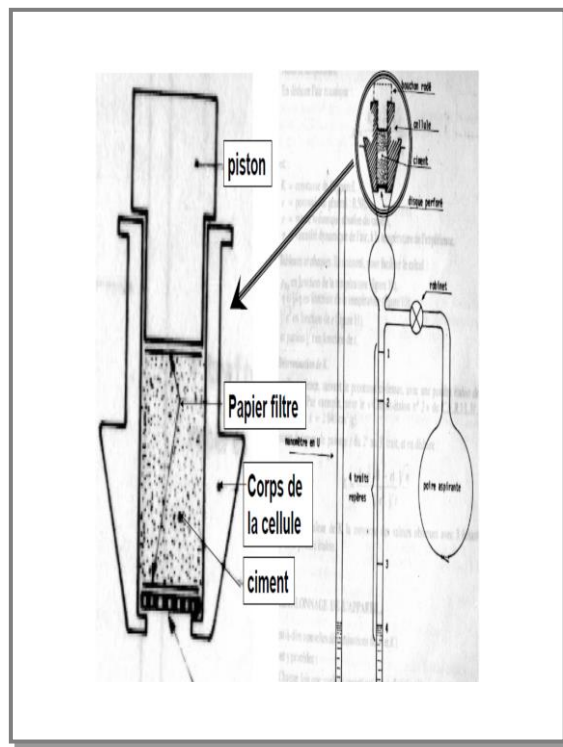


Figure 28 : Schéma de l'appareil

e) Graisse légère : Une graisse légère est utilisée pour assurer un joint étanche entre la cellule et le manomètre et dans le robinet d'arrêt.

4.3.4) Conditions et Procédure d'essai

Il faut donc déterminer la masse volumique absolue de la sciure de bois de vigne (pycnomètre). Pour la détermination du volume de la cellule on emploie le mercure.

- 1- Placer la grille et les deux rondelles de papier filtre, remplir de mercure et le peser : **P1**
- 2- placer une 2^{ème} rondelle de papier filtre; enfoncer complètement le piston, puis le retirer,
- 3- remplir de mercure. Peser ce mercure : **P2**.

Le volume V de la cellule est celui occupé par la sciure :

$$V = P1 - P2 / m_{vHg}$$

m_{vHg} : masse volumique du mercure à la température de l'expérience.

L'air traverse la sciure, et le niveau du liquide baisse : chronométrer le temps que met le liquide à passer du 2^{ème} trait au 3^{ème} trait; soit « t » (en secondes) la moyenne des temps résultant de 3 mesures consécutives.

Et En déduire la surface spécifique :

$$Ssp = \frac{K\sqrt{n^3}\sqrt{t_0}}{m_{vabs}(1-n)\sqrt{0,1\eta}} \text{ en } g/cm^2$$

avec :

K : constante de l'appareil,

n : porosité (en général : 0,50),

$m_{v abs}$: masse volumique absolue de la sciure.

η : viscosité dynamique de l'air, à la température de l'essai.

Pour faciliter le travail, l'abaque suivant nous permet de déterminer : m_{vHg} , $\sqrt{\eta}$ en fonction de la température de l'essai.

détermination de la constante K de l'appareil

Avant toute détermination de surface spécifique à l'aide d'un appareil de Blaine, il faut déterminer la constante **k** de l'appareil. Pour cela, l'utilisateur doit se procurer un échantillon de ciment étalon de surface spécifique S_0 et de masse volumique absolue ρ_0 connues.

$$K = s_0\rho_0 \frac{(1-n) \times \sqrt{0,1\eta}}{\sqrt{n^3}\sqrt{t_0}}$$

III.5) Traitement chimique du bois de vigne :

Les sciures du bois de vigne ont été lavées à l'eau distillée pendant 30 minutes avec un agitateur magnétique réglable et séchées à l'étuve à 105°C durant 24 heures.

Elles sont ensuite imprégnées pendant 2 heures dans les solutions d'acide sulfurique (H_2SO_4) à concentration de 10% .

Elles sont enfin mises à reflux pendant 2 heures à une température d'ébullition de 100°C ; rincées à l'eau distillée et séchées à l'étuve à 105°C pendant 24 heures.



Figure 29 : Les sciures du bois de vigne ont été lavées à l'eau distillée pendant 30 minutes.

5.1) Chauffage à reflux :

Le chauffage à reflux est utilisé pour accélérer ou permettre une réaction chimique sans perte de réactifs ou de produits.

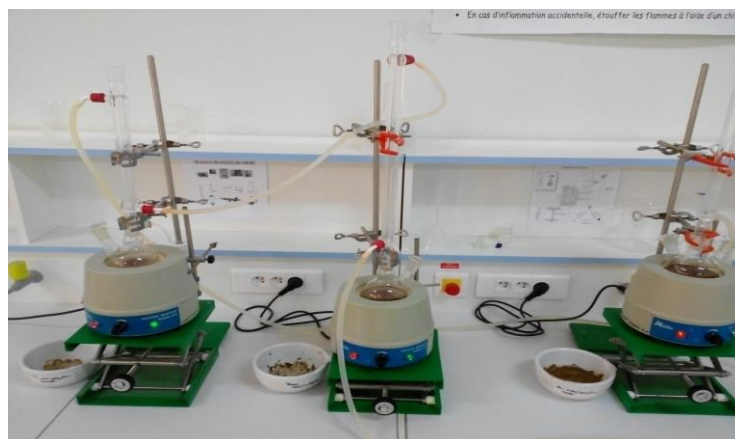


Figure 30 : Montage de chauffage à reflux des différentes solutions.

III.6) ETUDE CINETIQUE :

6.1) Dispositif expérimental et protocole suivi :

Le dispositif est constitué de béchers de 250ml dans lesquels nous avons introduit des poudres de différentes tailles (S1 : 80 μ m/125 μ m), (S2 : 125 μ m/250 μ m) et (S3 : 500 μ m/1mm).

Pour chaque taille des poudres nous avons fait varier les masses : **1g, 2g et 3g** de chaque taille de sciures du bois de vigne (partie : tronc et branche) mélangées dans 100 ml de solution de Bleu de Méthylène avec une concentration initiale de (10⁻⁵ mol/l) sous agitation magnétique pendant toute la durée de l'expérience à l'abri de la lumière.

L'instant de contact de la sciure avec la solution est pris comme instant initial t_0 utilisant un chronomètre.

Des échantillons sont prélevés à des temps d'intervalles déterminés (de 0,5min à 120 min) au cours de l'expérience, filtrés et analysés par Spectroscopie UV-VISIBLE (JENWAY6800).

6.2) Méthode utilisée (Spectrophotométrie d'absorption UV-Visible) :



Figure 31 : Spectrophotomètre (JENWAY 6800 UV-Visible)

6.2.1) Généralités :

Cette méthode concerne l'étude des interactions entre la matière et un rayonnement électromagnétique. En effet, une molécule absorbera une radiation de fréquence ν s'il existe des transitions nécessitant une énergie : $\Delta E = h \nu$ ($h = 6,624.10^{-34}$ Joule.s, constante de Planck).

On distingue en physique deux entités de natures très différentes :

* La matière faite de noyaux, d'atomes et de molécules, qui sont caractérisés par leurs niveaux d'énergie.

* Le rayonnement composé de radiations. Chaque radiation est une onde électromagnétique qui transporte de l'énergie. [32]

La spectroscopie d'absorption électronique a un large domaine d'application dans l'étude des propriétés et des structures des composés organiques ; telles que la détermination de la pureté d'un produit ; l'analyse des cinétiques et mécanismes de réactions, les mesures précises constantes de dissociation des acides et des bases etc... [29]

6.2.2) Théorie fondamentale de la spectroscopie électronique :

a) Absorption et émission de photons :

Quand un atome absorbe ou émet une certaine énergie, ΔE , il passe d'un état stable vers un autre. L'énergie $h\nu$ du photon absorbé ou émis est égale aux différences d'énergie ; entre les deux niveaux. Ainsi il ne peut y avoir d'émission ou d'absorption que si l'énergie émise (ou absorbée) est égale à la différence entre les deux niveaux énergétiques mis en jeu.

$$\Delta E = E_2 - E_1 = \frac{h c}{\lambda}$$

Et
$$\nu = \frac{E_2 - E_1}{h}$$

c : vitesse de la lumière ($c = 2,998.10^8 \text{ m.s}^{-1}$).

λ et ν : longueur l'onde et fréquence de la radiation.

h : constante de Planck. ($h = 6,624.10^{-34} \text{ j.s}$)

En remplaçant **h** et **c** par leurs valeurs numériques l'équation devient :

$$\Delta E = 12.000 \frac{1}{\lambda} = 120.000 \bar{\nu}$$

ΔE est exprimé en Kilojoules par mole et λ en nanomètres. $\frac{1}{\lambda} = \bar{\nu} \text{ (cm}^{-1}\text{)}$ Est le nombre d'onde appelé souvent en spectroscopie fréquence.

La correspondance entre le nombre d'onde et l'énergie de la radiation est donnée par :

$$1 \text{ cm}^{-1} \approx 11,96 \text{ J.mole}^{-1} \approx 1,24 \cdot 10^{-24} \text{ eV}$$

b) Domaines de fréquences des spectres d'absorption :

Les niveaux énergiques d'une molécule se répartissent en approximation ; en niveaux rotationnels ; niveaux vibrationnels et niveaux électroniques. L'énergie d'excitation des niveaux électroniques des molécules se situe dans le domaine spectral UV-Visible (100-800 nm). Dans la figure ci-dessous on représente les différents domaines spectraux. Pour ce qui nous intéresse ; le spectre électronique moléculaire s'étend entre $\sim 10^5 \text{ cm}^{-1}$ (100 nm) et 10^4 cm^{-1} . On peut le diviser en deux régions :

* Région du visible qui s'étend entre **400 et 1000 nm**

* Région de l'ultraviolet située entre **100 et 400nm**

Les rayons ultraviolets ne sont pas perceptibles par l'œil humain et sont **dangereux** pour l'œil.

A son tour le domaine de l'ultraviolet se divise en deux sous domaines :

* Le proche ultraviolet entre **200 et 400 nm**

* L'ultraviolet lointain entre **100 et 200 nm**.

Ce dernier est aussi appelé domaine du vide car dans cette région les molécules de l'air absorbent les radiations et il faut travailler sous vide. [29]

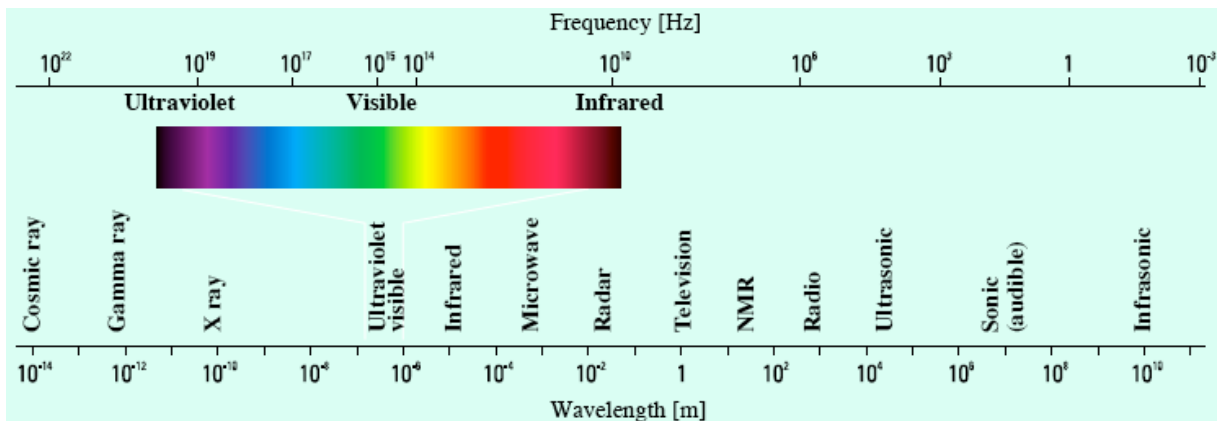
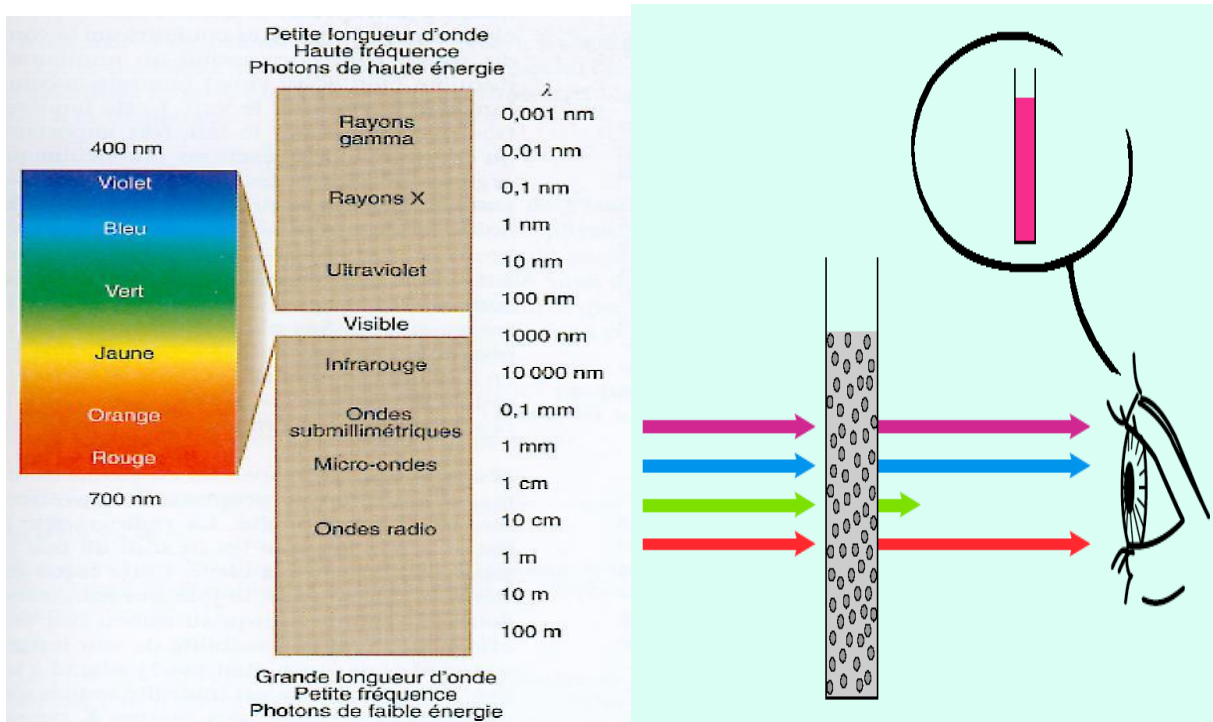


Figure 32 : Le spectre électromagnétique



Lorsqu'un faisceau lumineux traverse une substance, une partie de l'intensité du faisceau incident se trouve absorbée par cette substance et le faisceau transmis est ainsi affaibli.

