

N°d'ordre :.....

**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOU MAMMERI DE TIZI OUZOU**



**FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE CHIMIE**

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE
En vue de l'obtention de Diplôme de Master en chimie
Spécialité : Chimie de l'environnement**

Thème

***Caractérisations physico-chimiques des
sarments de vigne et de figuier***

Présenté par

**DJAROUN
ZADOUD**

**Lilia
Assia**

Soutenue huis clos le 24 / 12 / 2020

devant le Jury composé de :

M^r KADOUCHE	Slimane	MCA	PRESIDENT	UMMTO
M^{me} LOUNI	Dalila	MAA	ENCADREUR	UMMTO
M^{me} BOURBIA	Sofia	MCA	CO-ENCADREUR	UMMTO
M^r RAHMOUNE	M^{ed} Ameziane	MCB	EXAMINATEUR	UMMTO

Remerciements

Nous tenons, avant tout à remercier Dieu tout puissant de nous avoir donné la force et la volonté pour achever ce modeste travail.

Nous tenons à remercier chaleureusement Mme LOUNI D. Maitre assistante classe A à la faculté des sciences de Tizi-Ouzou qui nous a accordé sa confiance en acceptant de nous encadrer et diriger avec beaucoup d'attention et de soin ce mémoire.

Nos profonds remerciements vont également à notre Co-promotrice Mme BOURBIAS. Maitre de conférences classe A à l'université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou pour ses précieux conseils, ses orientations et sa gentillesse.

Nos remercions Mr KADOUCHE S Maitre de conférences classe A à l'université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou d'avoir accepté de présider le jury malgré leurs obligations. Nous tenons à remercier aussi Mr RAHMOUNE M. A Maitre de conférences classe B à l'université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou pour avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous tenons à remercier également Rabia, Fouzia, Mme Tibiche, Samia, M^r Bait larbi, smail, younes pour leurs conseils et leurs aides précieuses durant la réalisation de ce travail.

Et toutes les personnes non citées qui nous ont aidées de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail comme signe de reconnaissance et symbole d'affection a mes très chers parents pour tous les efforts entrepris et leurs encouragements au fil de mes années d'études.

A mes grands parents paternels et maternels aux quels je souhaite une longue vie et que dieu les protège

A mes très chers frères et leurs femmes

A ma chère sœur

A mon cher mari, mon bien aimé qui ma soutenu au long de mon travail

A ma petite nièce Melissa nôtre petit ange qui donne le sourire à toute la famille

A ma belle famille

A mes chers(es) cousins et cousines

A mes oncles et tantes

A toutes mes amies

A ma chère binôme et amie Lilia pour son soutien moral, sa patience, sa compréhension tout au long de ce travail

ASSIA

À la mémoire de ma petite maman adorée,

À mon papa,

À ma famille,

À mes chers(es) amis(es),

Je dédie ce travail qui est le résultat du soutien immuable de chacun, puisse-t-il être le témoin indélébile de ma gratitude et de mon estime pour eux.

Lilia

*Listes de figures
et tableaux*

Liste des figures

Figure 1 : Structure multi échelle du bois.....	3
Figure 2 : Différentes couche du tronc.....	3
Figure 3: Représentation schématique de plans ligneux typique des feuillus vaisseau type scalariforme (à gauche) et type simple ou unique (à droite) (a), fibre de chêne (b).....	5
Figure 4: Structure de la paroi cellulaire.....	6
Figure 5: Représentation schématique des constituants chimiques du bois.....	8
Figure 6: Structure moléculaire de la cellulose avec son unité répétitive, le cellobiose.....	9
Figure 7: Liaisons hydrogène entre deux chaînes de cellulose.....	10
Figure 8: Représentation schématique des zones cristallines et amorphes de la cellulose.....	11
Figure 9: Oses simples composant les hémicelluloses.....	14
Figure 10: Unités structurales de la lignine.....	15
Figure 11: Précurseurs de la biosynthèse de la lignine.....	16
Figure 12: Segment structurel des lignines de bois de résine.....	17
Figure 13: Les différentes liaisons covalentes lignine-hémicelluloses présentes dans le bois.....	18
Figure 14: quelques phénols simples et complexes du bois.....	19
Figure 15: Phénols simples du bois (C6-C1 et C6-C2).....	20
Figure 16: Stilbénes isolés de feuillus et de résineux.....	20
Figure 17: Squelette d'un flavonoïde.....	21
Figure 18: Schéma de distribution de l'eau dans la structure de bois.....	23
Figure 19 : La vigne et ses raisins.....	24
Figure 20 : Les produits de la vigne.....	25
Figure 21: Les sarments de vigne.....	26
Figure 22: Branche de figuier.....	27
Figure 23: Figuier de la cité 11 décembre.....	28
Figure 24: Les sarments utilisés.....	30
Figure 25: Les étapes de préparation du bois.....	30
Figure 27: Les étapes de mesure de taux d'humidité.....	31
Figure 28: Les étapes de mesure du taux de cendre.....	33
Figure 29 le four à moufle.....	33
Figure 30: Matériel de la préparation de la solution de méthanol.....	34
Figure 31: Réactif de Folin-Ciocalteu pur/10 fois dilué.....	35
Figure 32: Matériel de la préparation de la solution de carbonate de sodium.....	35
Figure 34: Etapes de préparation de la solution étalon d'acide gallique.....	36

Liste des figures

Figure 35 etapes de l'extraction des composés phénoliques totaux	37
Figure 36 etapes de dosage des coposés phénolique totaux	39
Figure 37: etapes d'etablissement de la courbe d'etalonnage	40
Figure 38: le spectrophotometre Uv	41
Figure 39: spectromètre Proche Infrarouge	44
Figure 40: Microscope électronique à balayage MEB	45
Figure 41: Histogramme de taux d'humidité	48
Figure 42: Histogramme de taux de cendre	49
Figure43 : Histogramme de taux de phénol totaux avec folin-ciocalteu pur	50
Figure44 : Histogramme de taux de phénol totaux avec folin-ciocalteu dilué dix fois	51
Figure 45 : Les spectres infrarouges des deux échantillons	52
Figure 46: Images obtenues par MEB d'une tige de vigne avec différents grossissements	54

Liste des tableaux

Tableau 01 : La systématique de la vigne [50].....	26
Tableau 02 : La systématique du figuier [57].....	29
Tableau 3 : les refus des échantillons	47
Tableau4 : les différentes bandes enregistrées pour les deux échantillons par SIR.....	53
Tableau 5:résultats du dosage de la cellulose.....	55
Tableau 6 : résultats du dosage de la lignine.....	55

Liste des abréviations

Abs : Absorbance.

ADL : Acide Détergent Lignine.

H₂SO₄ : Acide sulfurique.

α : Alfa

Ans : Années

Å : Angstrœm

β : Bêta.

Na₂CO₃ : Bicarbonate de sodium.

Ca : Calcium

C : Carbone

cm : Centimètre

C : Concentration

°C : Degré Celsius

DBK : Deraa Ben Kheda

CO₂ : Dioxyde de carbone

F.C : Folin-Ciocalteu

g : Gramme

h : Heure

NaOH: Hydroxyde de sodium.

L : Litre

λ : Longueur d'Onde

Mg : Magnésium

m : Masse

Liste des abréviations

µm : Micro Mètre

MEB : Microscopie Electronique à Balayage

mm : Millimètre

min : Minute

N.mm⁻² : Newton /millimètre carré

nm : Nanomètre

NF : Norme Française

ONAB : Office National des Aliments et du Bétail.

P : Poids

K : Potassium

ATR : Réflexion Totale Atténuée

S : Sous Couche

SPIRTF : Spectrométrie Proche Infra Rouge à Transformée Fourier

TC : Taux de Cendre

℄ : Taux de Cellulose.

TH : Taux d'Humidité

TP : Taux de Polyphénols

T : Température

UV : Ultra Violet

V : Volume

Table
des
matières

SOMMAIRE

Remerciements

Dédicaces

Listes des figures et tableaux

Liste des abréviations

Sommaire

Chapitre I : bibliographie

INTRODUCTION GENERALE.....	1
I.1.DEFINITION DU BOIS.....	2
I.2.STRUCTURES DU BOIS A MULTI ECHELLES	2
I.2.1.Échelle macroscopique :	3
I.3.CLASSIFICATION BOTANIQUE DU BOIS.....	4
I.3.1.L'échelle microscopique :.....	4
I.4.MICROSTRUCTURE DES FEUILLUS :	5
I.5.ULTRA STRUCTURE DU BOIS :.....	6
I.5.1.Couche intercellulaire :	6
I.6.COMPOSITION CHIMIQUE DU BOIS	7
I.7.LA CELLULOSE	9
I.7.1.La structure moléculaire de la cellulose.....	9
I.8.LES HEMICELLULOSES.....	12
I.9.LA LIGNINE	14
I.10.LES MATIERES ORGANIQUES OU EXTRACTIBLES	18
I.10.1Phénols simples.....	20
I.10.2 .Stilbènes	20
I.10.3.Lignanes	21
I.10.4.Tannins.....	21
I.10.5.Flavonoïdes	21
I.11.CONSTITUANTS INORGANIQUES DU BOIS	22
I.12.L'EAU DANS LE BOIS	22

Chapitre II: Matériels et méthodes

II.1. GENERALITE SUR LA VIGNE.....	24
II.1.1. Classification de la vigne	26
II.2. FIGUIER.....	27
II.2.1. Introduction.....	27
II.2.2. Caractère morphologique.....	27

SOMMAIRE

II.2.3. Écorce, bois, tiges et racines.....	28
II.2.4. Taxonomie.....	29
II.3. CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DES SARMENTS DE VIGNE ET DE FIGUIE.....	29
II.3.1. Caractérisation physique.....	29
II.3.1.1. La préparation physique du bois.....	30
II.3.1.2. Détermination du taux d'humidité.....	31
II.3.2. Caractérisation chimique.....	32
II.3.3. Caractérisation anatomique.....	45
chapitre III: résultats et discussions	
Introduction.....	47
III.1. CARACTERISATIONS PHYSICO CHIMIQUE DES SARMENTS DE VIGNE ET DE FIGUIER...47	
III.1.1. CARACTERISATIONS PHYSIQUE.....	47
III.1.1.1. Granulométrie du bois.....	47
III.1.1.2. Détermination du taux d'humidité.....	48
III.1.2. CARACTERISATIONS CHIMIQUE.....	49
III.1.2.1. Déterminations du taux de cendre.....	49
III.1.2.2. Détermination des taux de phénols totaux dans les sarments de vigne et de figuier.....	50
III.1.2.3. Analyse des échantillons par Spectroscopie Infrarouge à Transformé de Fouri.....	52
III.1.2.4. Analyse morphologique par microscopie électronique à balayage (MEB).....	53
III.1.2.5. Détermination du taux de cellulose.....	54
III.1.2.6 Détermination du taux de lignine.....	55
Conclusion.....	56
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	

*Introduction
générale*

Introduction générale

La dégradation des sols est la plus grande menace pour la production agricole au niveau mondial. La pratique de la restitution des résidus de culture dans le champ comme paillis est impérative pour prévenir l'érosion du sol, maintenir la qualité des sols et l'amélioration de la productivité des cultures (Mgolozeli et al. 2020). Cependant, les petits exploitants agricoles ont recours à la maximisation des bénéfices par la vente ou l'utilisation comme aliments pour le bétail des résidus de récolte.