Si l'on considère un faisceau incident d'intensité I_0 qui traverse une épaisseur dx d'une substance ; l'intensité transmise aura pour valeur $I = I_0 - dI$, ou dI correspond à la fraction d'intensité absorbée.

L'intensité absorbée est reliée à la concentration et à l'épaisseur de la substance traversée par la loi suivante :

$$\frac{dI}{I} = - \varepsilon' C dx$$

C : concentration de la substance absorbante en mole par litre.

ε' : la probabilité d'absorption par les particules par unité de concentration et par unité de flux incident.

L'intégration de l'équation précédente donne :

$$\int_{I_0}^I \frac{dI}{I} = - \varepsilon' C \int_0^l dx \quad \Leftrightarrow \quad \ln \frac{I}{I_0} = - \varepsilon' C l$$

$$- \log \frac{I}{I_0} = \frac{1}{2,3} \varepsilon' C l = \varepsilon C l$$

Le paramètre $- \log \frac{I}{I_0} = D$ est appelé densité optique et $T = \frac{I}{I_0} \cdot 100$ s'appelle transmittance. $D = - \log T$

D peut être déterminé expérimentalement et la relation (3) devient :

$$D = \varepsilon C l$$

ε : coefficient d'extinction molaire

c) Spectre électronique des molécules polyatomiques

Dans les molécules polyatomiques on considère uniquement les électrons de valence qui sont responsables des liaisons chimiques et détermine les propriétés chimiques des molécules. Dans cette catégorie d'électrons nous incluons aussi les paires d'électrons non liants externes des hétéroatomes.

6.3) La loi de Beer-Lambert :

La loi de Beer-Lambert, aussi connue comme la **loi de Beer-Lambert-Bouguer**, est une relation empirique reliant l'absorption de la lumière aux propriétés des milieux qu'elle traverse.

La loi de Beer-Lambert établit une proportionnalité entre la concentration d'une entité chimique en solution, l'absorbance de celle-ci et la longueur du trajet parcouru par la lumière dans la solution. La loi de Beer-Lambert n'est cependant valable que sous certaines conditions : la lumière doit être monochromatique, la concentration des solutions doit être faible (de l'ordre de 10^{-4} mol. L^{-1}), les solutions doivent être homogènes et le soluté ne doit pas réagir sous l'action de la lumière incidente. La loi de Beer-Lambert est aussi valable pour décrire l'absorption des rayons X par la matière condensée.

Soit un rayonnement électromagnétique de longueur d'onde λ (par exemple lumière), traversant un milieu transparent. L'intensité de ce rayonnement subit une diminution exponentielle en fonction de la distance parcourue et de la densité des espèces absorbantes dans ce milieu.

$$I(\lambda, X) = I_0(\lambda) \cdot e^{-kIC}$$

- * I_0 est l'intensité de la lumière incidente
- * I est l'intensité après passage à travers la cuve contenant la solution (intensité transmise)
- * I est la distance traversée par la lumière (épaisseur de la cuve) (en cm)
- * C est la concentration des espèces absorbantes
- * k est une constante caractéristique de l'échantillon.

$$\log(I_0/I) = kIC/2.3 = \xi I C$$

- * $\log(I_0/I)$ est appelé absorbance (A)
- * $I/I_0 = T$ est la transmission
- * % T est la transmittance
- * ξ est le coefficient d'extinction molaire ; c 'est une caractéristique de la substance étudiée à une longueur d'onde donnée.

Si C est la molarité, ξ est en $L \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$.

6.3.1 : Classification des transitions électroniques :

Les transitions électroniques dans les molécules sont classées selon le type des électrons de valence mis en jeu. Les électrons des liaisons simples sont dits «électrons σ » ceux des liaisons doubles ou triples sont appelés «électrons π ».

Lorsque les électrons sont appariés et ne sont pas engagés dans une liaison ; ils sont appelés « électrons n » (oxygène ; azote ; soufre etc.....).

Quand une molécule est excitée par une radiation ; les électrons passent d'un niveau liant

($\sigma - \pi$) ou d'un niveau non liant (n) vers un niveau antiliant ($\sigma^* - \pi^*$) de plus haute énergie qui était vacant dans l'état fondamental.

La transition ($\sigma \rightarrow \sigma^*$) correspond à l'énergie d'excitation la plus élevée ; cette transition est typique dans les hydrocarbures saturés et les bandes caractéristiques de ce type de transitions se situent dans le domaine l'ultraviolet lointain ou « du vide» ($\lambda < 200nm$)[29]

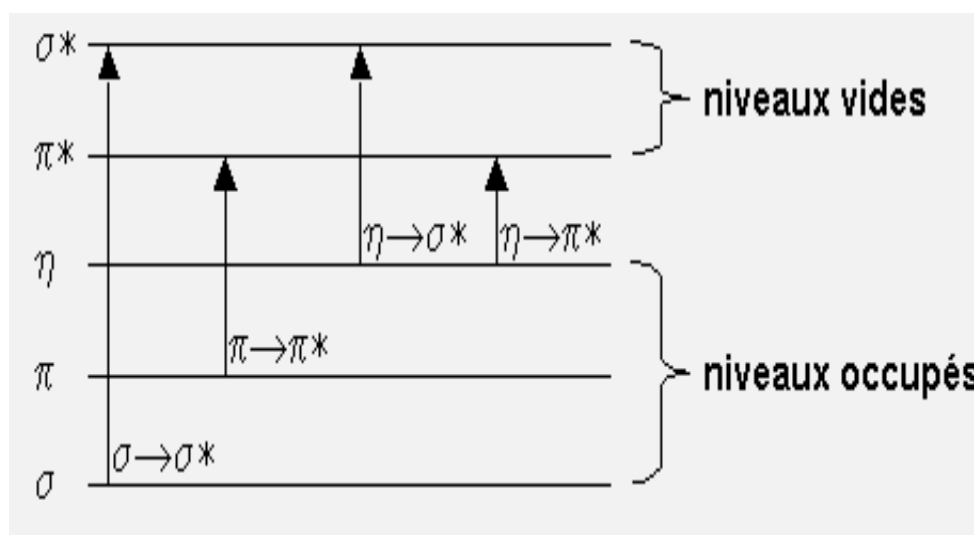


Figure 33 : Différents niveaux énergétiques et les transitions électroniques entre eux.

Les transitions ($\pi \rightarrow \pi^*$) apparaissent à des énergies plus basses ; elles sont typiques des hydrocarbures insaturés et correspondent au domaine du proche ultraviolet-visible.

Les transitions ($n \rightarrow \sigma^*$) (dans CH_3NH_2) et ($n \rightarrow \pi^*$) (dans les cétones) ont lieu entre les orbitales atomique (non liantes) de l'état fondamental et les orbitales moléculaires antiliantes σ^* et π^* .

Généralement les niveaux n sont plus haut que les niveaux π ; ainsi la bande ($n \rightarrow \pi^*$) a la plus grande longueur d'onde (la plus faible énergie dans le spectre d'absorption).

6.3.2 : Intensités des transitions électroniques:

La différence première entre les transitions ($n \rightarrow \pi^*$) et ($\pi \rightarrow \pi^*$) réside dans leurs intensités respectives.

Les transitions ($\pi \rightarrow \pi^*$) permises présentent un coefficient d'extinction molaire ϵ_{max} d'environ 10.000 ou plus et 200 à quelques milliers pour les transitions interdites.

Pour les transitions ($n \rightarrow \pi^*$) ce coefficient varie de quelques unités à quelques centaines. Ces faibles intensités sont attribués au fait que ces transitions sont interdites par des conditions de symétrie.

Un critère expérimental pour l'attribution d'une bande d'absorption au type ($\pi \rightarrow \pi^*$) ou ($n \rightarrow \pi^*$) est le déplacement du maximum d'absorption avec la polarité du solvant (règle de Mac Connel). En utilisant à la place des solvants non polaires comme l'heptane ou le tétrachlorure de carbone ; des solvants polaires tels que l'eau ou l'éthanol ; la transition se déplace vers les grandes longueurs d'ondes (déplacement bathochromique) alors que la transition ($\pi \rightarrow \pi^*$) se déplace vers les faibles longueurs d'ondes (déplacement hypsochromique).[29]

6.4 : Description de l'appareil :

Le modèle 6800 est un véritable spectrophotomètre à double faisceau UV/visible équipé d'optiques symétriques de stabilité élevée adapté à une large gamme d'applications dans l'enseignement, le contrôle qualité, les analyses environnementales et cliniques. [30]

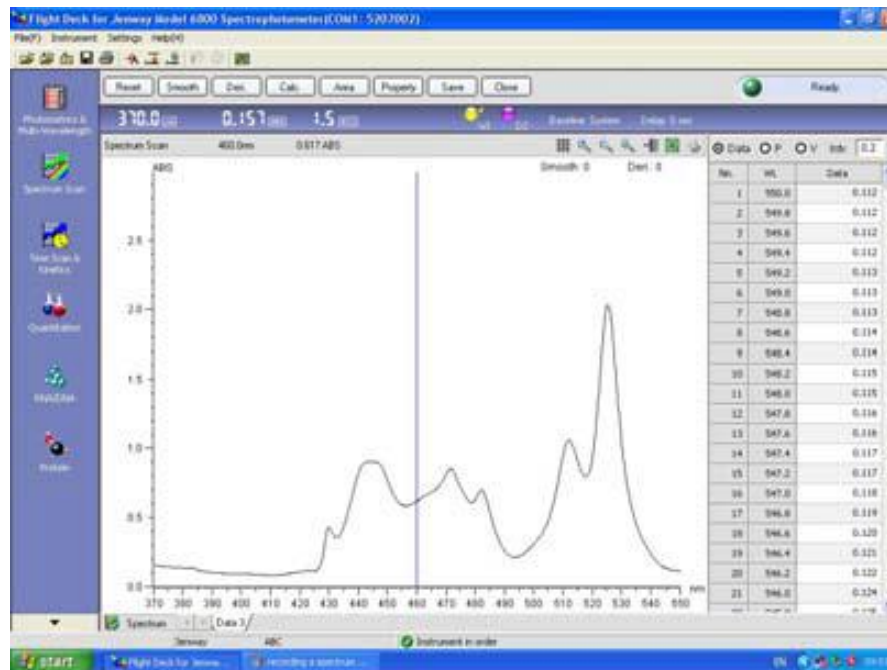


Figure 34 : Profil de spectre dans l'appareil UV-visible (JENWAY 6800).

.5 : Le Bleu de Méthylène :**6.5.1) Généralité**

Le Bleu de Méthylène, colorant cationique, est une molécule organique appartenant à la famille des Xanthes. Elle est choisie comme modèle représentatif des polluants organiques de taille moyenne. L'adsorption du bleu de méthylène est utilisée depuis longtemps en vue d'évaluer les performances du charbon actif avant son emploi dans une installation d'épuration des eaux. C'est une molécule qui est utilisée aussi pour tester les pouvoirs adsorbants des solides, et pour déterminer leur surface spécifique.

La formule développée du bleu de méthylène est représentée dans la figure ci-dessous.

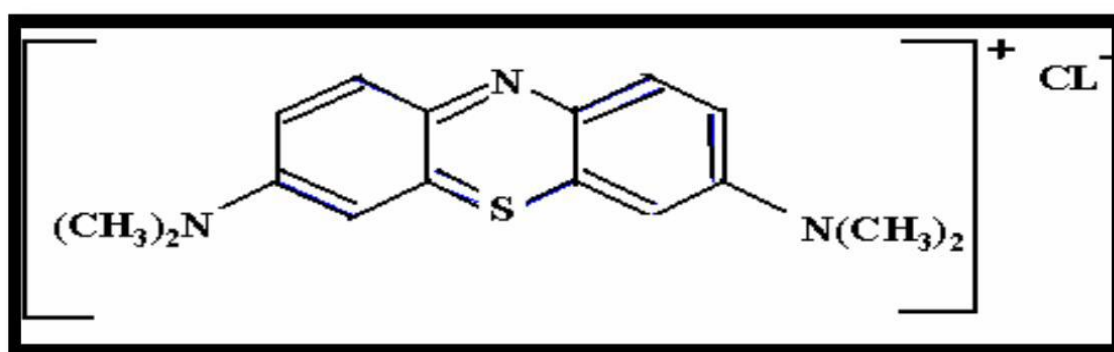


Figure 35 : Structure chimique du Bleu de Méthylène.

Tableau 3 : Caractéristiques du Bleu de Méthylène.

	Formule brute	Masse molaire (g . mol ⁻¹)	Solubilité dans l'eau à 20°C (g . l ⁻¹)	Température de fusion (°C)
Bleu de Méthylène	C ₁₆ H ₁₈ ClN ₃ S, xH ₂ O	319,85	50	190

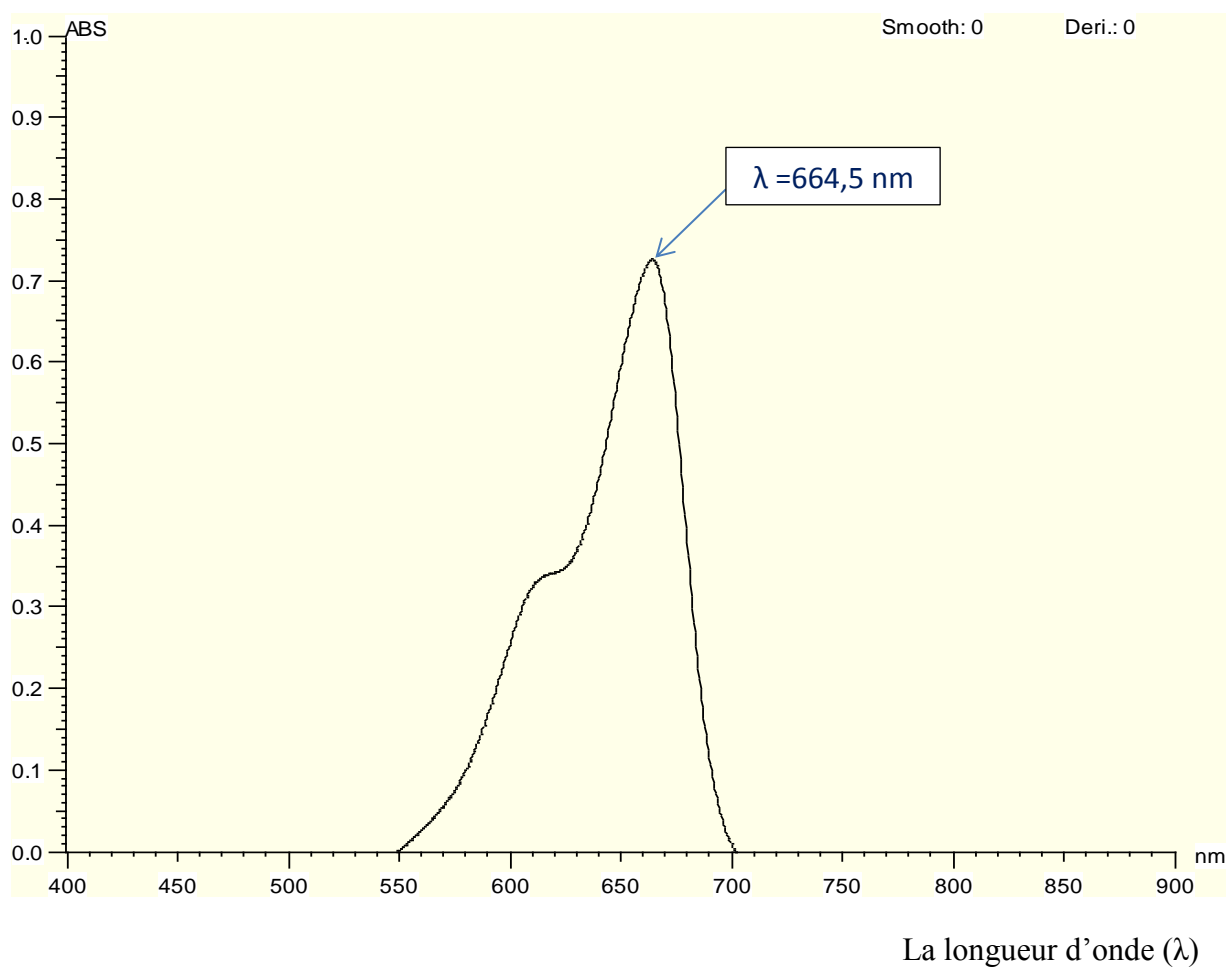


Figure 36 : Le spectre d'absorbance du BM (**Bleu de Méthylène**).

Nous observons sur le spectre d'absorption de bleu de méthylène dans l'eau que cette molécule possède une bande intense vers 665 nm et une autre bande vers 600 nm. La première bande intense nous permettra de suivre nos cinétiques d'adsorption du bleu de méthylène sur le charbon du bois.

Chapitre IV :
Résultats et discussions

IV.1 : Analyse granulométrique :

L'essai consiste à fractionner au moyen d'une série de tamis un matériau en plusieurs classes granulaires de tailles décroissantes.

Nous procédons aux étapes suivantes :

- ✓ Peser le refus du tamis ayant la plus grande maille : soit R_1 la masse de ce refus.
- ✓ Poursuivre la même opération avec tous les tamis de la colonne pour obtenir les masses des différents refus cumulés ...
- ✓ Les masses des différents refus cumulés R_i sont rapportées à la masse totale de l'échantillon m_1 .
- ✓ Les pourcentages de refus cumulés ainsi obtenus, sont inscrits sur le tableau :
- ✓ Le pourcentage des tamisât cumulés sera déduit :
- ✓

$$D_{max} = 1mm ; M_{tamisée} = 0.2 * 1 = 0.2 Kg = 200g$$

Tableau 4 : Analyse granulométrique des sciures des Branches (sarments).

Tamis	P_T (g)	P_{T+S} (g)	Refus partiel(g)	Refus cumulé(g)	Tamis cumulé(g)	Tamis cumulé(%)
1 mm	350,21	352,91	2,70	2,70	197,30	98,65
500 μm	263,98	372,16	108,18	110,88	89,12	44,56
250 μm	239,08	298,41	59,33	170,21	29,79	14,89
125 μm	224,64	246,89	22,25	192,46	7,54	3,77
80 μm	284,25	291,09	6,84	199,30	0,7	0,35
63 μm	222,82	223,86	1,04	200,00	00	00
45 μm	217,78	217,88	0,10	200,04	00	00
Fond	352,94	352,94	00	200,00	00	00

Tableau 5 : Analyse granulométrique des sciures des troncs (ceps).

Tamis	P_T (g)	P_{T+S} (g)	Refus partiel(g)	Refus cumulé(g)	Tamis cumulé(g)	Tamis cumulé(%)
1 mm	350,19	350,35	0,16	0,16	199,84	99,92
500 μm	263,52	332,75	69,23	69,39	130,61	65,305
250 μm	247,95	325,95	78,00	147,39	52,61	26,305
125 μm	229,40	267,18	37,78	185,17	14,83	7,415
80 μm	284,15	293,34	9,19	194,36	5,64	2,82
63 μm	222,76	225,96	3,20	197,56	2,44	1,22
45 μm	222,87	224,75	1,88	199,44	0,56	0,28
Fond	352,85	353,54	0,69	200,00	00	00

* Les refus cumulés : le refus de chaque tamis est pesé en l'ajoutant au refus du tamis qui lui est en dessous, ainsi de suite.

* Le tamisa cumulé, il est égal à la masse totale prise au départ (200g) à laquelle on retranche le refus cumulé.

* Le tamisa cumulé en pourcentage, il suffit de diviser le tamisa cumulé par la masse totale (200g) puis multiplier par 100.

Les masses des différents refus et tamisât sont rapportées à la masse initiale du matériau.

Les pourcentages ainsi obtenus sont exploités sous forme graphique.

* TRACÉ DE LA COURBE GRANULOMÉTRIQUE

Il suffit de porter les divers pourcentages des tamisât cumulés sur une feuille semi-logarithmique :

- En abscisse : les dimensions des mailles, échelle logarithmique.
- En ordonnée : les pourcentages sur une échelle arithmétique.
- La courbe doit être tracée de manière continue.

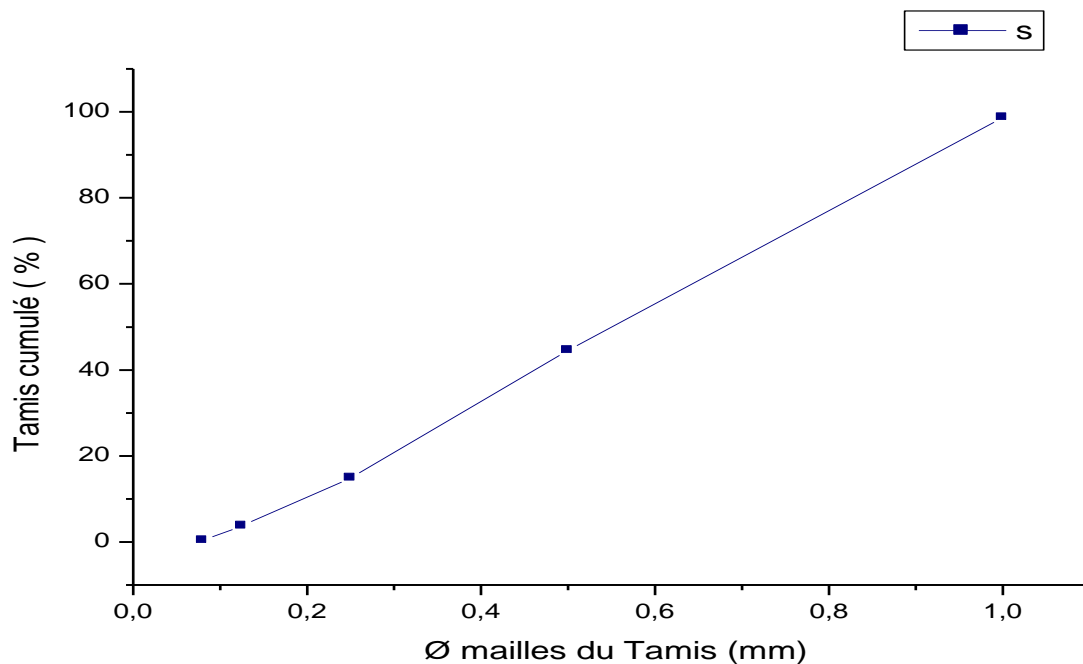


Figure 37 : Courbe granulométrique (Les Branches/serments).

On détermine les différents diamètres (d_{10} , d_{30} , d_{60}) et les deux coefficients C_u et C_c :

Formule de Hazen $C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ et coefficient de courbure $C_c = \frac{d_{30}^2}{(d_{10} * d_{60})} C_u$

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \frac{0,65}{0,2} = 3,25$$

$$C_c = \frac{d_{30}^2}{(d_{10} * d_{60})} C_u = \frac{(0,38)^2}{(0,2 * 0,65)} = 1,11$$

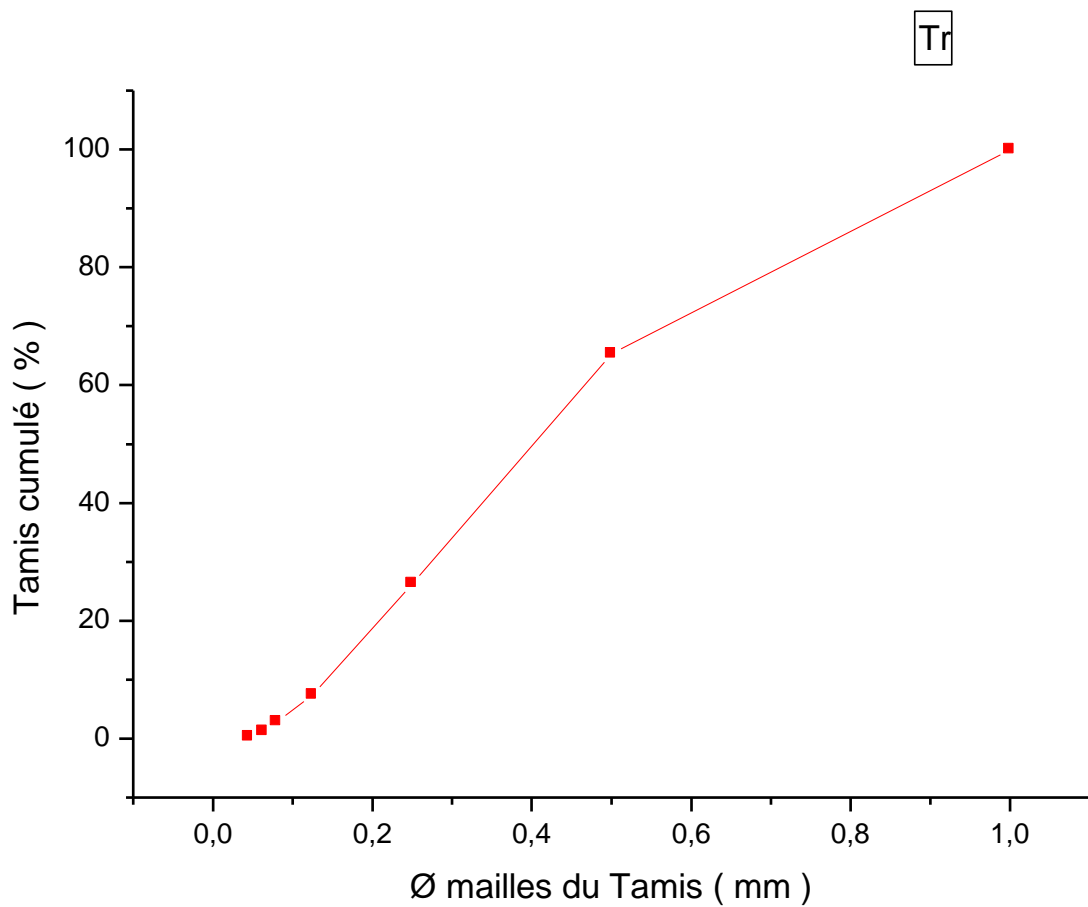


Figure 38 :- Courbe-granulométrique-(Les-troncs/ceps)

On détermine les différents diamètres (d_{10} , d_{30} , d_{60}) et les deux coefficients C_u et C_c :

Formule de Hazen $C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ et coefficient de courbure $C_c = \frac{d_{30}^2}{(d_{10} * d_{60})} C_u$

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \frac{0,48}{0,12} = 4$$

$$C_c = \frac{d_{30}^2}{(d_{10} * d_{60})} C_u = \frac{(0,28)^2}{(0,12 * 0,48)} = 1,36$$

** Interprétation des courbes*

La forme de la courbe granulométrique obtenue apporte les renseignements suivants :

- Les dimensions **d** et **D** du granulat,
- La plus ou moins grande proportion d'éléments fins,
- La continuité ou la discontinuité de la granularité.