Le recyclage agricole des résidus de taille (oliviers, figuiers, vignes.) et des déchets forestiers sous forme de bois raméal fragmenté (BRF), ou co-compostés avec des sous produits de l'industrie agroalimentaire (grignons d'olives, margines.) reste une alternative durable à la rareté des paillis. Ces mulchs ont comme principales caractéristiques leur capacité à prévenir l'érosion des sols, à augmenter et à maintenir la matière organique dans les sols et de permettre une meilleure rétention en eau des sols. Cependant afin de maximiser les bénéfices de ces couvertures du sol, il est indispensable de bien caractériser ces déchets. En effet, l'amélioration de la qualité des sols sur lesquels sont épandus ces matériaux organiques après compostage ou sous forme de BRF va dépendre des caractéristiques des produits initiaux. Ainsi la caractérisation de ces déchets permet de prévoir leur dégradation dans les sols ou pendant le compostage et in fine leur capacité à entretenir le stock de carbone des sols.

Afin d'élaborer un BRF à partir des sarments de vigne et de figuier nous avons fait une caractérisation physico-chimique de ces deux matériaux.

Le présent travail s'articule en deux grandes parties et une conclusion générale

La première partie est consacrée à une étude bibliographique de deux sarments (figuier, vigne).

La seconde partie est subdivisée en matériels et méthodes d'analyses effectuées, suivie d'une discussion.

On finit par une conclusion générale .

Chapitre I
Etude
bibliographique

Introduction

Le bois est une matière composée de plusieurs éléments qui font l'objet de divers travaux de recherches et de perspectives de valorisations, son utilisation dans beaucoup de domaines (la construction, l'ameublement (ébénisterie, marqueterie, ...etc.), la menuiserie, la parqueterie, la lutherie, la charpente, l'industrie du papier et de l'emballage, le chauffage ...etc.est due à sa résistance à l'humidité pour certain, à sa durabilité pour d'autres et à son pouvoir calorifique, mais aussi pour son aspect écologique.

En se basant, sur les notions botaniques on peut caractériser la provenance de ce matériau de deux familles d'arbres qui sont : les feuillus et les conifères (résineux), qui produiront chacun un bois de type, de composition et de qualité différentes.

I.1 Définition du bois

Le bois est une ressource renouvelable à faible consommation d'énergie qui permet de piéger le CO₂ pendant la durée de vie des structures. Afin de diminuer l'effet de serreengendré principalement par le dioxyde de carbone [1].

Le bois est un assemblage de tissus. Il est assimilable à un matériau composite naturel. Est constitué de cellules végétales qui garantissent le transport de la sève dans l'arbre. Ces cellules sont élaborées au niveau du cambium situé entre l'écorce et le bois[1].

La qualité du bois est liée à sa structure macroscopique et microscopique mais aussi à la structure submicroscopique des parois cellulaires, qui est déterminée par ces constituants chimiques [2].

I.2 Structures du bois a multi échelles

Le bois possède une structure multi-échelles (macroscopique, microscopique ; moléculaire...etc.) qui dépend fortement du type de bois comme le montre la (**figure 1**)[2].

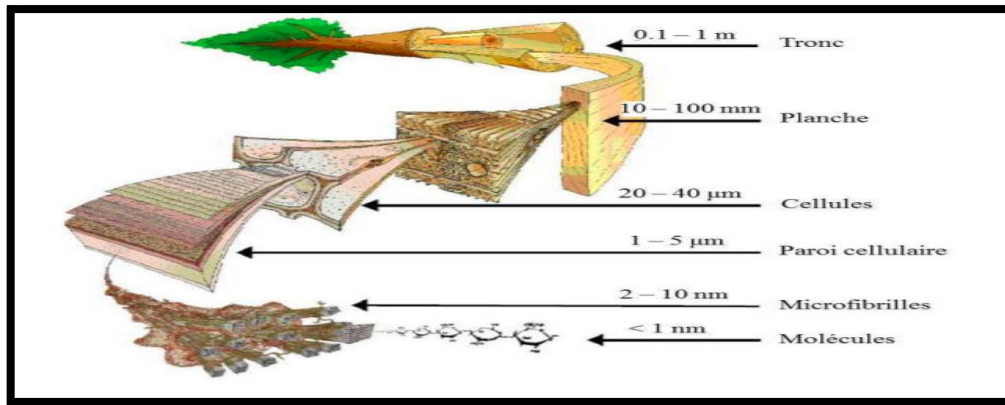


Figure 1 : Structure multi échelle du bois [3].

I.2.1 Échelle macroscopique :

A l'échelle macroscopique, les principales parties d'un morceau du tronc d'un arbre sont, depuis l'intérieure jusqu'à l'extérieure ; le duramen ; l'aubier ; le cambium ; liber ; l'écorce. Se sont présentés dans la (figure 2).

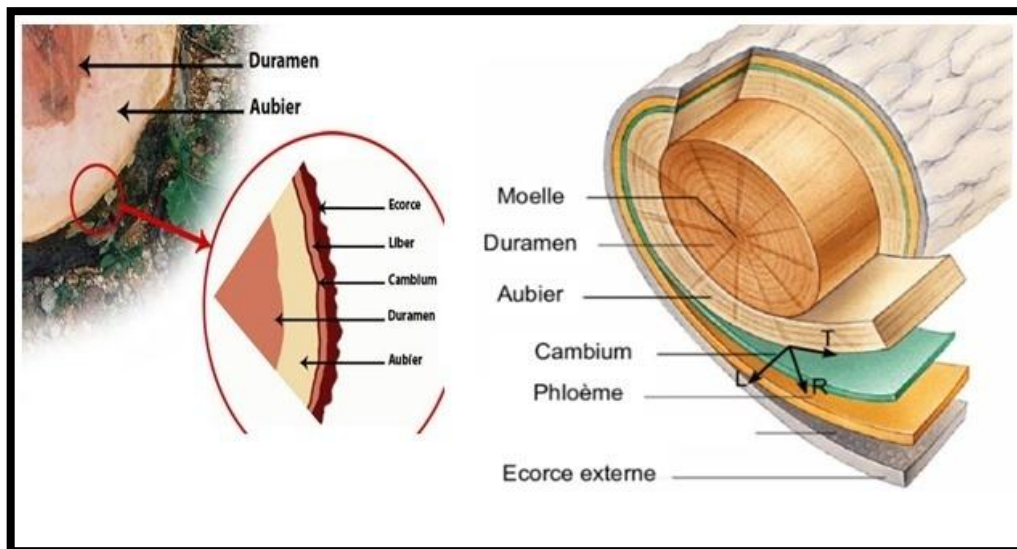


Figure 2 : Différentes couches du tronc.

Le duramen : ou le bois parfait constitue de cellules mortes d'une couleur plus foncée par rapport au l'aubier, c'est la partie dur de bois a une meilleure résistance aux attaques biologiques[4]. Son rôle principal est le maintien mécanique et la structure de l'arbre[5].

La duraménisation comprend la production active de polyphénols et le dépôt de substances comme les tanins qui ont une fonction protectrice du bois [6].

L'aubier : correspond au bois physiologiquement actif[7].Il assure à la fois le transport de la sève brute et le stockage des différents éléments nutritifs[8].

Le cambium : est la partie la plus importante de l'arbre. Il est responsable de la croissance de l'arbre par la production du liber vers l'extérieure et le bois d'aubier (xylème) vers l'intérieur [1].

Le liber : contient des tubes criblés du phloème qui permet la circulation ou le transport de la sève des feuilles vers les racines [6].

L'écorce : est la couche superficielle du tronc; elle a un rôle de protection (enveloppe protectrice) [6]. Elle consiste à protéger les assises vivantes des insectes, des champignons et des impacts mécaniques[4].

Au centre du tronc se situe le cœur, aussi appelé moelle, constitué de cellules mortes, qui contenaient les substances nutritives essentielles à la croissance du jeune arbre, n'assurant plus leur fonction [9].

I.3 Classification botanique du bois.

Les botaniques du bois sont classées en deux catégories qui sont les gymnospermes (résineux ou conifères) et les angiospermes (feuillues).

Le plan ligneux des feuillus

A l'inverse des résineux, les feuillus se distinguent par leur feuillage qui apparait au printemps et qui tombe en automne. Ce feuillage est constitué de feuilles bien plus développées qui sont larges et plates, contrairement aux aiguilles des résineux.

Cette famille d'arbre est divisée en monocotylédones et en dicotylédones. La différence entre ces deux sous familles réside dans la forme des nervures des feuilles et dans la présence ou non d'un cambium dans le tronc d'arbre [10].

I.3.1 L'échelle microscopique :

Les deux familles d'arbres, les résineux et les feuillus, présentent plusieurs différences que ce soit au niveau de l'aspect général (feuille, écorce) ou au niveau de la structure macroscopique. Cependant, pour mieux les différencier, il est essentiel d'effectuer une étude microscopique. En effet, à cette échelle, les cellules sont multiples et variées et leur répartition est variable et différente pour les résineux et les feuillus.

I.4 Microstructure des feuillus :

Le bois des feuillus présente dans sa structure une diversité beaucoup plus grande que les résineux et possède différents types de cellules (vaisseaux, trachéides et cellules parenchymes). Dans le bois des feuillus qui se présente sur (**figure 3**), il existe des vaisseaux spécialisés pour transporter la sève brute et des fibres assurant la résistance mécanique et de soutien. 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. La réserve de substance nutritive est assurée comme chez les résineux par les parenchymes longitudinaux et radiaux [11].

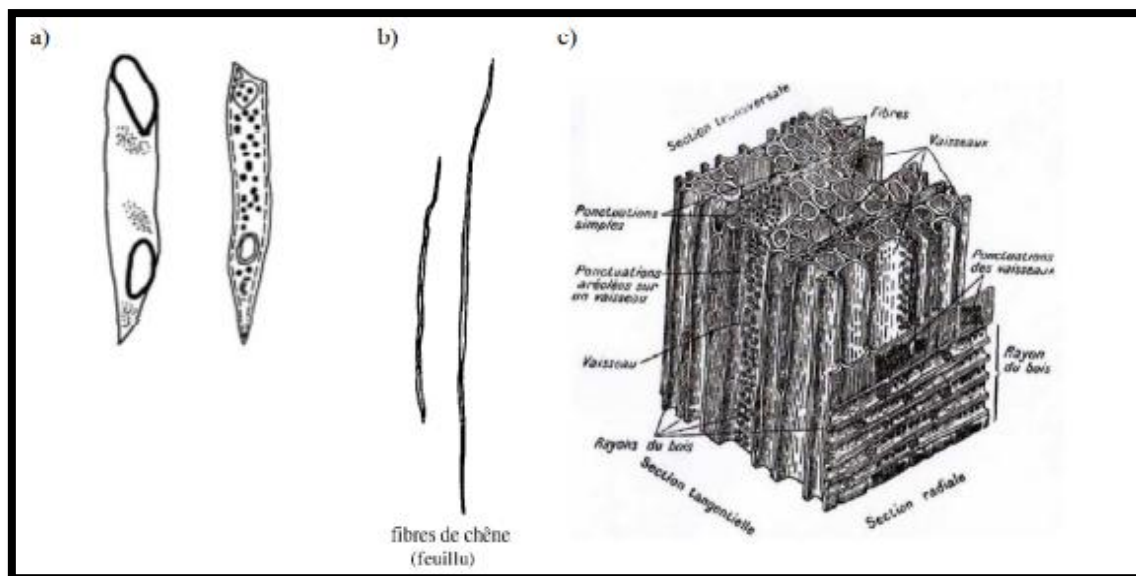


Figure 3 : Représentation schématique d'un vaisseau type scalariforme (à gauche) et type simple ou unique (à droite) (a), fibre de chêne (b), plan ligneux typique des feuillus (c) [12]

Les vaisseaux : constituent entre 6 et 55 % du volume de bois des feuillus et leurs diamètres varient entre 10 et 300 μm [13]. Sont des éléments morts, transportent la sève brute grâce à leur forme de tube assurant la fonction de conduction dans le bois [14].