Suivant la classification des sols grenus notre sciure de la branche est classée comme poudre normal, et la sciure du tronc est une poudre à majorité de grains fins.

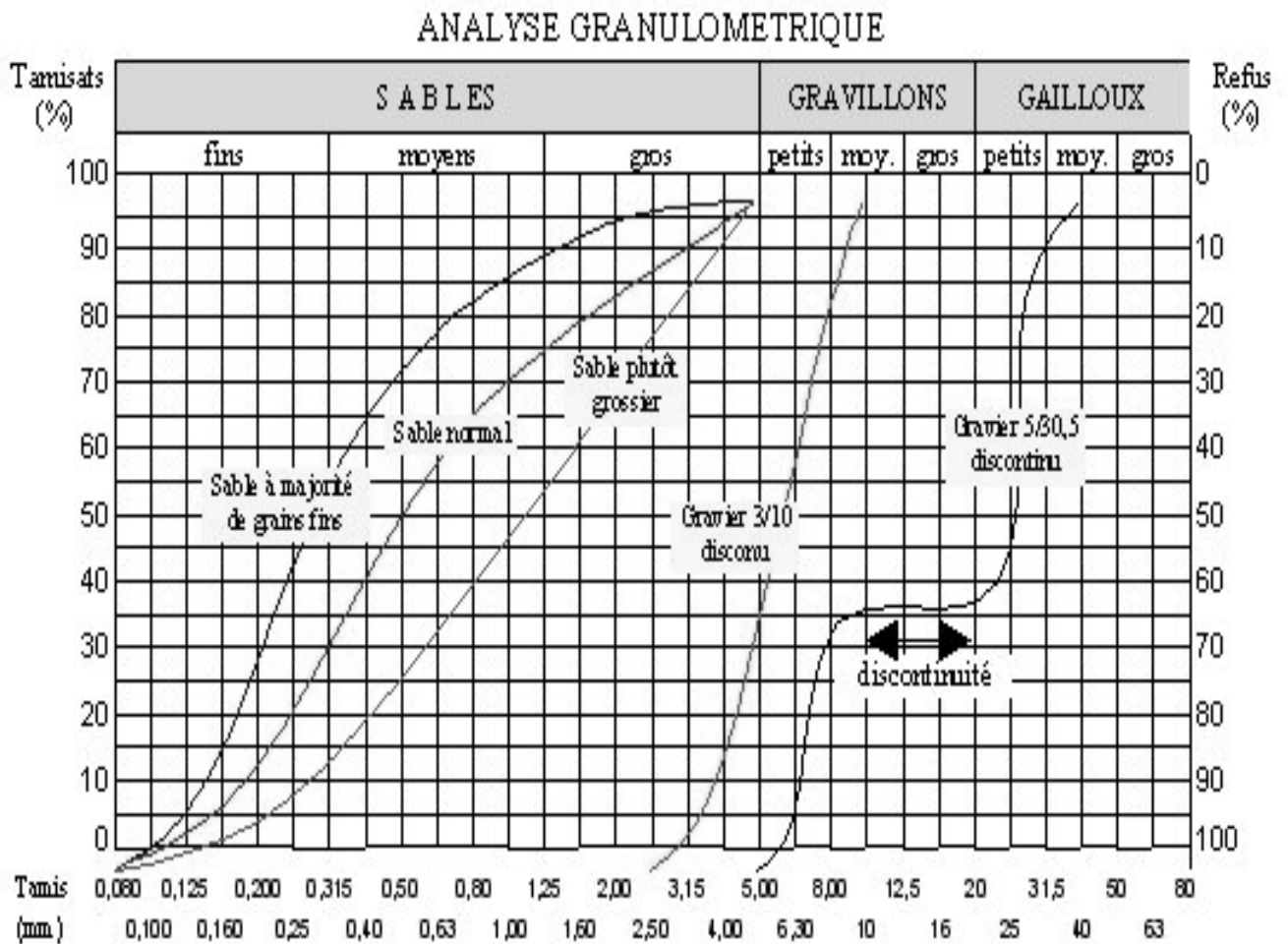


Figure 39 : Classification des sols grenus :

La granulométrie influence la cinétique d'adsorption ainsi que l'accessibilité aux pores.

IV.2 : Détermination de la masse volumique des sciures du bois de vigne :

La prise d'essai est introduite dans le pycnomètre. La masse volumique des particules solides est déterminée à partir de la formule suivante :

$$\rho_s = \rho_w (m_2 - m_1) / (m_4 + m_2 - m_1 - m_3)$$

Avec :

m_1 : Masse du pycnomètre vide,

m_2 : Masse du pycnomètre contenant la prise d'essai,

m_3 : Masse du pycnomètre, du sol et de l'eau,

m_4 : Masse du pycnomètre plein d'eau,

ρ_w : Masse volumique de l'eau conventionnellement prise égale à 1000 Kg/m³.

La valeur de la masse volumique des particules solide est la moyenne arithmétique de deux mesures effectuées sur deux prises d'essai provenant du même échantillon.

Tableau 6 : Détermination de la masse volumique des particules

	m_1 (g)	m_2 (g)	m_3 (g)	m_4 (g)	ρ_w (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)
S_1	128,65	143,48	894,43	889,29	1	1,5304
S_2	108,84	133,79	307,35	352,77	1	0,3545
S_3	240,2	266,8	731,7	907,94	1	0,1311

IV.3) Détermination de la finesse :

La surface spécifique et la vitesse d'écoulement sont liées à un même facteur la finesse de mouture. On a cherché une relation entre ces trois grandeurs. Il est possible de déterminer la surface spécifique d'un corps granulaire en mesurant la vitesse d'écoulement de l'air à travers ce corps; et cette surface massique caractérise la finesse de mouture.

Par la méthode de Blaine qu'on a utilisé, comme il est décrit et détaillé au chapitre précédent, on a obtenu les résultats suivants :

VI.3.1) Fiche de contrôle (surface spécifique) :

* Date:	03/03/2016		
* Temps:	15:27		
* Examineur:	Adel + Said		
* Notice:	sdd		
* Diamètre [mm]:	12,7		
* Hauteur [mm]:	15		
* Volume [cm ³]:	1,90		
* Référence:	REF1		
* K facteur:	1		
* Matière d'essai:	poudre du bois de vigne		
* Densité [g/cm ³]:	1,53		
* Echantillon :	1		
* Poids [g]:	1,53		
* Ecart restant [mm]:	0		
* Porosité:	0,474		
* Répétition	1	2	3
* Température [°C]:	24,5	24,5	24,5
* Temps [s]:	33,5	33,7	33,8
* Résultat [cm ² /g]:	173	173	174
* Résultat final [cm ² /g]:	173		

IV.4) Courbe d'étalonnage du Bleu de Méthylène : vérification de la loi du Beer Lambert :

A partir de la solution mère de Bleu de Méthylène de concentration $10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$, On prépare par dilution des solutions de concentration: $2 \cdot 10^{-6}$; $4 \cdot 10^{-6}$; $6 \cdot 10^{-6}$; $8 \cdot 10^{-6}$ et $10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$.

On mesure l'absorbance A de chaque solution. (Tableau.7)

On trace la courbe $A = f(C)$ (Courbe d'étalonnage). (Fig.40)

Tableau 7 : Les absorbances des différentes concentrations de BM :

Concentration 10^{-6} (mol/l)	Longueur d'onde λ_{max} (nm)	Absorbance (A)	PH	Température (C°)
2	664,5	0,1090	6,77	20,9
4	664,5	0,2628	7,03	21,0
6	664,5	0,4015	5,62	21,1
8	664,5	0,5572	6,26	21,0
10	664,5	0,7101	4,23	20,9

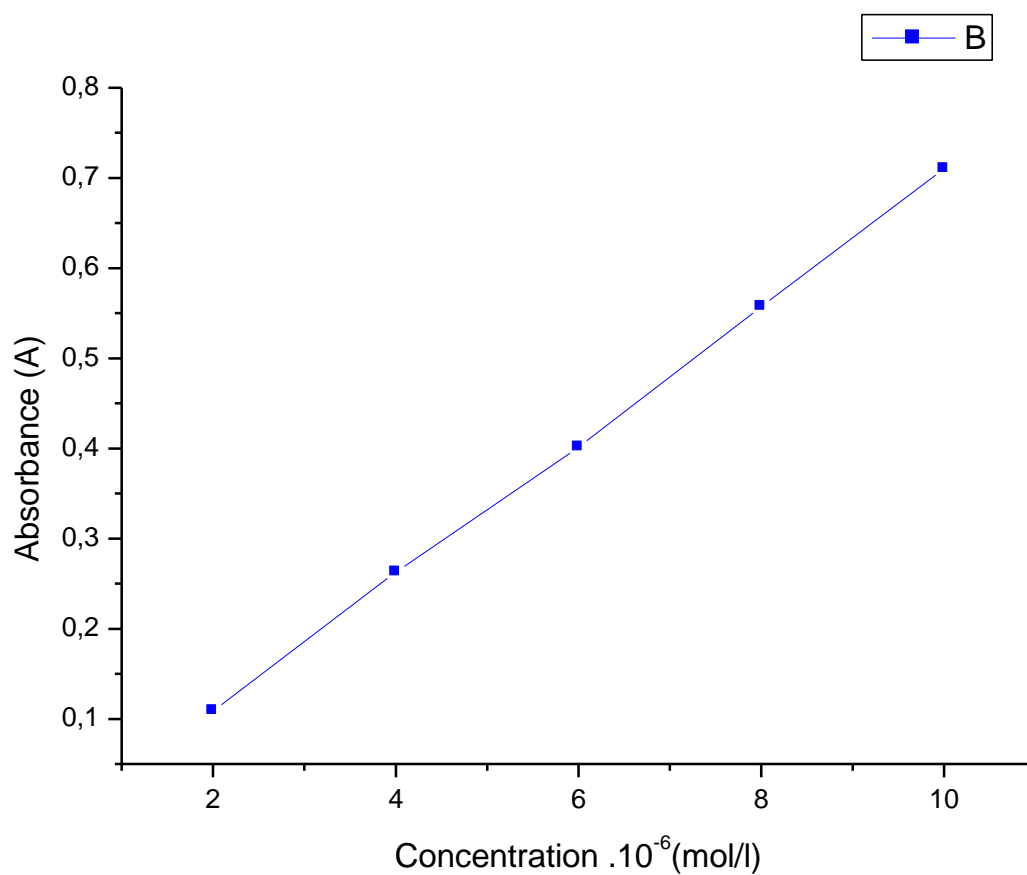


Figure 40 : Absorbance en fonction des concentrations initiales de Bleu de Méthylène (mol/l)

Cette courbe a pour équation : $A = 6,802 \cdot 10^4 \cdot C_i$

La loi de **BEER-LAMBERT** est vérifiée pour les solutions de Bleu de Méthylène utilisées,

Le rapport de proportionnalité entre l'absorbance et la concentration est satisfait pour les concentrations utilisées.

IV.5) Isothermes d'adsorption :

5.1 : Détermination de type d'isotherme :

Une isotherme d'adsorption est la variation de la quantité q du composé adsorbée sur un solide en fonction de la concentration adsorbable $q = f(C_r)$ dans le fluide en contact, à une température T donnée.

L'étude de l'isotherme d'adsorption du Bleu de Méthylène sur notre support est effectuée dans les conditions optimales fixées en traçant la courbe q (mmol/l) en fonction de C_0 pour différentes concentrations en BM (Bleu de Méthylène).

Dans le tableau 8 sont repris les résultats de la capacité d'adsorption du support de la fonction de la concentration initiale C_0 en adsorbat. Ces résultats ont été traités à l'aide de la relation de Langmuir linéarisée.

La courbe $1/q = f(1/C_r)$, permet de calculer la constante thermodynamique d'adsorption, K , et la capacité ultime d'adsorption q_{max} .

La capacité d'adsorption déterminées en fonction de la concentration initiale en BM sont reprises dans le tableau 8.

Tableau 8 : La capacité d'adsorption en fonction de la concentration initiale en BM (m= 50mg, V=100ml, T=21,9°C).

$C_0 * 10^{-6}$ (mol/l)	2	4	6	8	10
A	0,1090	0,2628	0,4015	0,5572	0,7101
$C_r * 10^{-6}$ (mol/l)	1,602	3,863	5,902	8,191	10,439
$q * 10^{-6}$ (mmol/g)	79,6	27,4	19,6	-38,2	-87,8
$(1/q) * 10^{-6}$ (g/mmol)	0,0125	0,0364	0,0510	-0,0261	-0,0113
$(1/C_r) * 10^{-6}$ (l/mol)	0,624	0,258	0,169	0,122	0,095

5.2 : Optimisation des supports (Le choix) :

La sciure de bois est traitée par l'acide sulfurique (H_2SO_4) à différentes concentrations : 5, 10, 15, 20, 25, 30, 72 et 95%.

Les supports qui ont présentés une affinité au Bleu de Méthylène sont ceux correspondant aux concentrations 10, 15, 20 et 25%. [18]

Les différentes sciures du bois de vigne, sont traitées par l'acide sulfurique à une concentration de **10%** en volume. Les supports présentés adsorbent le Bleu de Méthylène, mais leur adsorption différente les uns par rapport aux autres.

Les résultats montrent que le support qui absorbe mieux le Bleu de Méthylène est celui obtenu par la sciure traité à l'acide sulfurique de concentration de **10%** en volume. Cette adsorption rapide est peut-être due à la microporosité du support. [3]

L'échantillon choisit à notre essais est le mélange de la sciure du tronc et la sciure des branches (La racine à éliminer parce que rarement à rejetée).

La concentration résiduelle (C_r) est calculée à l'aide de la courbe d'étalonnage.

Le rendement d'élimination du colorant BM (R%) est déduit de la relation suivante :

$$R\% = \frac{(C_i - C_r)}{C_i} \times 100 \quad \text{et} \quad q = \frac{V.(C_i - C_r)}{m}$$

Tableau 9 : Les rendements de rétention et de la capacité d'adsorption en fonction du temps d'un support traité par acide sulfurique de 10%.

Temps (min)	A	Cr*10 ⁻⁶ (mol/l)	R%	q.10 ⁻⁶ (mg/g)
1	0,5237	7,699	23,01	0,2301
3	0,5217	7,669	23,31	0,2331
5	0,4040	5,939	40,61	0,4061
10	0,4001	5,882	41,18	0,4118
15	0,3423	5,032	49,68	0,4968
20	0,3320	4,880	51,20	0,5120
25	0,2646	3,890	61,10	0,6110
30	0,2413	3,547	64,53	0,6453
60	0,2317	3,406	65,94	0,6594
90	0,5237	7,699	23,01	0,2301
120	0,5217	7,669	23,31	0,2331

Les résultats obtenus sont présentés aux tableaux suivants :

**01- Cinétique d'adsorption pour : S1 : 80/125 μ m ; $m_1 = 1$ g ; $\lambda = 664,5$; pH = 6,71
T° =22°C**

Tableau 10 : variation de l'absorbance en fonction du temps

Temps (min)	1	3	5	10	15	30	60	90	120
Absorbance (A)	0,5237	0,5217	0,4040	0,4001	0,3423	0,3320	0,2646	0,2413	0,2317

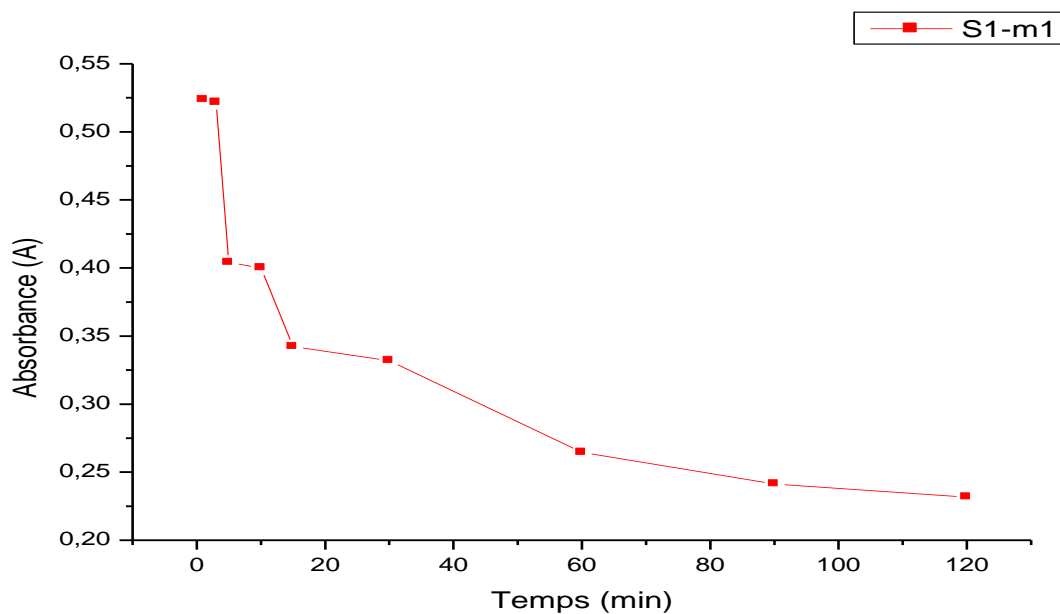


Figure 41 : Cinétique d'adsorption de S1,m1

(S1 : 80/125 μ m ; $m_1 = 1$ g $\lambda = 664,5$ PH = 6,71 T° =22°C)

La cinétique de la rétention du Bleu de Méthylène sur le charbon du bois de vigne (S1 ; m1) est rapide pour les temps courts. Au bout de 60 min presque la totalité du BM est adsorbé. Une saturation a été remarquée à partir de 90 minutes.

02- Cinétique d'adsorption pour : S1 : 80/125 μ m ; $m_2 = 2$ g ; $\lambda = 664,5$; pH = 6,71

T° = 22°C

Tableau 11 : l'absorbance de la sciure (S1)

Temps (min)	1	3	5	10	15	30	60	90	120
Absorbance (A)	0,1237	0,1004	0,0942	0,0507	0,0368	0,0361	0,0337	0,0198	0,0176

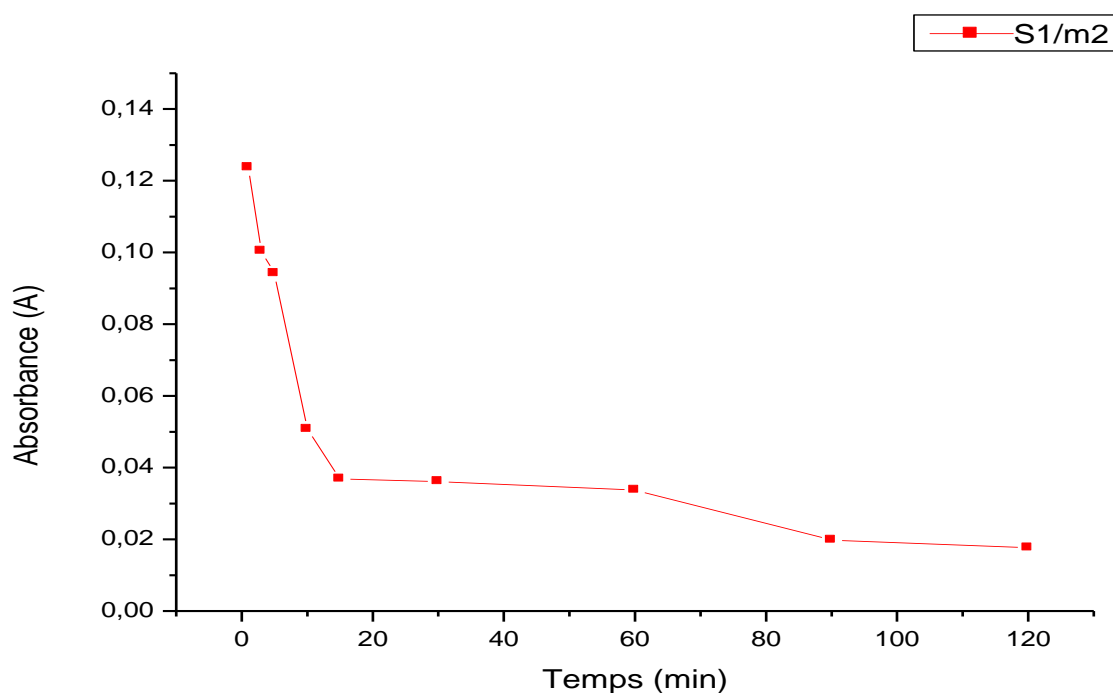


Figure 42 : Cinétique d'adsorption de S₁,m₂

La rétention du Bleu de Méthylène est rapide entre la période (1 min – 20 min), puis elle stabilisée au court du temps.

La cinétique de la rétention du Bleu de Méthylène sur le charbon du bois de vigne (S₁ ; m₂) est rapide pour les temps courts. Au bout de 20 min presque la totalité du BM est adsorbé. Une saturation a été remarquée à partir de 30 minutes ensuite une autre adsorption a été à partir de 60 minutes et cela est peut-être dû à la nécessité d'un temps d'équilibre.

Afin de pouvoir étudier l'influence de la masse de l'adsorbant sur la cinétique de la rétention de BM nous avons étudié la réaction à différentes masses de l'adsorbant.

Les résultats sont reportés sur le tableau suivant :

Tableau 13 : Les absorbances en fonction du temps à différentes masses pour la même taille :

La sciure S1: 80/125 μ m

Temps (min)	Absorbance (A) m₁ = 1g	Absorbance (A) m₂ = 2g	Absorbance (A) m₃ = 3g	Absorbance (A) m₅ = 5g
1	0,966	0,737	0,388	0,390
3	0,958	0,642	0,362	0,291
5	0,853	0,660	0,332	0,213
10	0,851	0,642	0,238	0,153
15	0,796	0,620	0,194	0,147
20	0,738	0,506	0,131	0,147
25	0,573	0,505	0,138	0,147
30	0,401	0,456	0,101	0,129
60	0,294	0,429	0,082	0,126
90	0,078	0,387	0,082	0,118
120	0,078	0,291	0,082	0,116

Les différentes cinétiques ont été portées sur le même graphe afin de pouvoir comparer et étudier l'influence de la masse.

Nous pouvons constater depuis le graphe que la vitesse d'adsorption est proportionnelle à la masse. L'adsorbant est d'autant plus efficace quand sa masse augmente.

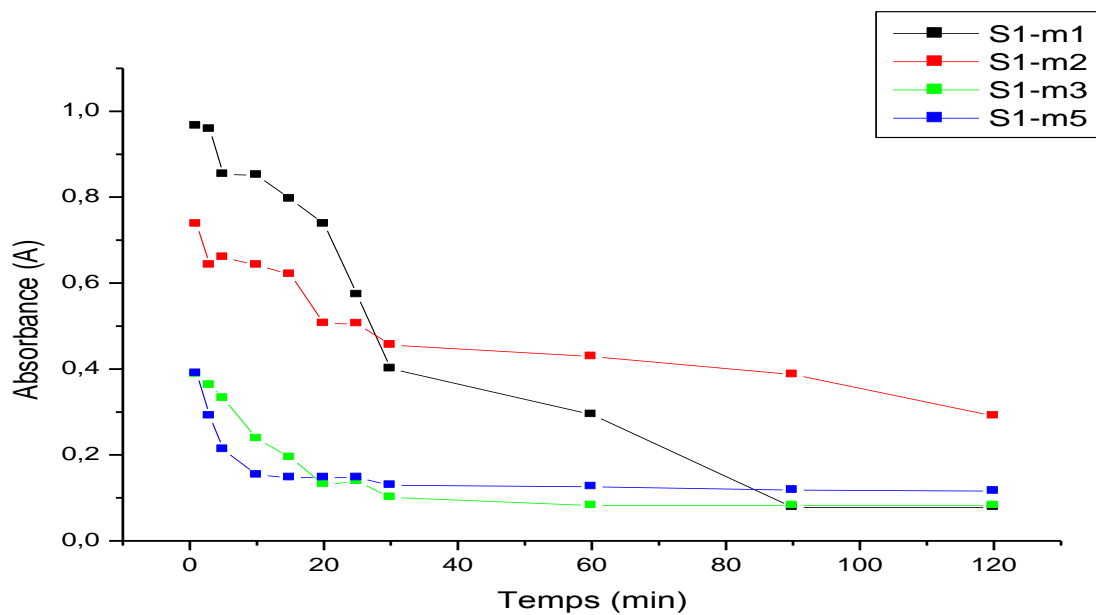


Figure 44 : Comparaison des cinétiques d'adsorption pour les différentes masses

(La sciure S1: 80/125µm)

Tableau14 : comparaison de l'absorbance en fonction de masses à un temps déterminé 10min .