Les fibres : constituent entre 25 et 75 % du volume de bois des feuillus [10], qui sont des éléments morts à paroi épaisse, assurent la fonction de soutien et de résistance mécanique. . Leur longueur varie entre 0,8 et 2,3 mm [14].

Les cellules parenchymateuses axiales ou radiales : elles sont peu lignifiées et jouent le rôle de réserve stockant les matières nutritives [14]. Comme chez les résineux, les feuillus ne contiennent qu'un pourcentage très faible de parenchymes longitudinales [10].

I.5 Ultra structure du bois :

Les cellules de bois sont entourées d'une matrice appelée **la paroi**. Elle est multicouche, possède essentiellement une couche intercellulaire, une paroi primaire et une paroi secondaire constituée de trois sous-couches et sont reliées entre elles par la lamelle moyenne (**figure 4**) Chaque couche est un milieu composite constitué de filaments de cellulose (micro fibrilles) scellés dans une matrice de lignine et d'hémicelluloses [15].

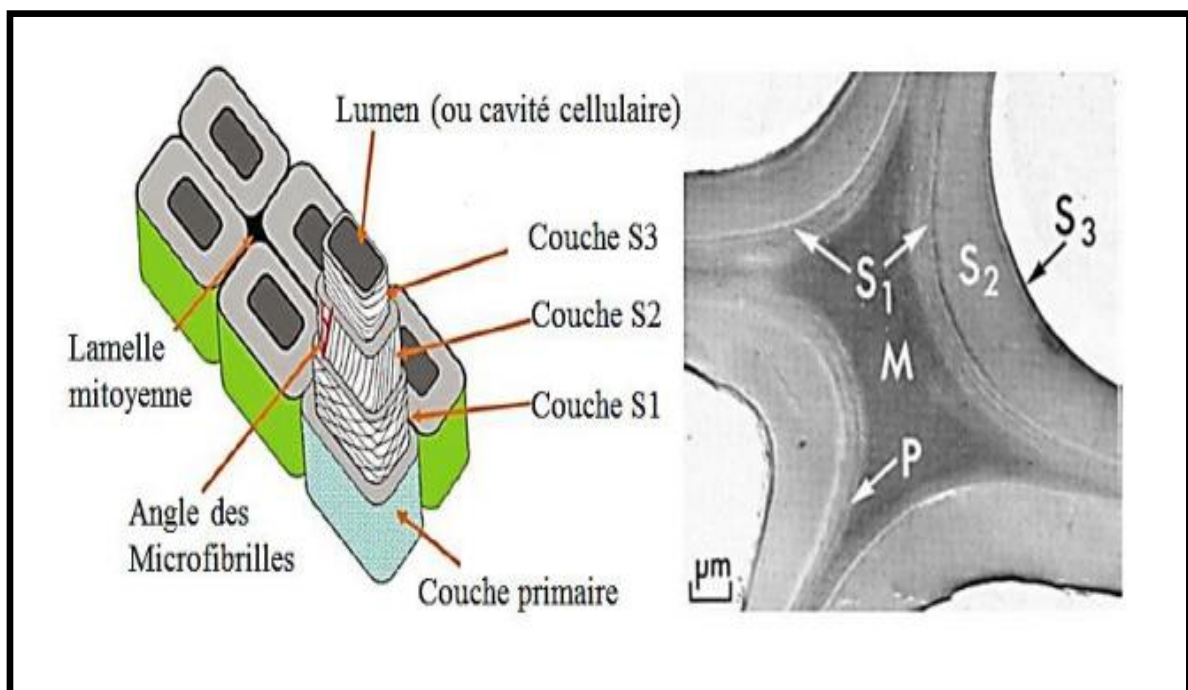


Figure 4: Structure de la paroi cellulaire [16].

I.5.1 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[17].

Couche primaire : Cette paroi très mince mesure environ 0,1 μm d'épaisseur. Comme la couche intercellulaire, elle contient une grande quantité de lignine[17].

Couche secondaire :

La paroi secondaire est une couche épaisse, dense et rigide, à forte teneur en cellulose, qui constitue la partie de la cellule la plus résistante mécaniquement. Elle est constituée de trois sous-couches:

La couche externe S1, d'une épaisseur de 0,1 à 0,35 μm , présente une structure lamellaire. Les microfibrilles de cellulose forment un angle de 60 à 80° avec l'axe longitudinal

La couche centrale S2 représente environ 80% de l'épaisseur totale de la paroi cellulaire. Elle peut mesurer de 1 à 10 μm en fonction de sa localisation dans l'accroissement annuel. Les microfibrilles de cellulose forment un angle de 5 à 30° avec l'axe longitudinal

La couche interne S3 est mince, d'une épaisseur environ 0,5 à 1,1 μm . Les microfibrilles de cellulose sont orientées de 60 à 90° par rapport à l'axe longitudinal [17].

I.6 Composition chimique du bois

La composition chimique du bois ne diverge pas tellement d'une espèce à une autre. En général il est constitué de :Carbone : 50%, Oxygène : 43%, Hydrogène : 6%, Azote : 1%, Cendres (silice, phosphates,potassium, calcium) <1%.

Le bois, est majoritairement constitué de substances macromoléculaires (cellulose, hémicelluloses et lignine), formant un réseau complexe dans lequel sont incluses d'autres substances de plus faible poids moléculaire à savoir les extractibles (telles que des tannins, desrésines, des cires, etc.) et des sels minéraux (calcium, magnésium et sodium) [18] (Figure 5).

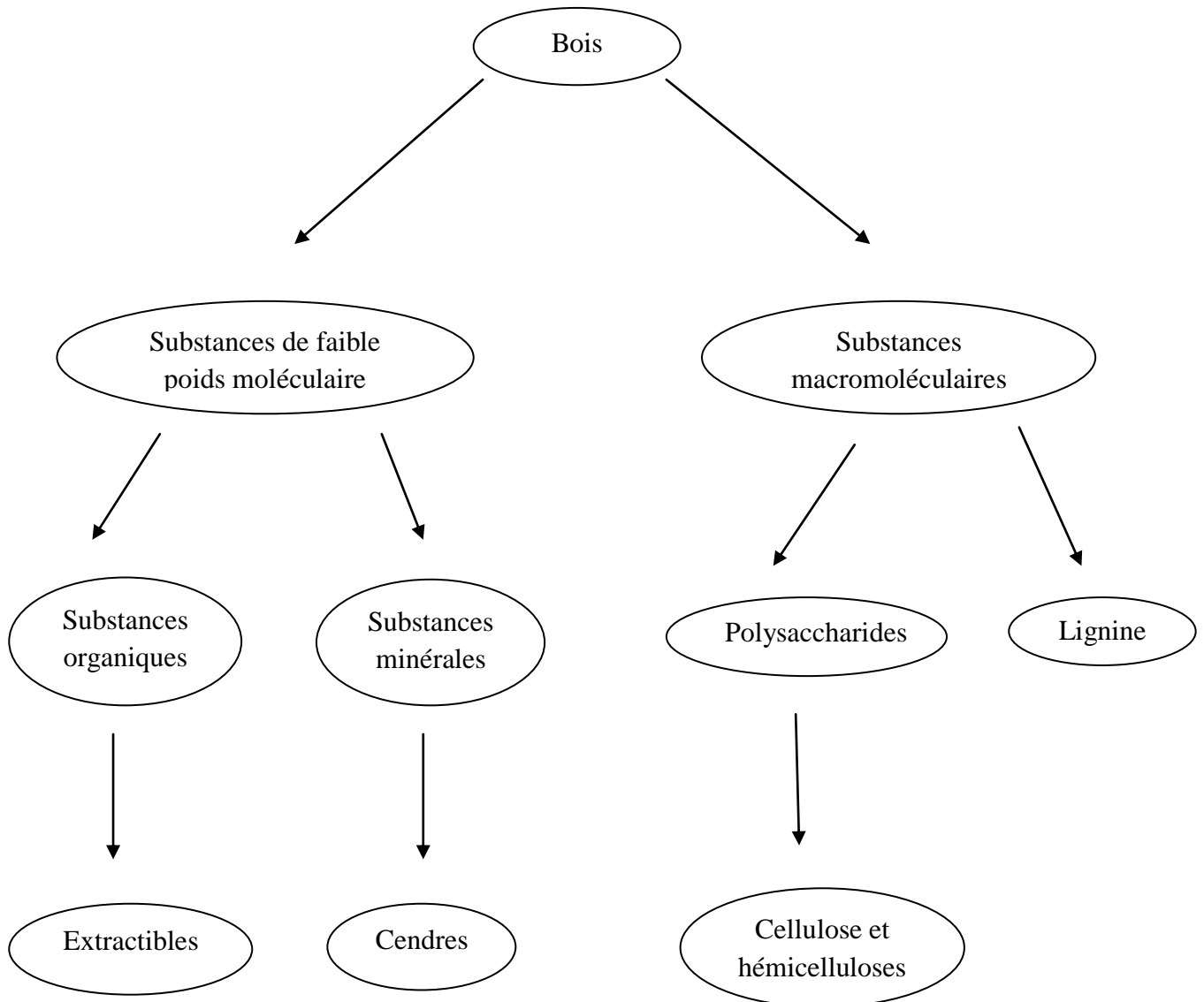


Figure 5 : Représentation schématique des constituants chimiques du bois[19]

En général, la proportion des macromolécules représente en moyenne 95% du matériau bois. Or, ils ne sont pas distribués uniformément au sein des parois cellulaires. De plus, leurs proportions varient en fonction de la localisation dans le bois [18]

I.7 La cellulose

La cellulose est le plus important constituant chimique du bois. Sa quantité et ses propriétés contribuent de façon décisive aux propriétés des arbres vivants et du bois en tant que matériau [2].

I.7.1 La structure moléculaire de la cellulose

La cellulose est un polysaccharide, c'est-à-dire un polymère constitué d'unités monosaccharides. Celles de la cellulose sont anhydroglucoses. La liaison osidique, qui est une liaison acétal, est formée par réaction entre hydroxyle alcoolique hémiacétal d'un monosaccharide (ici le glucose) et l'hydroxyle alcoolique de l'autre. Dans le cas de la cellulose, la liaison osidique est β -(1,4).

Selon le type de monosaccharides constitutifs, les polysaccharides sont divisés en *homopolysaccharides* et en *hétéropolysaccharides*. Les homopolysaccharides sont constitués d'un seul type de monosaccharide, comme c'est le cas avec la cellulose et l'amidon, tandis que les hétéropolysaccharides sont constitués de deux ou plusieurs types de monosaccharides et leurs dérivés. Les homopolysaccharides peuvent aussi être classés selon le type de liaison osidique, qu'on peut représenter par α -(1 \rightarrow 4) ou encore β -(1,4) [2].

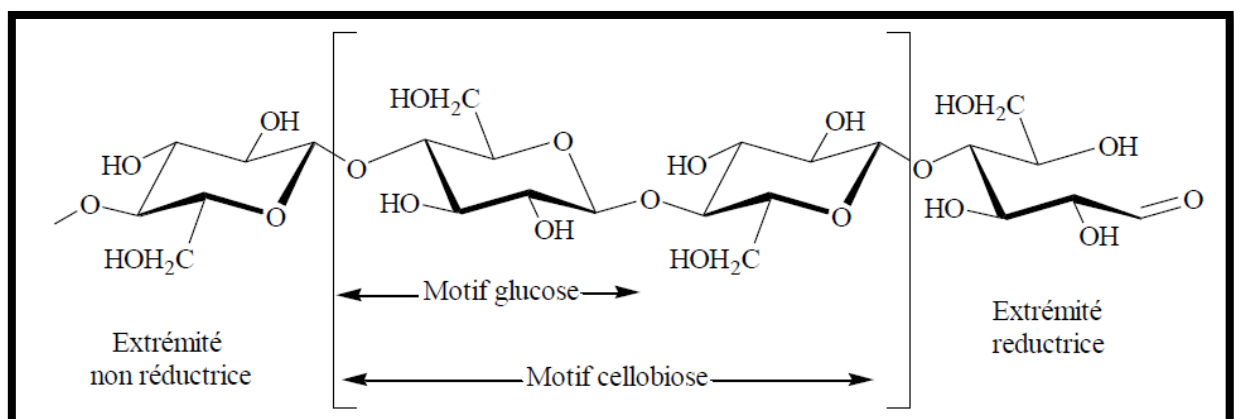


Figure 6 : Structure moléculaire de la cellulose avec son unité répétitive, le cellobiose [18]

La structure moléculaire de la cellulose (**figure 6**) révèle une composition en groupement hydroxyle assez importante et plus précisément trois groupements par terme anhydroglucopyrannose ($C_6H_7O_2(OH)_3$).

Dans la structure moléculaire de la cellulose on observe la maille répétitive de cellobiose, et deux extrémités différentes aux deux bouts des chaînes de la macromolécule. On distingue ainsi l'*extrémité réductrice* qui contient l'hydroxyle hémiacétal libre sur le carbone anomère du glucopyrannose, et l'*extrémité non réductrice* constituée par le résidu glucopyrannose qui ne contient pas d'hémiacétal. Le résidu de l'extrémité non réductrice contient un hydroxyle libre en C4, c'est-à-dire un hydroxyle alcoolique de plus que les résidus glucopyrannose à l'intérieur de la chaîne cellulosique. Il en va de même de l'extrémité réductrice, mais son hydroxyle supplémentaire est de nature hémiacétalique, ce qui permet l'équilibre avec la forme carbonyle et explique le fait que la cellulose est un sucre réducteur[2].

Le comportement physico-chimique de la cellulose dépend du positionnement des groupements hydroxyle dans l'unité glucose qui forment des liaisons hydrogène intramoléculaire dans une chaîne type de cellulose ou intermoléculaire (deux chaînes distinctes) (**figure7**).

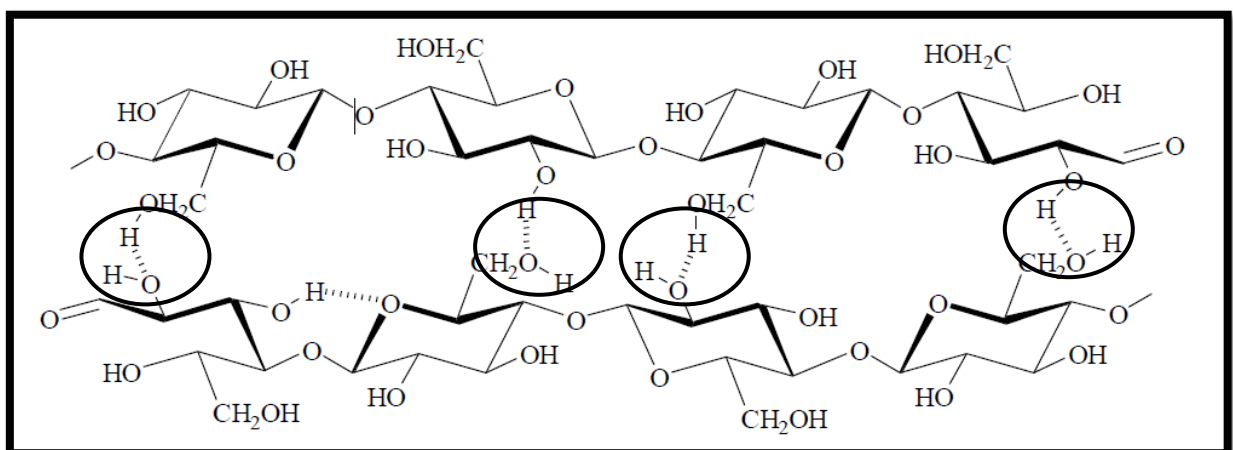


Figure 7 : Liaisons hydrogène entre deux chaînes de cellulose [18]

Ces liaisons hydrogène sont responsables de la formation des microfibrilles dans lesquelles certaines régions sont hautement ordonnées (régions cristallines) et d'autres moins (régions amorphes) (**figure 8**).

Les nombreuses liaisons hydrogènes de la cellulose sont à l'origine de son caractère infusible, insoluble et peu réactif[18].

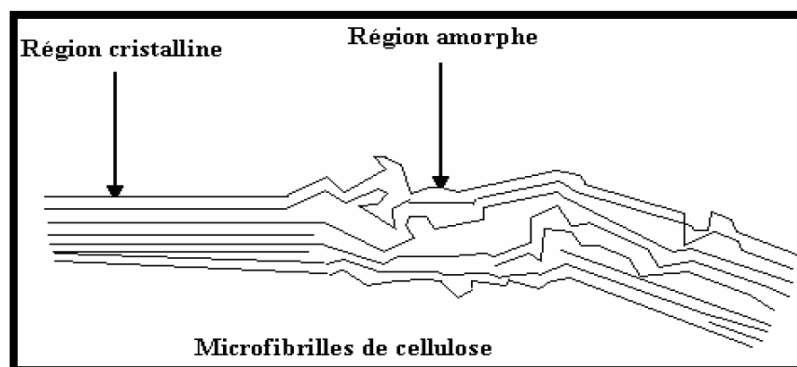


Figure 8 : Représentation schématique des zones cristallines et amorphes de la cellulose [18]

L'histoire des concepts liés à la structure fibrillaires de la cellulose est longue et on rencontre dans la littérature plusieurs termes utilisés pour désigner les divers niveaux de la structure supramoléculaire de la cellulose. La notion de *microfibrille* est employée pour décrire une structure fibreuse de diamètre 10 à 25 nm[20]. Le développement de la microscopie électronique et l'augmentation de son pouvoir de résolution ont permis la découverte d'éléments de la structure fibreuse de plus en plus petits. La notion de microfibrille a tellement évolué qu'on est devenu capable décrire une *fibrille élémentaire* de diamètre 3,5 nm[21] et une fibrille encore plus petite, la *protofibrille*, dont l'épaisseur est de 1,8 à 3,8 nm[22]

La structure cristalline de la cellulose a été déterminée par diffraction des rayons X ainsi que par des méthodes basées sur la polarisation du rayonnement infrarouge[23]

Des études ont été réalisées pour déterminer la structure cristalline des microfibrilles dans différents types de cellulose natives ou traitées chimiquement. Quatre structures de cellulose cristalline (Cellulose I, II, III et IV) ont été mises en évidence. La principale différence entre ces structures est le déplacement latéral des chaînes et leurs liaisons. La cellulose I est la forme prédominante dans les parois secondaires des plantes,

elle est quelquefois appelée cellulose native. Dans cette forme, les liaisons des chaînes sont orientées parallèlement en formant des liaisons hydrogène. La cellulose II est obtenue à partir de la cellulose I par un traitement à l'hydroxyde de sodium. Les chaînes ainsi obtenues sont orientées de manière antiparallèle avec formation de plusieurs liaisons hydrogène consécutives rendant la cellulose II plus stable que la cellulose I. La cellulose III est, quant à elle, obtenue à partir de la cellulose I ou II en effectuant un traitement à l'ammoniac. La cellulose IV est la forme prédominante des parois cellulaires primaires des plantes, elle peut être obtenue par chauffage de la cellulose III dans du glycérol.

La cellulose cristalline a des propriétés mécaniques extraordinairement élevées. Dans le bois, elle joue le rôle d'une espèce « d'armature » directement en relation avec les performances mécaniques. Des études sur les énergies physico-chimiques nécessaires à rompre les liaisons covalentes constitutives de la cellulose ont montré que, dans l'hypothèse théorique d'une chaîne de cellulose cristalline infinie, des tensions de $8000 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$ devraient être atteintes, ce qui excède très largement les propriétés de tous les matériaux connus actuellement. En pratique, les fibres de cellulose pure ne sont pas sans fin, et les régions cristallines ont une longueur d'environ 500 \AA .

De plus la rupture ne se fait pas en mode traction, mais en mode cisaillement, étant donné les rigidités différentielles des chaînes cristallines par rapport aux chaînes amorphes. En fait, des valeurs de $300\text{-}500 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$ paraissent des limites mécaniques objectives, étant entendu que le bois, matière organique, résulte d'une production biologique obéissant à des lois statistiques [18].

I.8 Les hémicelluloses

Les hémicelluloses constituent, après la cellulose, la plus abondante source de polysaccharides sur la terre. Ce sont des polysaccharides de plus faible masse molaire que la cellulose. Contrairement à celle-ci, les hémicelluloses comportent des glucides de nature variable. Du fait de la diversité des types végétaux et de la grande variété de types cellulaires dans une même plante, il n'est pas possible de décrire les hémicelluloses de manière exhaustive. Cependant, quelques généralisations peuvent être faites. Ces composés représentent 5 à 50 % de la masse végétale, selon la source végétale. Les glucides constituant les hémicelluloses sont le plus souvent le glucose, le galactose, l'acide glucuronique, l'acide galacturonique, l'xylose et l'arabinose.

Les hémicelluloses sont définies comme des polyosides autres que la cellulose et constituant les parois cellulaires du bois, en association étroite avec la cellulose et la lignine. On trouve généralement les quatre types d'hémicelluloses les plus importants dans les parois des cellules végétales[2].

- Les glucanes,
- Les xylanes,
- Les mannanes,
- Les galactanes,

Les hémicelluloses sont des macro-polymères (ramifiés), de formules très variables. A l'adifférence de la cellulose, elles sont caractérisées par des chaînes moléculaires beaucoup plus courtes, d'un poids moléculaire très bas, de ramifications sur la chaîne principale composée d'un ou plusieurs types d'unités, et de structure amorphe. A cause de ce dernier point, leur réactivité chimique est plus importante, expliquant leur vitesse de dégradation plus élevée au cours de la pyrolyse du bois.

La chaîne des hémicelluloses est construite sur la base d'unités osidiques différentes réparties de façon plus ou moins aléatoire. La structure des différentes unités osidiques présentes dans les hémicelluloses est rapportée sur la (figure 9)[18]

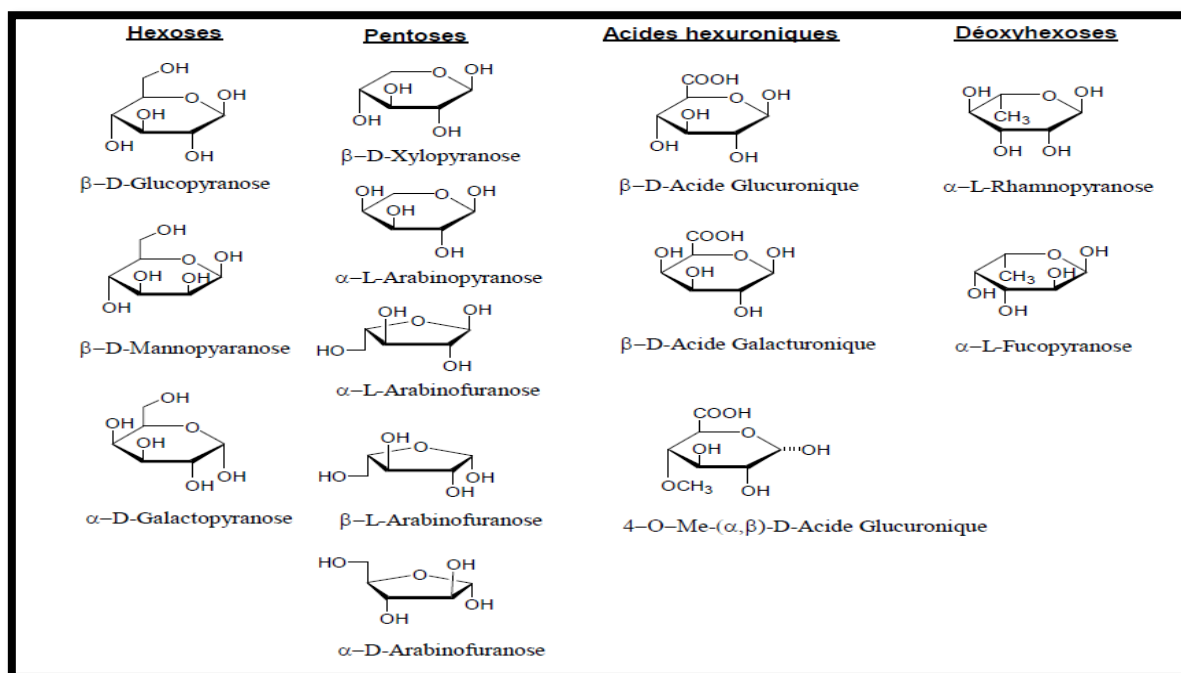


Figure 9 : Oses simples composant les hémicelluloses[24]

Les hémicelluloses renferment au total plus de 200 polysaccharides différents. La nature et la proportion des hémicelluloses varient sensiblement entre les espèces, paramètre qui aura un rôle déterminant dans le comportement du bois lors du traitement thermique.