La masse (g)	m.1	m.2	m.3	m.5
Absorbance (A)	0,851	0,642	0,238	0,153

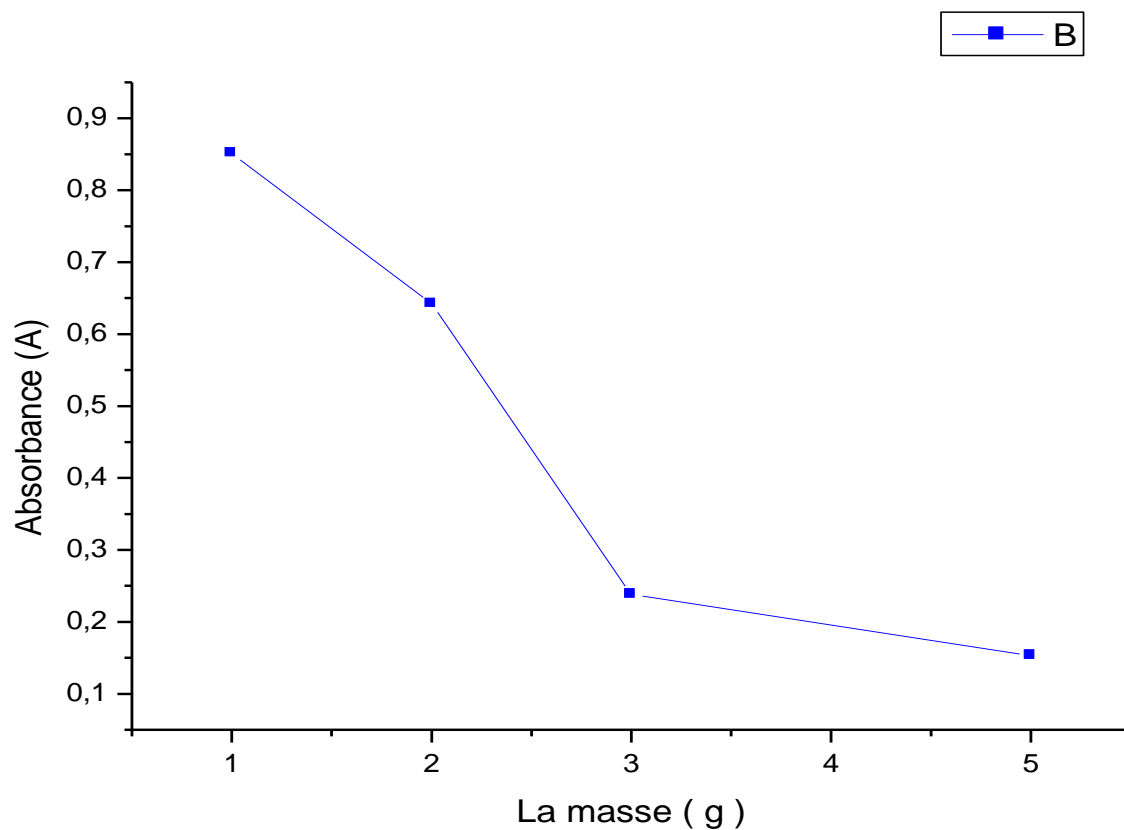
**Figure 45** : courbe de l'absorbance en fonction de la masse à temps $t = 10$ min.

Tableau 15 : L'absorbance de la sciure S2: 125/250 μ m PH = 6,59 T°=21,9°C

m1=1g

Temps (min)	1	3	5	10	15	20	25	30	60	90	120
Absorbance (A)	0,468	0,239	0,230	0,225	0,202	0,199	0,112	0,103	0,080	0,066	0,051

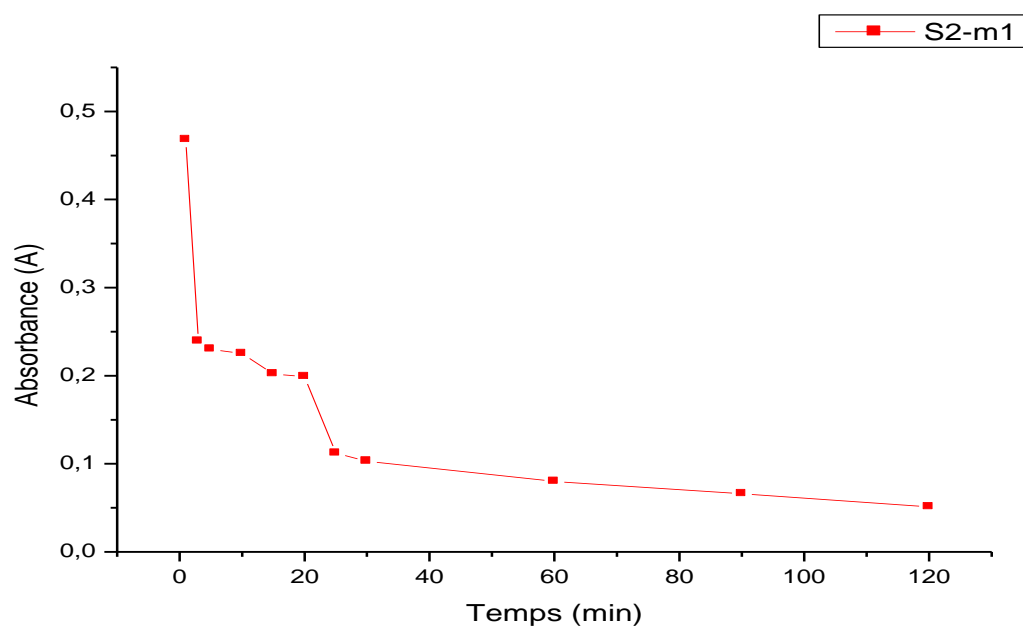
**Figure 46** : Cinétique d'adsorption de S2,m1

Tableau 16 : Absorbance de la sciure S2: 125/250 μm ; m2 = 2g

Temps (min)	Absorbance (A) m2 = 2g
1	0,120
3	0,087
5	0,071
10	0,064
15	0,056
20	0,055
25	0,055
30	0,054
60	0,054
90	0,044
120	0,034

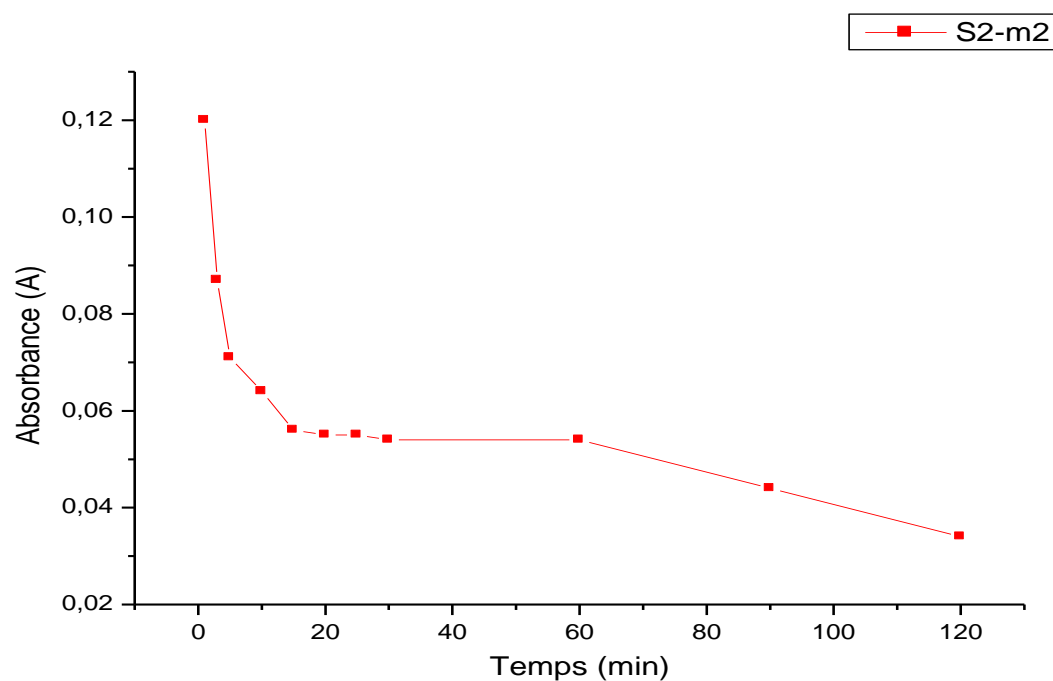
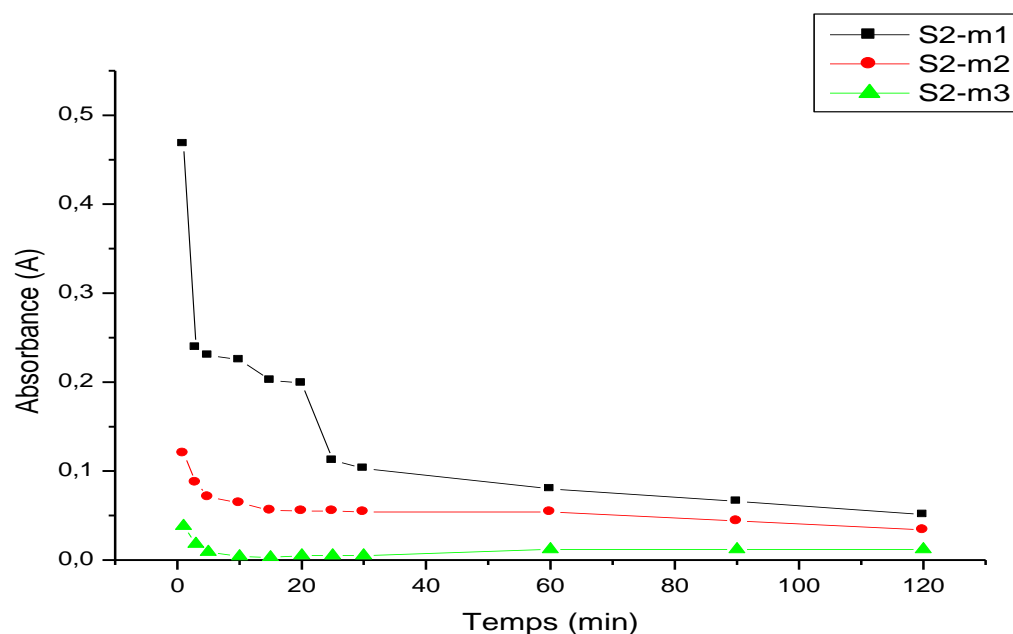
**Figure 47** : Cinétique d'adsorption de S2,m2

Tableau 17 : Comparaison des Absorbances de la sciure S2: 125/250 μ m

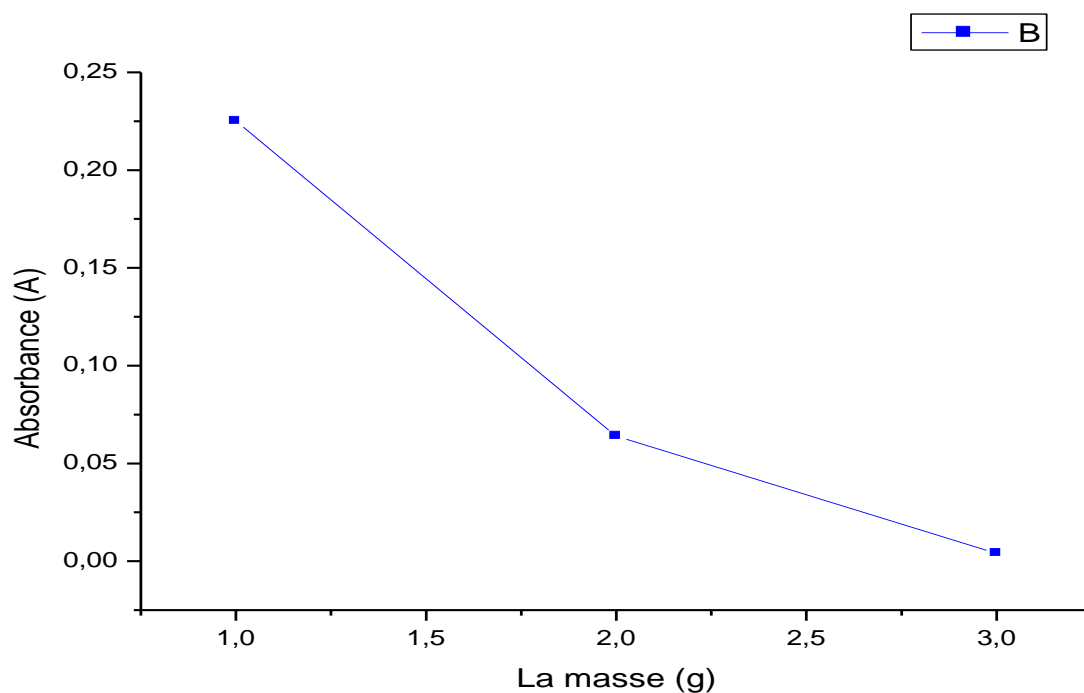
Temps (min)	Absorbance (A) m1 = 1g	Absorbance (A) m2 = 2g	Absorbance(A) m 3= 3g
1	0,468	0,120	0,038
3	0,239	0,087	0,018
5	0,230	0,071	0,009
10	0,225	0,064	0,004
15	0,202	0,056	0,003
20	0,199	0,055	0,005
25	0,112	0,055	0,005
30	0,103	0,054	0,005
60	0,080	0,054	0,012
90	0,066	0,044	0,012
120	0,051	0,034	0,012

**Figure 48:** Comparaison de l'Absorbance de la sciure S2: 125/250 μ m en différents masses

m 1=1g, m 2=2g, m 3=3g

Tableau 18 : comparaison de l'absorbance en fonction de masses à un temps déterminé (10min) pour la même Taille S2

La masse (g)	m.1	m.2	m.3
Absorbance (A)	0,225	0,064	0,004

**Figure 49** : courbe de l'absorbance en fonction de la masse à temps $t = 10$ min.

Le même phénomène se répète pour les différentes tailles, la vitesse augmente avec la quantité de bois mise en jeu. Cela est peut-être dû à l'augmentation de la surface de contact adsorbant- adsorbant.