Les hémicelluloses des feuillus sont beaucoup plus hétérogènes que celles des résineux.

Différents types d'hémicelluloses peuvent être rencontrés dans le bois, leur structure variant selon les essences :

- des glucuronoxyanes et des glucomannanes chez les feuillus,
- des arabinoglucuronoxyanes, des galactoglucomannanes et des arabinogalactanes chez les résineux [18]

I.9 La lignine

La lignine est du point de vue quantitatif, la deuxième substance macromoléculaire du bois ; c'est une macromolécule amorphe et complexe, non linéaire, constituée d'un système aromatique et phénolique. On parlera plutôt de *lignines*, au pluriel, leur structure étant extrêmement variable.

Les lignines sont des constituants structuraux des plantes : elles constituent les parois des cellules végétales, en association étroite avec la cellulose et les hémicelluloses. En tant que constituants des parois végétales, les lignines ne jouent pas seulement un rôle de substance incrustante ou d'adhésif mais aussi un rôle particulier dans la vie des plantes. En diminuant la perméabilité de parois des cellules du xylème, la lignine joue indirectement un rôle important dans le transport interne des liquides, des matières nutritives et des métabolites. D'autre part, elle procure la rigidité aux parois végétales. La structure composite du bois est assurée par l'assemblage des divers types de cellule par des lamelles moyennes qui sont constituées presque exclusivement de lignine. Le matériau composite qu'est le bois devient ainsi résistant à l'impact, à la flexion et à la pression, de sorte qu'il se prête bien aux traitements mécaniques impliqués dans les différents types de transformation du bois [2].

La lignine est alors un polymère ayant comme unité de base le phénylpropane (**Figure 10**). Alors que la lignine des feuillus est plutôt de type guaiacyle (G) et syringyle (S), la lignine des conifères contient surtout des unités de type G [19]

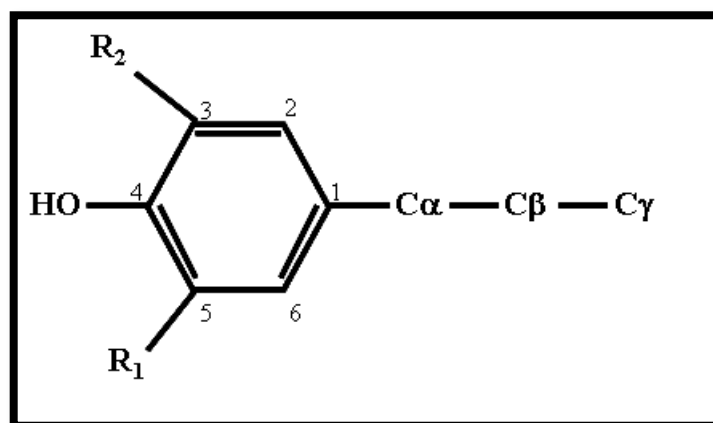


Figure 10 : Unités structurales de la lignine[24]

$R_1 = H, R_2 = H$: unité *p*-hydroxyphényle (H)

$R_1 = OCH_3, R_2 = H$: unitéguaiacyle (G)

$R_1 = OCH_3, R_2 = OCH_3$: unitésyringyle (S)

La lignine est un nom générique pour un ensemble de polymères polyphénoliques, de massesmoléculaires élevées, de compositions et de structures variables et complexes. La lignine résultede la polymérisation enzymatique oxydative de trois alcools phénoliques : les alcoolscoumarylique, coniférylique et sinapylique(**Figure 11**)[18]

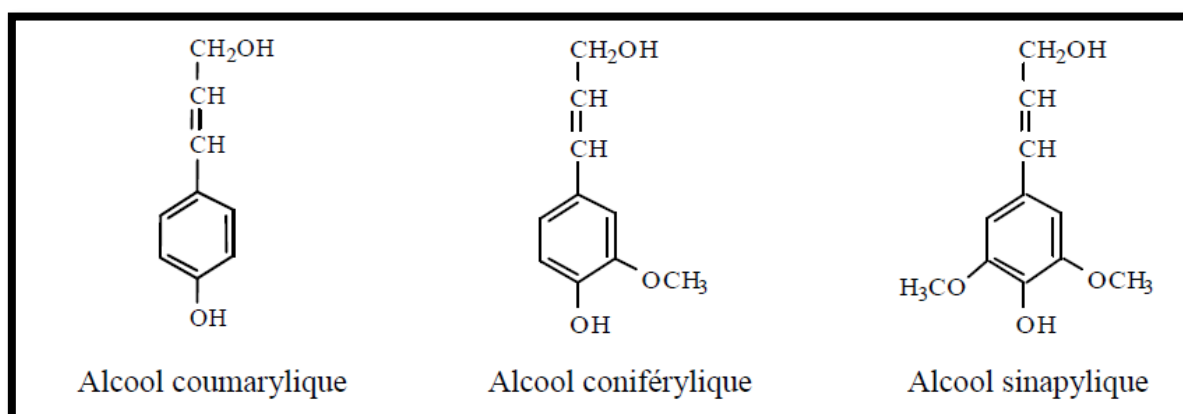


Figure 11 : Précurseurs de la biosynthèse de la lignine[24]

La multiplicité des unités de base, des types de liaisons et des combinaisons détermine un grand nombre de structures tridimensionnelles encore mal connues. Contrairement à la cellulose qui présente une structure régulière, la lignine présente une structure très complexe. Sa composition est différente suivant les espèces végétales. La composition varie également à l'intérieur d'une même essence selon qu'il s'agisse de bois normal ou de bois de réaction ou encore au niveau pariétal en fonction de la localisation dans la paroi cellulaire, la lamelle moyenne étant généralement plus riche en lignine [18].

Le polymère de la lignine tridimensionnel a une structure très complexe que l'on peut schématiser sous forme de modèles (Figure 12).

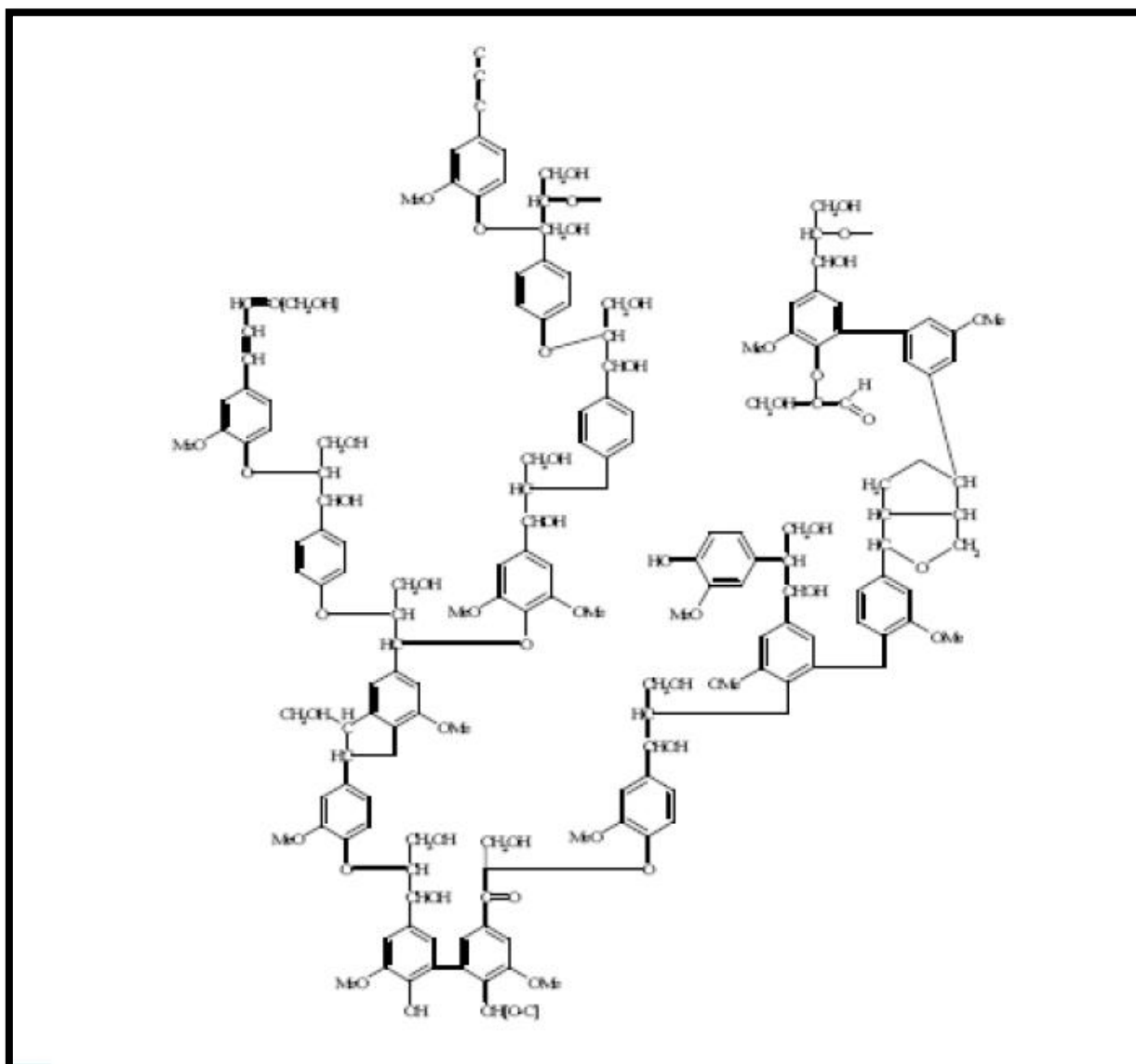


Figure 12 : Segment structural des lignines de bois de résineux selon [25]

Le type de liaison inter monomérique le plus fréquemment rencontré dans les lignines, est la liaison labile β -O-4 alkyl aryle éther. D'autres types d'unions intermonomériques font intervenir des liaisons carbone-carbone. La thioacidolyse coupe de façon spécifique les liaisons β -O-4 et permet de caractériser la composition monomérique des lignines.

La présence de nombreuses fonctions hydroxyle (phénoliques ou non) explique la grande réactivité de la lignine [26]. Cependant, leur accessibilité est limitée par la structure tridimensionnelle du réseau moléculaire, mais aussi par la distribution de ce polymère parmi les autres constituants de la paroi cellulaire avec lesquels la lignine établit de nombreuses interactions moléculaires par le biais de liaisons de faible énergie telles que des liaisons hydrogène. La lignine peut également être liée aux hémicelluloses par l'intermédiaire de liaisons covalentes (**figure 13**) [18]

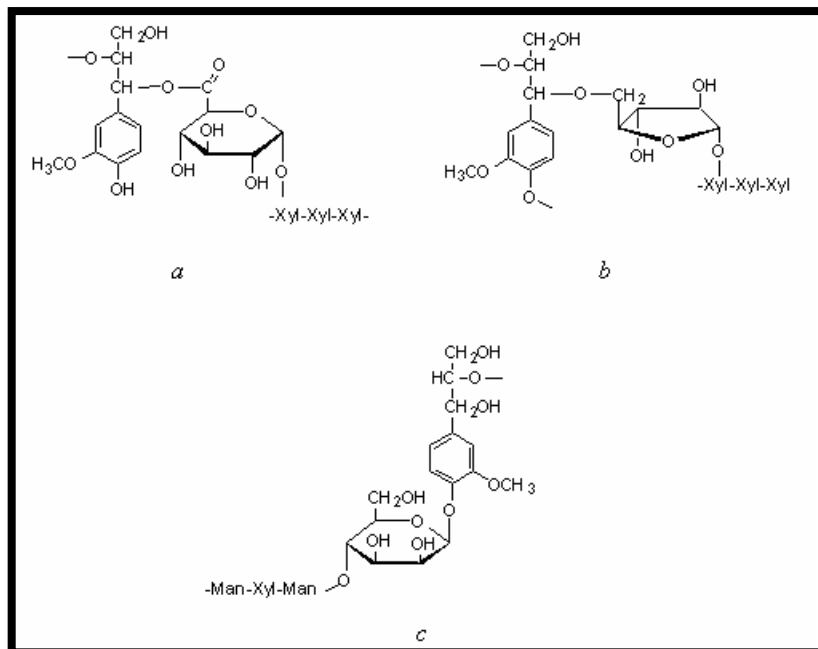


Figure 13 : Les différentes liaisons covalentes lignine-hémicelluloses présentes dans le bois

(a) : liaisons de type ester benzyle

(b) : liaisons de type éther benzyle

(c) : liaisons de type phénylglycosidique

I.10 Les matières organiques ou extractibles

Malgré leur faible quantité dans le bois de la zone tempérée (moins de 5% de la masse anhydre en règle générale), les extractibles contribuent de façon importante aux propriétés physiques et technologiques du bois. Les propriétés du bois comme l'odeur, l'acidité et la couleur sont liés directement aux extractibles, ainsi que les propriétés technologiques comme la durabilité et le comportement du bois vis-à-vis de l'adhésion, la finition, du séchage, de la mise en pâte et du blanchiment des pâtes. Même les propriétés acoustiques du bois sont également liées aux extractibles. Ces constituants qui sont souvent classés comme des métabolites secondaires sont des molécules bioactives et jouent un rôle important dans la protection des arbres [2].

Les extraits ne font pas partie intégrante de la paroi cellulaire. Ces substances de faible poids moléculaire se sont facilement extraites par des solvants naturels polaires (acétone, eau, éthanol) ou apolaires (toluène, hexane), [27][28] [29] Chez certaines espèces, ils sont toxiques et jouent un rôle contre les attaques des bactéries, des champignons et des termites. Ils ont une teneur très variable en fonction des essences et occupent des zones morphologiques précises.

Les extractibles peuvent être classés en trois catégories. La première catégorie regroupe les terpènes et terpénoïdes. Une partie de ces extraits est également appelée gomme. La seconde classe regroupe les composés aliphatiques que sont les acides gras saturés et insaturés, les alcanes et les alcools gras (par exemple le triglycéride, l'acide palmitique, l'acide stéarique). Une troisième catégorie concerne les composés phénoliques. Cette grande classe regroupe les phénols simples (vaniline), les lignanes (pinosinol, hinokiosinol) et les stilbènes [30] Quelques phénols simples du bois dans la (figure 14).

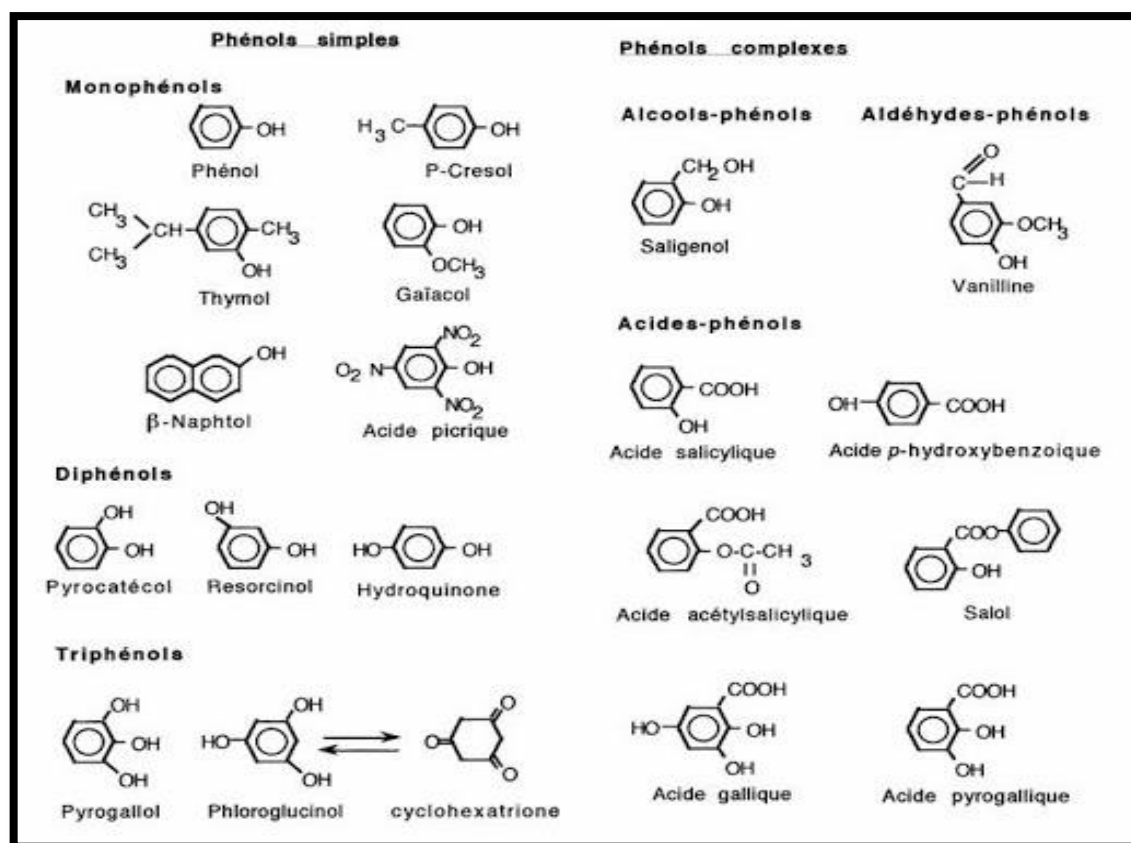


Figure 14 : Quelques phénols simples et complexes du bois

I.10.1 Phénols simples

Dans les plantes supérieures les composés phénoliques dont le squelette est C₆, C₆-C₁ ou encore C₆-C₂ dérivent de la voie biosynthétique des phénylpropanes et sont obtenus par dégradation du squelette C₆-C₃ initialement formé. Une voie directe, l'aromatation de l'acide shikimique [acide (3R, 4S, 5R)-3,4,5-trihydroxycyclohex-1-ènedicarboxylique], semble être la voie principale vers l'acide gallique, le précurseur fondamental des tannins hydrolysables[31].

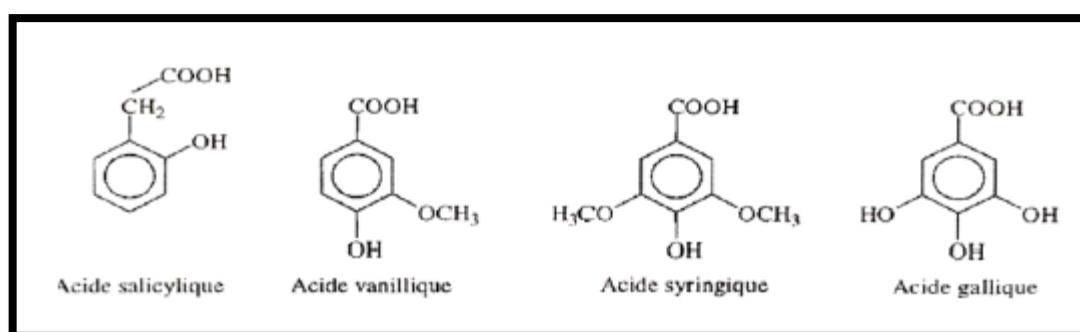


Figure 15: Phénols simples du bois (C₆-C₁ et C₆-C₂) [32]

Etant aromatiques, ils absorbent fortement en UV ; de plus les noyaux benzéniques activés réagissent avec de nombreux réactifs chromogènes, ce qui permet leur visualisation en microscopie[2].

I.10.2 Stilbènes

Les stilbènes sont synthétisés par l'addition de 1 et 3 molécules de malonyl-CoA aux acides cinnamiques qui dérivent de la voie de biosynthèse des phényles propanes. Le stilbène est le 1,2-diphényléthène [33].

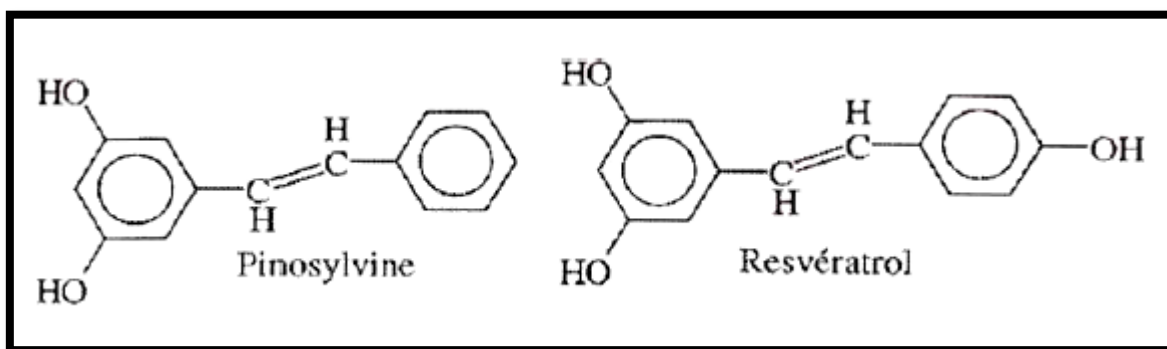


Figure 16: Stilbènes isolés de feuillus et de résineux [32].

Les stilbènes ont pour fonction de défendre l'arbre contre les champignons de pourriture du bois et des différents insectes.

I.10.3 Lignanes

Les lignanes sont des dimères naturels du phénylpropane, dont la biosynthèse est contrôlée enzymatiquement et donne des liaisons β - β entre les carbones des chaînes propane. Si les phénylpropanes dimères sont liés autrement que par les liaisons β - β , il s'agit de néolignanes[34]. Les lignanes suscitent ces dernières années beaucoup d'intérêt parce que ce sont des molécules bioactives ayant des effets antioxydant et anti tumoraux [35].

I.10.4 Tannins

On définit les tannins (ou tanins) comme des composés phénoliques solubles dans l'eau, dont la masse molaire se situe entre 500 et 3000, qui présentent les réactions

caractéristiques des phénols en général, et sont de plus capables de précipiter des alcaloïdes, la gélatine et les autres protéines [2].