Tableau 19 : Absorbance de la sciure S3: 500 μ m/1mmm1=1g $\lambda = 664,5$ PH = 6,47 T° = 22,3°C

Temps (min)	Absorbance(A)
1	0,0804
3	0,0793
5	0,0783
10	0,0781
15	0,0735
30	0,0715
60	0,0713
90	0,0648
120	0,0637

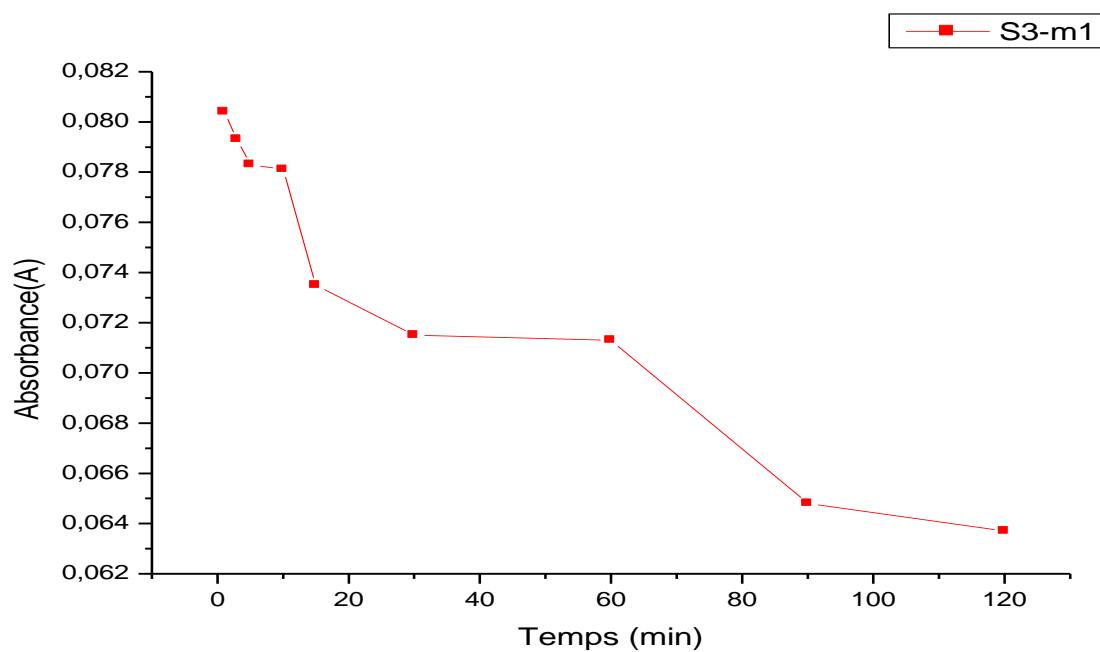
**Figure 50** : Cinétique d'adsorption de S3,m1

Tableau 20 : Absorbance de la sciure S3: 500 μ m/1mm, m2=2g

Temps (min)	Absorbance(A)
1	0,1910
3	0,1899
5	0,1107
10	0,0980
15	0,0873
30	0,0623
60	0,0602
90	0,0576
120	0,0574

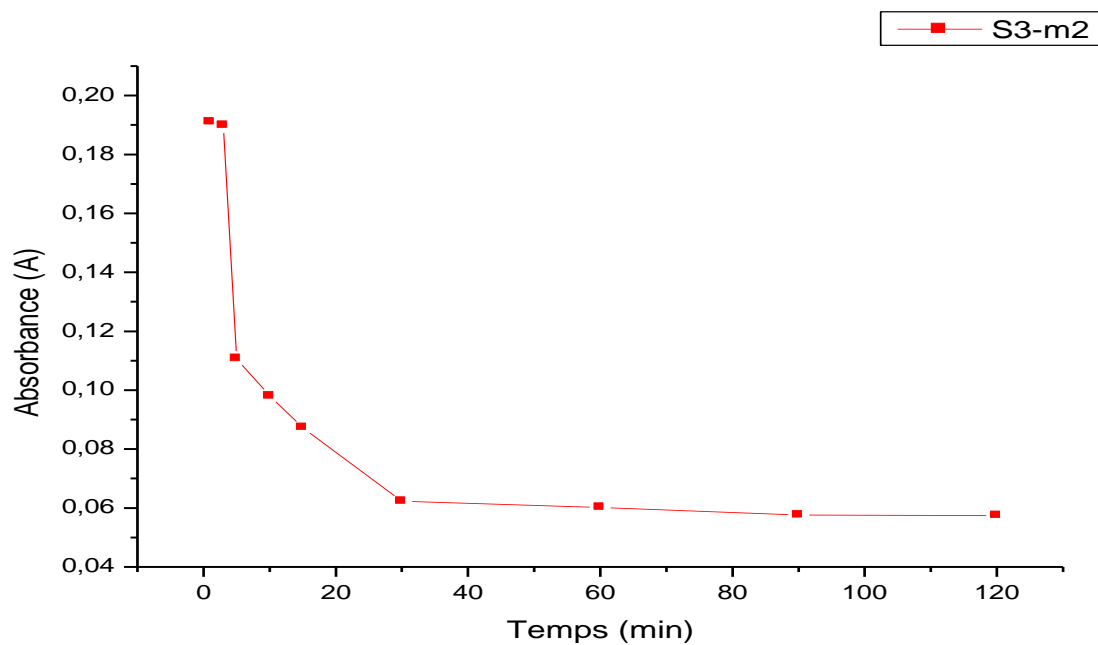
**Figure 51** : Cinétique d'adsorption de S3,m2

Tableau 21 : Absorbance de la sciure S3: 500 μ m/1mm

m 3 =3g

Temps (min)	Absorbance(A)
1	0,0789
3	0,0734
5	0,0727
10	0,0714
15	0,0646
30	0,0632
60	0,0640
90	0,0638
120	0,0609

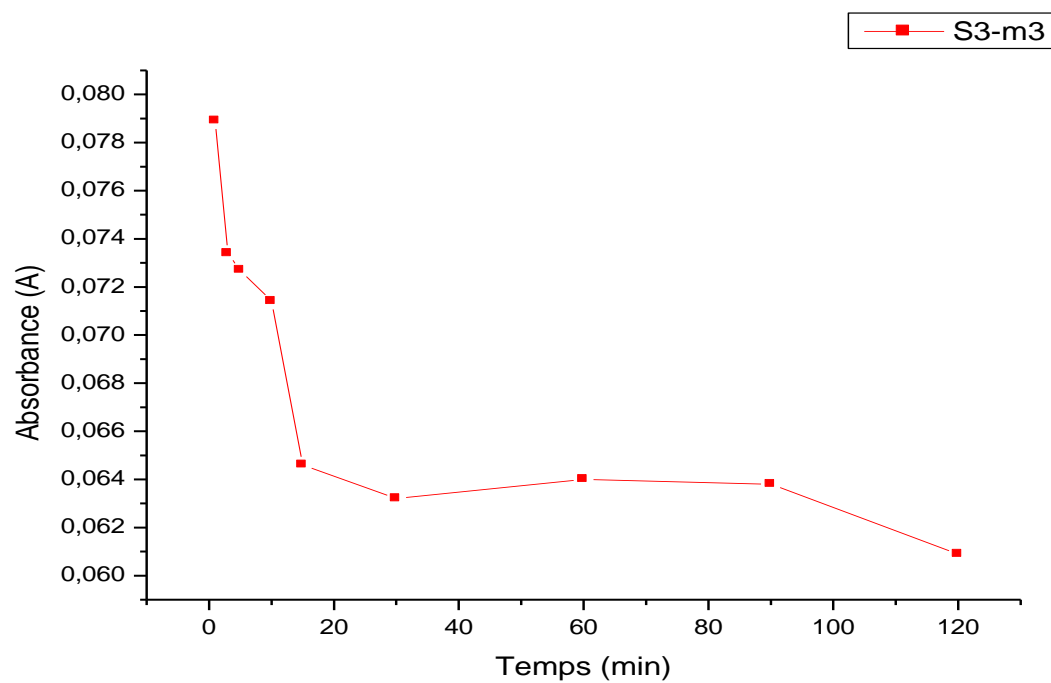
**Figure 52** : Cinétique d'adsorption de S3,m3

Tableau 22 : Comparaison des Absorbances de la sciure S3: 500 μ m/ 1 mm

Temps (min)	Absorbance(A)		
	m 1=1g	m 2= 2g	m 3= 3g
1	0,0804	0,1910	0,0789
3	0,0793	0,1899	0,0734
5	0,0783	0,1107	0,0727
10	0,0781	0,0980	0,0714
15	0,0735	0,0873	0,0646
30	0,0715	0,0623	0,0632
60	0,0713	0,0602	0,0640
90	0,0648	0,0576	0,0638
120	0,0637	0,0574	0,0609

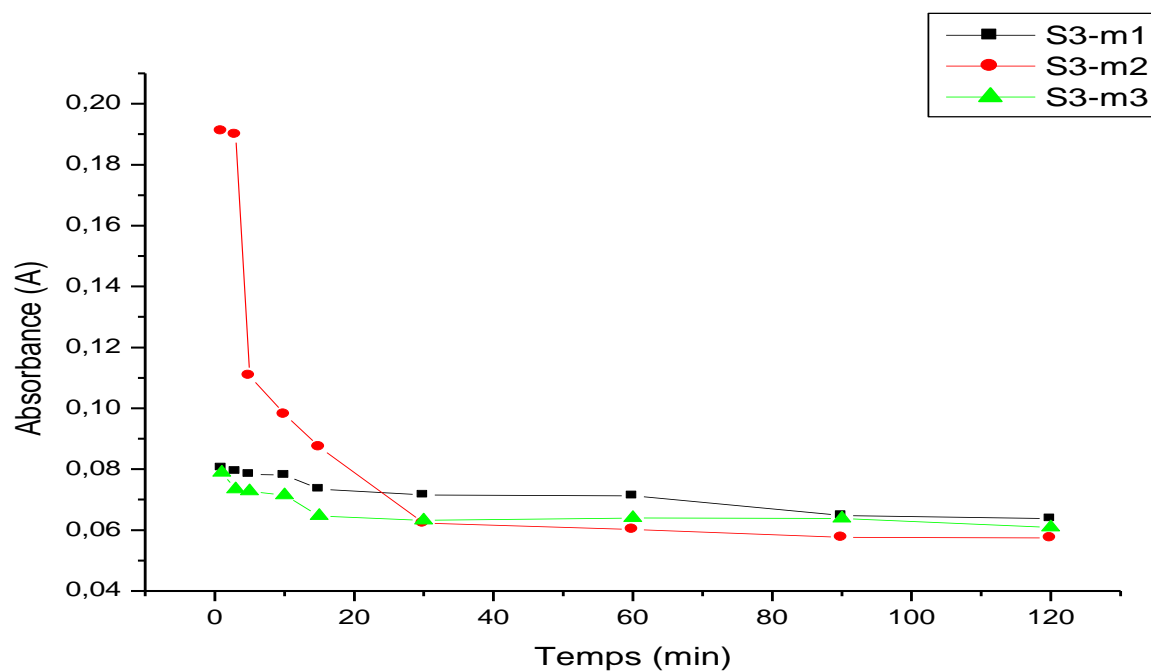
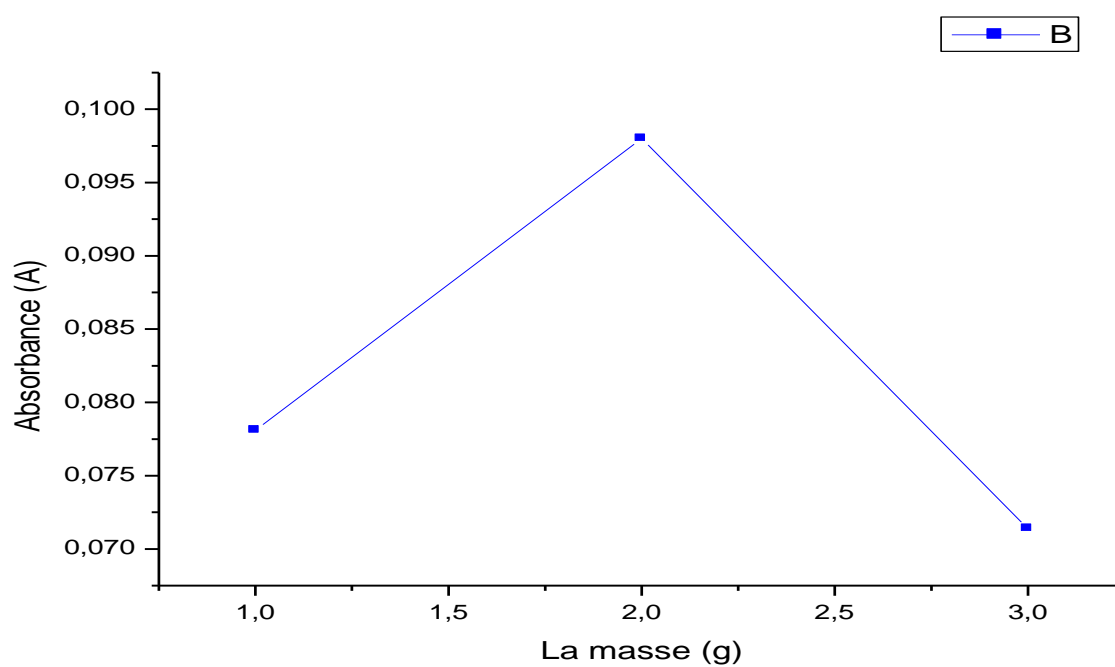
**Figure 53** : Comparaison entre les cinétique d'absorption pour la sciure S3: 500 μ m/ 1mm à différents masses m 1=1g, m 2=2g, m3=3g

Tableau 23 : comparaison de l'absorbance en fonction de masses à un temps déterminé (10 min)

La masse (g)	m.1	m.2	m.3
Absorbance (A)	0,0781	0,0980	0,0714

**Figure 54** : courbe de l'absorbance en fonction de la masse à temps $t = 10$ min

*** Influence de la taille de poudre sur la cinétique d'adsorption.**

Afin d'étudier l'influence de la taille de la sciure sur la vitesse d'adsorption de BM nous avons fixé la masse et varié la taille de poudre en fonction du temps. Les résultats sont reportés sur le tableau suivant :

Tableau 24 : Comparaison des absorbances de différentes tailles S1, S2 et S3 pour une masse constante $m_1=1g$.