I.10.5 Flavonoïdes

Les tannins condensés, qui représentent les quatre cinquièmes des tannins végétaux commerciaux, sont des constituants importants du duramen et de l'écorce de nombreuses espèces de bois. Ils sont constitués d'unités flavane, avec un squelette $C_6-C_3-C_6$, qui sont des flavonoïdes que nous allons d'abord présenter. Les flavonoïdes sont les polyphénols extractibles les plus distribués dans la nature [2].

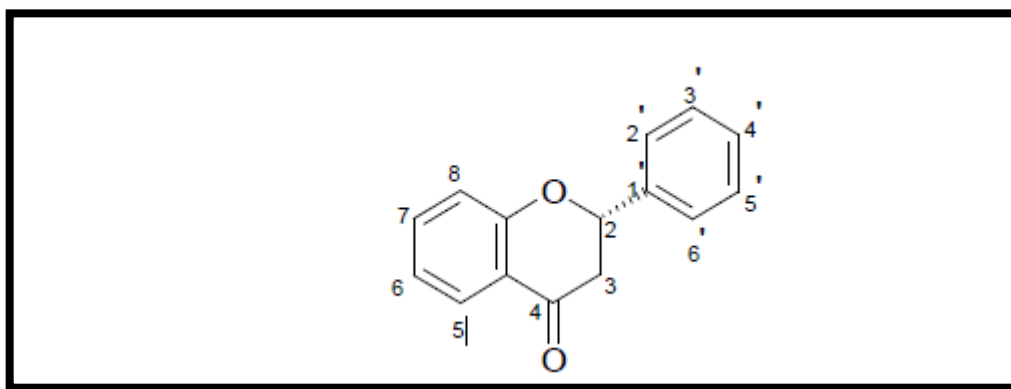


Figure 17: Squelette d'un flavonoïde.

Les flavonoïdes sont des pigments naturels [36] responsables de la coloration des feuilles, des fleurs et les fruits. Ils sont très répandus chez les végétaux [37].

I.11 Constituants inorganiques du bois

Les éléments autres que le carbone, l'hydrogène, l'oxygène ou l'azote représentent entre 0,1 et 0,5 % de la masse anhydre des bois de la zone tempérée. Les métaux alcalins et alcalino-terreux Ca, Mg et K comptent pour plus de 80% de tous les constituants inorganiques. Ces métaux sont très probablement présents sous forme d'oxalates, de carbonates et de sulfates ou sont liés aux groupements acides des constituants du bois, comme les acides uroniques des substances pectiques et des hémicelluloses. Certains éléments sont essentiels à la croissance de l'arbre, alors que d'autres ne le sont pas.

Les composés inorganiques sont absorbés pas le système racinaire des arbres et transportés dans les tissus de l'arbre. La composition des **cendres** varie beaucoup d'une espèce à l'autre et dépend beaucoup des conditions environnementales. La **micro-**

incinération du bois a révélé des taux importants d'inorganiques dans les lamelles moyennes. On a trouvé des taux élevés de manganèse dans les cellules de parenchyme, tandis que la concentration de phosphore est maximale dans le cambium, ainsi que dans le xylème adjacent au cambium[38]

Le bois coloré est caractérisé par un taux plus élevé de cendres que celui du bois normal, les cendres contenant surtout du calcium, du potassium et du manganèse[39].

I.12 L'eau dans le bois

L'eau se trouvant dans le bois sous différentes structures sera qualifié comme suit :

-**L'eau libre** : elle remplit les vides cellulaires et est soumise aux forces capillaires et de gravité. Elle se déplace facilement dans le bois et disparaît en premier lors du séchage après abattage. [40]

- **L'eau liée** : elle imprègne les membranes cellulaires et se déplace plus lentement [40]

-**L'eau de constitution** : c'est un élément chimique du bois qui ne disparaît complètement qu'après destruction du matériau [40]

-**Vapeur d'eau** : elle est présente dans la cavité cellulaire et est en équilibre avec l'eau libre et l'eau liée. [40]

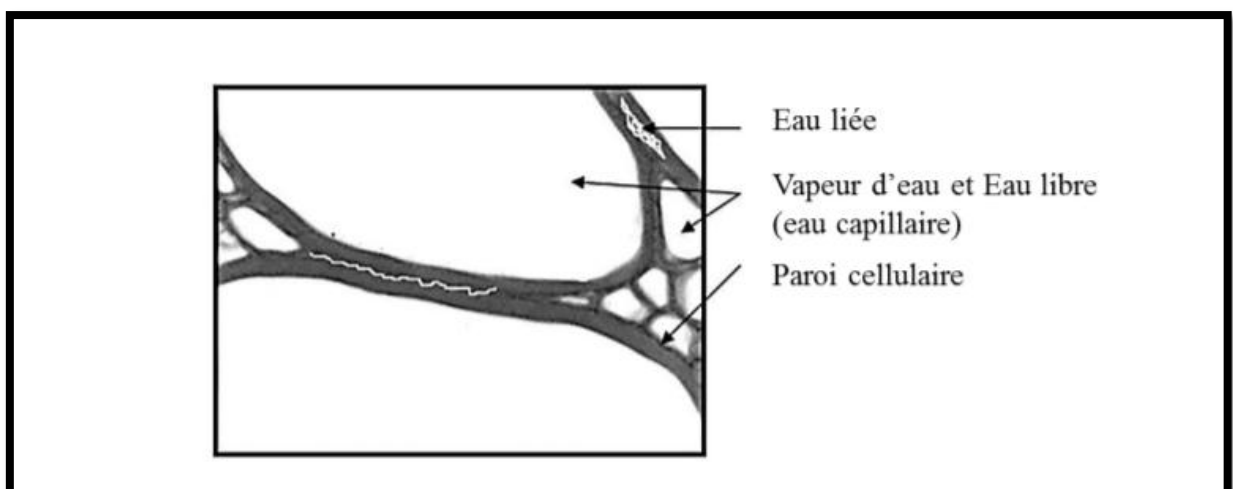


Figure 18 : Schéma de distribution de l'eau dans la structure de bois [41].

L'humidité dans le bois peut être distingué sous trois formes différentes : la forme liquide (forces capillaires et mouvement de filtration), adsorbée (diffusion dans les parois cellulaires) et gazeuse (diffusion de vapeur d'eau dans les vides par convection gazeuse), **(Figure 18)**. En effet, le gaz et le liquide sont transportés par convection à travers les vides dans le matériau via un gradient de pression dans chaque phase. Dans le phase liquide, la pression capillaire constitue la force motrice **[41]**.

Chapitre II
Matériels et
Méthodes

II.1.Généralité sur la vigne

La vigne est l'une des plus vieilles cultures qui a pris naissance il y a quatre mille ans environ; elle possède de grandes facultés d'adaptation aux conditions pédoclimatiques. Elle est cultivée dans les régions chaudes et également sous des climats relativement froids[42].

La vigne est une plante angiosperme dicotylédone de la famille des Vitacées. Cette plante à une tige ligneuse et ordinairement tortue, qui pousse des jets grimpants, longs et flexibles, appelés sarments, cep de vigne, feuilles de vigne, pampre de vigne, bourgeon de vigne [43].



Figure 19 : La vigne et ses raisins [43]

Plusieurs espèces de cette famille (vitacée) ont une grande importance économique produisant le raisin de table, des jus de fruits, le vin et le raisin sec ; comme c'est présenté sur la(**figure20**). Il existe aussi quelques espèces qui sont utilisées comme plantes ornementales[44].

Cette famille rassemble en majorité des plantes ligneuses ou herbacées, ainsi que des arbustes à tiges sarmenteuses. Parmi les Vitacées, le genre *Vitis* comprend deux sous-genres, *Muscadinia* ($2n = 40$ chromosomes) et *Eu vitis* ($2n = 38$ chromosomes) [45 - 46].À l'intérieur d'*Eu vitis* on distingue trois principaux groupes : le groupe Euro-méditerranéen représenté par

une seule espèce (*Vitis vinifera* L.), le groupe Asiatique par une dizaine d'espèces et le groupe Américain par une vingtaine d'espèces[47].

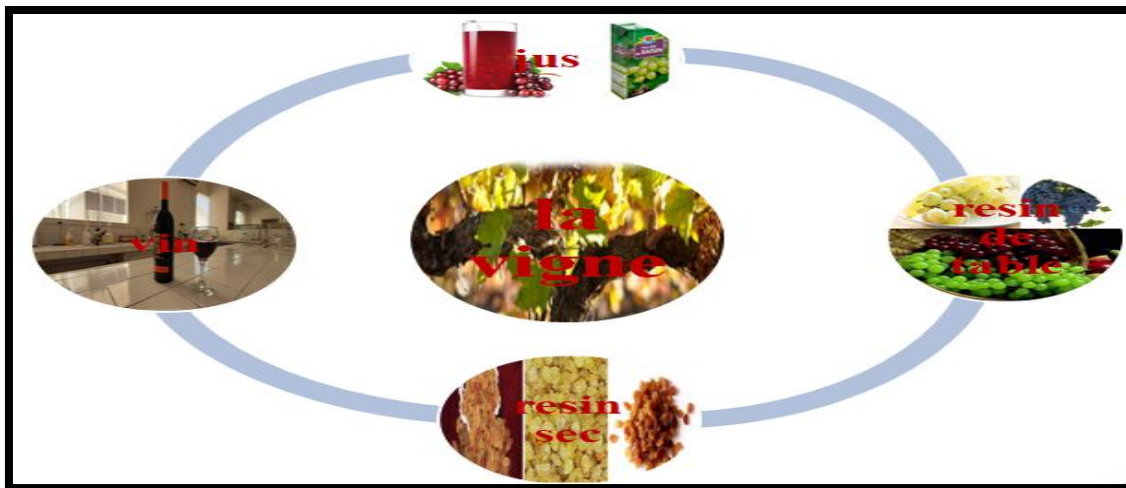


Figure 20 : Les produits de la vigne (originale,2020)

Cette plante peut s'adapter à tous types de sols du plus fertile aux sols pauvres et aux climats pluvieux ou semi-arides. Sa résistance à la sécheresse lui offre la possibilité de satisfaire ses besoins en eau de 350 à 400mm de pluies par an bien répartie, qui peut demeurer en place plusieurs dizaines d'années 40 à 60 ans moyenne dans les conditions normales de culture [48].

Le bois des ceps de vigne, d'un grain très fin, se conserve longtemps, et sert à fabriquer divers objets, notamment des cannes. Les sarments de vignes (**figure 21**) sont recherchés pour faire des grillades[49].



Figure 21: Les sarments de vigne (originale, 2020)

II.1.1. Classification de la vigne :

La vigne cultivée appartient à la classification suivante :

Tableau 01 : La systématique de la vigne [50].

Règne	Végétale
Embranchement	Spermaphytes
Sous-branchement	Angiosperme
Classe	Dicotylédone
Sous-classe	Archichlamydée
Ordre	Rhamnales
Famille	Vitacée
Genres	Vitis
Sections	Euvitia
Espèces	<i>Vitis vinifera</i>
Sous-espèces	- <i>Vitis viniferasylvestris</i> - <i>Vitis vinifera sativa</i>

II.2. Figuier

II.2.1. Introduction

L'arbre du figuier est nommé *Ficus carica*, c'est une des espèces qui signifie verrue pour *Ficus* (le lait pour soigner la verrue) et *carica* qui fait allusion à une région en Turquie. Cette espèce a été cultivée par les Phéniciens, les Syriens, les Egyptiens et les Grecs dans tout le bassin méditerranéen. C'est une plante indigène à ces milieux. Elle appartient au genre *Ficus* qui comprend 700 espèces, reconnaissables toutes par présence d'une figue. La seule espèce cultivée pour ses fruits comestibles est *Ficus carica*[51].