Temps (min)	Absorbance (A) S1.m1	Absorbance(A) S2.m1	Absorbance(A) S3.m1
1	0,966	0,468	0,071
3	0,958	0,239	0,065
5	0,853	0,230	0,039
10	0,851	0,225	0,038
15	0,796	0,202	0,039
20	0,738	0,199	0,025
25	0,573	0,112	0,012
30	0,401	0,103	0,011
60	0,294	0,080	0,010
90	0,078	0,066	0,010
120	0,078	0,051	0,010

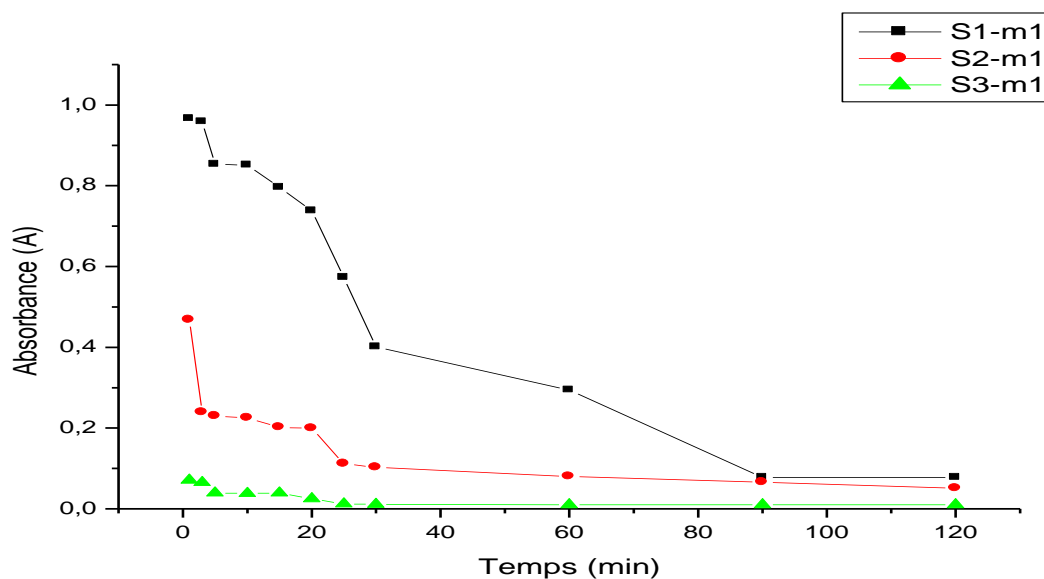


Figure 55 : Comparaison des absorbances de différentes tailles S1, S2 et S3 pour une masse constante $m_1 = 1\text{g}$.

Pour la même masse et à différentes tailles nous observons que la vitesse d'adsorption est plus importante pour les grandes tailles et à des temps courts. Cela peut être expliqué par la présence d'une quantité importante des ports non détruits dans lesquelles s'insèrent les molécules de BM.

Conclusion générale

L'adsorption est le procédé le plus employé dans le traitement des eaux usées. A cet effet, le charbon actif est le matériau le plus utilisé et le plus efficace, mais son coût élevé limite son utilisation. Ceci nous incite à chercher des matériaux de substitution plus accessibles et à efficacité comparable, c'est le charbon du bois de vigne issue de la biomasse locale.

Dans ce travail nous avons montré que les propriétés physico-chimiques et en particulier les propriétés de sorption du charbon de bois de vigne dépendent de leur condition de préparation ou d'utilisation.

Une comparaison des caractéristiques texturale et physico-chimique du charbon du bois de vigne selon leur taille, surface spécifique et la quantité (la masse) conduit aux conclusions suivantes :

Nous avons montré que le charbon du bois de vigne présente une sélectivité vis-à-vis des matières organiques telle que le Bleu de Méthylène, la quantité adsorbée dépend de la taille et de la charge de la molécule.

Plus la surface spécifique d'un corps est grande, plus sa capacité d'adsorption augmente, les molécules disposant d'une surface plus importante pour se déposer. Le diamètre des pores dépend également des pores existant dans la matière première utilisée.

Cette étude porte sur l'adsorption du colorant bleu de méthylène sur le charbon de bois de vigne. Les résultats expérimentaux précédemment et actuels montrent que le processus d'adsorption dépend du pH de la solution et de la concentration initiale en colorant : la quantité de colorant adsorbée par gramme charbon augmente avec la concentration initiale en colorant et diminue dans des pH basiques. L'étude cinétique de l'adsorption du colorant sur le charbon actif montre que le processus d'adsorption est très rapide : presque 95 % de la quantité adsorbée du colorant est atteinte pendant les trois premières minutes.

Les valeurs des quantités adsorbées montrent que le charbon du bois de vigne présente une meilleure capacité d'adsorption pour la sciure du bois de vigne la plus fine à cause de leur surface spécifique importante, et la quantité d'adsorbant joue un rôle très importante face à la concentration initiale du colorant ; c'est pour cette raison il est recommandé dans toute opération de décoloration des eaux, autrement dit dans la purification des eaux usées.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] : Messemmeche Faiza. Etude qualitative et quantitative de l'adsorption d'un colorant organique sur le charbon actif - Master (2014).
- [2] : Zohra Bouziane B. La viticulture dans la région d'Ain T'émouchent : Les conditions de résurgence.2008.
- [3] : Mahamat Adam Ali HAGGAR. L'utilisation d'un matériau lignocellulosique à base de bois de vigne pour purification des eaux usées. (M 2- 2014).
- [4] : Aline BARBAT : Extraction, Caractérisation chimique et Valorisation Biologique de Glucuronoxylane de bois de châtaignier Développement de nouveaux procédés de délignification (2009).
- [5] : CECOBOIS-www.cecobois.com
- [6] : Mohamed JEBRANE, Fonctionnalisation chimique du Bois par Transesterrification des esters d'Enol. (2009) Thescdor
- [7] : Norme Française B 50-003, Bois Vocabulaire, l'association française de normalisation, AFNOR 1985.
- [8] :M.C. Trouy-Triboulot, p. Triboulot, Matériau bois-Structure et caractéristiques, Technique de l'ingénieur. C925, Traité de construction(2009).
- [9] : Nina Quéléris-Juin 2008-Fiche n° 20 contact :CRCI CHAMPAGNE-AROE NNE 10.
http://www.Veille_strategique-champagne-ardnne.Fr
- [10] :Guitard.vignoble du languedoc-gv passion--2009
- [11] : Stokes, A., Marpeau, A..Salin, F. (1999) « Formation et structure du bois de Pin Maritime ».
- [12] :P. Navi, et F. Hager. Comportement thermo-hydrromécanique du bois :Application technologiques et dans les structures, presse polytechniques et universitaire romandes.(2005), p.298 Suisse.
- [13] : Babou NAOUR : carbonisation du bois et de la Tourbe en four métallique transportable-Analyse du produit : finale-(1986).
- [14] : Raphael Passas, caractérisation de la morphologie des fibres de bois(2008).
- [15] : Natters et al(2005).reassembling the social-an introduction to actor-network-theory.

- [16] : Charlotte MOINE : Extraction, Caractérisation structurale et valorisation d'une famille d'hémicelluloses du bois. Obtention de matériaux plastiques par modification des xylanes (2005).
- [17] : Sophie THIE BAUD- Valorisation chimique de composés lignocellulosiques : obtention de Nouveaux Matériaux. (1995).
- [18] : Faugel et wgens.
- [19] : Bouziane Taibi : Modification chimique d'un materiau lignocellulosique et son application à la rétention du Bleu de Méthylène Magister 2008.
- [20] : Jean Pierre SAWRYSYN. La combustion du bois et des impacts sur la qualité de l'air.(Air Pur-N° 81-2012).
- [21] : Lenuire. T. La structure du bois vue par deux arbres de la foret Pinussylvestries et Quercus robu, 1996/1997.
- [22] : Bougdah Nabil. Etude de l'adsorption de micropolluants organiques sur la Bentonite-(Magister).2007.
- [23] : W.J.WEBER, B.M. VANIELT, Ann.Arbor.Sei-Publ., Ann. Arbor, 1, 15, 1980.
- [24] : F.Z. Batana. 2011. Etude de la mobilité du cadmium à travers un sol, Mémoire de Magister, Ecole Nationale Polytechnique, Alger.
- [25] : Patrick Bertrand : La Spectroscopie de résonance Paramagnétique Electronique.© EDP Sciences, 2010.
- [26] : Anjou Recherche. Elimination de la matière organique dans les concentrats membranaires. Daines Catherine-et Bozkaya Bengu.
- [27] : P.C.Hayes,P.M.J.Gray.,Process selection in extractive metallurgy.Hayes publishing company (1985)Brisbane-Australie.
- [28] : N. Narimane, Elimination de métaux par adsorption sur une sciure de bois, Approche Cinétique.Mémoire de Magister (2012).
- [29] : K.GUEMRA et A.LEBOUKH. Recueil de Travaux Pratiques de chimie analytique. Université Djilali Liabes. S.B.A-Faculté des sciences.
- [30] : Spectrophotomètres-Série 68-Manuel d'instructions-6008/VERSION A/11-08

[31] : X 02-052 Règle d'arrondissement des nombres

NF X07-010 Métrologie-La fonction métrologique dans l'entreprise

NF X11-500 Tamis et tamisage-Terminologie

NF ISO 565 Tamis de contrôle-Tissus métalliques perforées et feuilles électroformées-Dimensions des ouvertures (indice de classement : X 11-501)

X 11-504 Tamis et tamisage-Tissus métallique dans les tamis de contrôle-Exigences techniques et vérifications

[32] : Patrick BERTRAND- La spectroscopie de Résonance Paramagnétique
Electronique2010

Résumé

L'adsorption du colorant Bleu de Méthylène sur la sciure du bois de vigne a été étudiée. La cinétique, les isothermes d'adsorption ont été utilisés pour identifier les mécanismes de la rétention. Les expériences, menées en Spectrophotométrie UV-Visible 6800, pour la détermination de la cinétique, ont été réalisées après réglage des paramètres influençant le système, tels le pH, la masse d'adsorbant (charbon du bois de vigne) et leur surface spécifique et la concentration initiale en colorant. Les résultats expérimentaux montrent que Plus la surface spécifique d'un corps est grande, plus sa capacité d'adsorption augmente, les molécules disposant d'une surface plus importante pour se déposer. Le diamètre des pores dépend également des pores existant dans la matière première utilisée qui est le bois de vigne pour traitement et épuration des eaux.

Mots clés : *Charbon du Bois de Vigne, Adsorption, Bleu de Méthylène, Cinétique, Concentration, Traitement des Eaux.*

Abstract:

Adsorption of methylene blue dye on the sawdust of vine wood was studied. Kinetics, adsorption isotherms were used to identify mechanisms of retention. The experiments carried out by spectrophotometry UV-Visible 6800, for the determination of the kinetics, were carried out after setting of the parameters influencing the system, such as pH, the mass of adsorbent (coal vine wood) and their specific surface area and the initial dye concentration. Experimental results show that the larger the specific surface of a body is, the greater its adsorption capacity increases, the molecules having a larger surface area for deposition. The pore diameter also depends on the pores in the raw material used is the vine wood treatment and water purification.

Keywords: Coal Bois de Vigne, Adsorption, Methylene Blue, Kinetics, Concentration, Water Treatment.

ملخص

تمت دراسة امتصاص صبغة زرقاء الميثيلين على نشارة الخشب من خشب الكرمية الحركية، واستخدمت محاور الامتصاص لتحديد آليات الاحتفاظ. وأجريت التجارب التي تقوم بها القياس الطيفي للأشعة فوق البنفسجية المرئية 6800، لتحديد حركية، بعد وضع معايير التأثير على النظام، مثل درجة الحموضة، وكتلة مكثف (الفحم خشب كرمية) والمساحة المحددة، وتركيز الصبغة الأولي. وقد اظهرت النتائج أن أكبر سطح معين من الجسم، وزيادة في زيادة قدرة الامتصاص، والجزيئات التي لها مساحة سطح أكبر للترسب. يعتمد قطر المسام أيضا على المسام في المواد الخام المستخدمة (خشب الكرمية) في معالجة وتنقية المياه.

كلمات البحث

: الامتصاص، الميثيلين الأزرق، حركية، والتركيز، معالجة المياه. كلمات البحث: الفحم خشب الكرمية