L'intérêt que l'homme porte au figuier entraîne sa dispersion dans plusieurs régions du monde. Ainsi que sa grande faculté d'adaptation et ses affinités avec les climats chauds. Cette espèce possède une étonnante capacité de régénération végétative et de production de fruit sans production des fleurs visibles[52].



Figure22 : Branche de Fiquier, après un élagage Tizi-Ouzou (originale, 2020)

II.2.2. Caractère morphologique

Le figuier constitue l'un des plus grands genres de plantes médicinales avec environ 700 espèces de plantes ligneuses, des arbres et des arbustes. Elles sont surtout présentes dans les régions subtropicales et tropicales à travers le monde [53].

Le figuier est un arbre généralement buissonnant (3-5m). Il peut atteindre, dans certains régions qui lui conviennent particulièrement, jusqu'à 10 et 12 m de hauteur. Il peut avoir un tronc allant jusqu'à 1m de circonférence et une frondaison couvrant 100 m². Dans les régions méridionales, cet arbre pouvant atteindre de 12 à 15 m d'hauteur, ou constituant tout au moins une forte cépée. En remontant vers des régions plus septentrionales, son port se réduit progressivement[54].

L'écorce du figuier est lisse et peu fissurée, de couleur gris pâle. Ses rameaux contiennent du latex. Son feuillage caduque comprend de grandes feuilles, larges de 25 cm,

épaisses, coriaces, à 3 à 5 lobes profonds, à bord lisse, veloutées en dessous et rugueuses sur le dessus. Il s'agit d'une espèce monoïque, avec des fleurs nombreuses insérées dans un réceptacle charnu. Ses fruits, de couleur vert jaunâtre (figes blanches) ou mauve foncé (figes violettes), poussent en juin-septembre en bout de rameaux[51].



Figure23 : Figuier de la cité 11 décembre –Tizi-Ouzou- (originale, 2020)

II.2.3. Écorce, bois, tiges et racines

La tige peut se référer aux branches et peut même se référer à la tige d'une feuille ou d'un fruit et la plupart du temps, cela peut souvent se référer à l'écorce du tronc. L'écorce de *F. carica* est riche en polyphénols, notamment en flavonoïdes et leurs glycosides, en triterpénoïdes, en furocoumarines, en stérols et en d'autres acides phénoliques complexes. Certaines techniques spécifiques ont été utilisées pour la mesure de la teneur en polyphénols dans l'écorce de la tige de *Ficus carica* en utilisant la chromatographie liquide à haute performance [55]. Dans une étude récente, ont mis en évidence l'activité antioxydante et antiproliférative des sarments de *Ficus carica* même si elle était bien inférieure à celle des feuilles [56].

II.2.4. Taxonomie

Le figuier est classé selon l'ordre suivant :

Tableau 02 : La systématique du figuier[57].

Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Urticales
Famille	Moracées
Tribu	Ficées
Genre	Ficus
Espèce	<i>Ficus carica L</i>

II.3. Caractérisation physico-chimique des sarments de vigne et de figuier

II.3.1. Caractérisation physique

Les sarments que l'on a utilisés ont été récoltés dans deux régions différentes et séchés dans des conditions ambiantes

Les sarments de Vigne ont été récoltés en 2020 dans la région de BOUMERDES. Le bois de Fiquier 2019 provient de DBK séché à l'air libre.



Figure 24 : Les sarments utilisés (originale, 2020)

II.3.1.1. La préparation physique du bois

Nous avons fait un découpage préliminaire des échantillons en petits morceaux qui est nécessaire pour faciliter le broyage du matériau. Pour la préparation de ces deux types de bois (bois de vigne et bois de figuier) ; on procède aux opérations suivantes :

- a) Découpage avec un couteau
- b) Trituration dans un mortier
- c) Broyage dans un moulin à café
- d) Tamisage avec un tamis à maille de 1 mm de diamètre

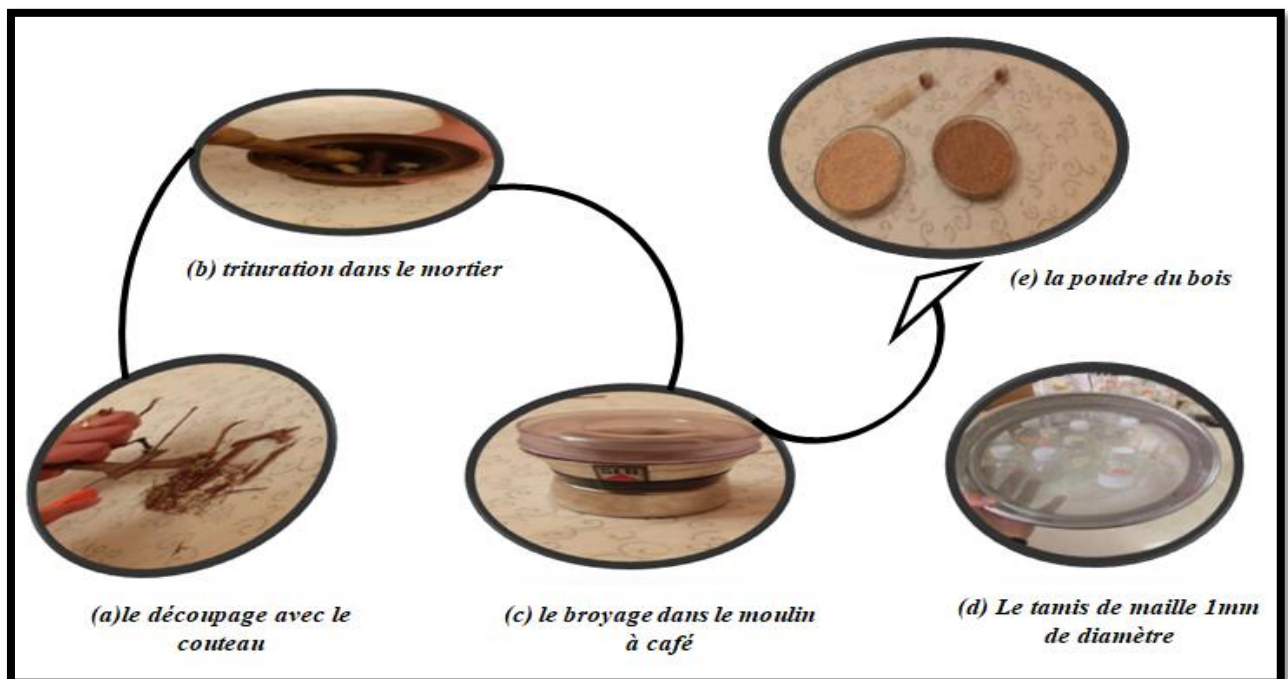


Figure 25 : Les étapes de préparation du bois (Originale, 2020)

II.3.1.2. Détermination du taux d'humidité

Le taux d'humidité est la quantité d'eau présentée à la fois sous forme libre et sous forme liée à des composés chimiques dans les cellules, tel que les hydrates de carbone et les protéines [58].

Principe : Le séchage a été réalisé dans une étuve avec ventilation d'air de type **Mammert** à 105°C pendant 24 h comme le montre la **figure [26 -(c)]**

Mode opératoire :

- Peser les creusets à vide et noter m_0 ;
- Prendre 2g de chaque échantillon de diamètre 1mm;
- Placer ces échantillons dans les creusets et les numéroter puis noter m_1 ;
- Mettre les creusets dans une étuve à 105°C durant 24 heures pour obtenir des échantillons à l'état anhydre;
- Sortir ces échantillons de l'étuve et les laisser refroidir dans un cristallisoir;
- Peser l'ensemble une seconde fois et noter m_2 ;
- Faire ensuite le calcul pour obtenir le taux d'humidité (TH)

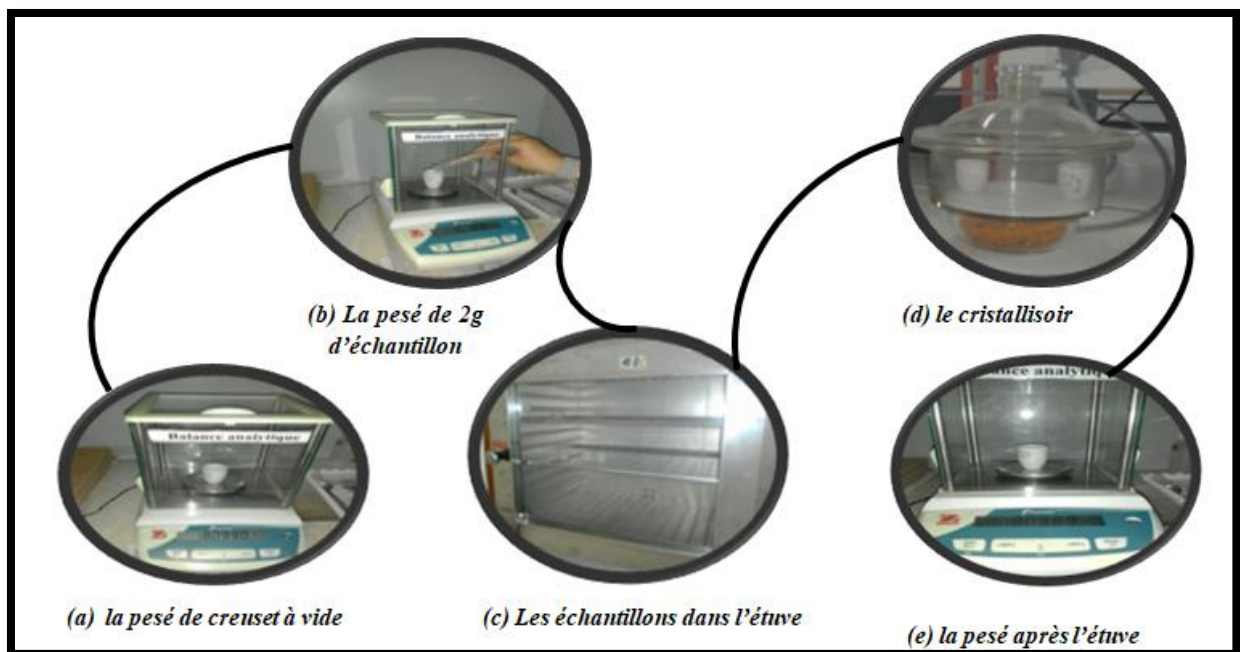


Figure27: Les étapes de mesure de taux d'humidité (originale, 2020)

Expression des résultats :

Le calcul du taux d'humidité est déterminé par la formule suivante :

$$\text{TH}\% = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_0} \times 100 \dots\dots (1)$$

m_0 : la tare du creuset (en g);

m_1 : la masse du creuset et la masse d'échantillon pris (2g) ;

m_2 : la masse du creuset et du résidu après chauffage jusqu'à poids constant.

II.3.2. Caractérisation chimique

II.3.2.1. Détermination du taux de cendre

Résidu incombustible (matières minérales) obtenu après une incinération de la fibre à une température de 550°C [59]

L'incinération se fait dans le four à moufle de marque **LINN HIGH THERM (Figure 29)**

Pour réaliser cette expérience on a suivi le mode opératoire ci-dessous

Mode opératoire

- Peser le plus précisément possible (à 0,0001 g près) le creuset à vide et noter la masse m_0 ;
- Placer 2 g de broyat (1 mm) dans le creuset et l'étaler en une couche uniforme;
- Peser le creuset + le broyat et noter la masse m_1 ;
- Placer les creusets dans le four à moufle à $T = 550^\circ\text{C}$ pendant 3h30min jusqu'à disparition des particules charbonneuses sans présence de points noirs (imbrûlés) ;
- Retirer les creusets du four pour les laisser refroidir pendant 10 min, puis les transférer dans un dessiccateur et laisser refroidir jusqu'à température ambiante;
- Peser et noter la masse m_2 , une fois les creusets refroidis.

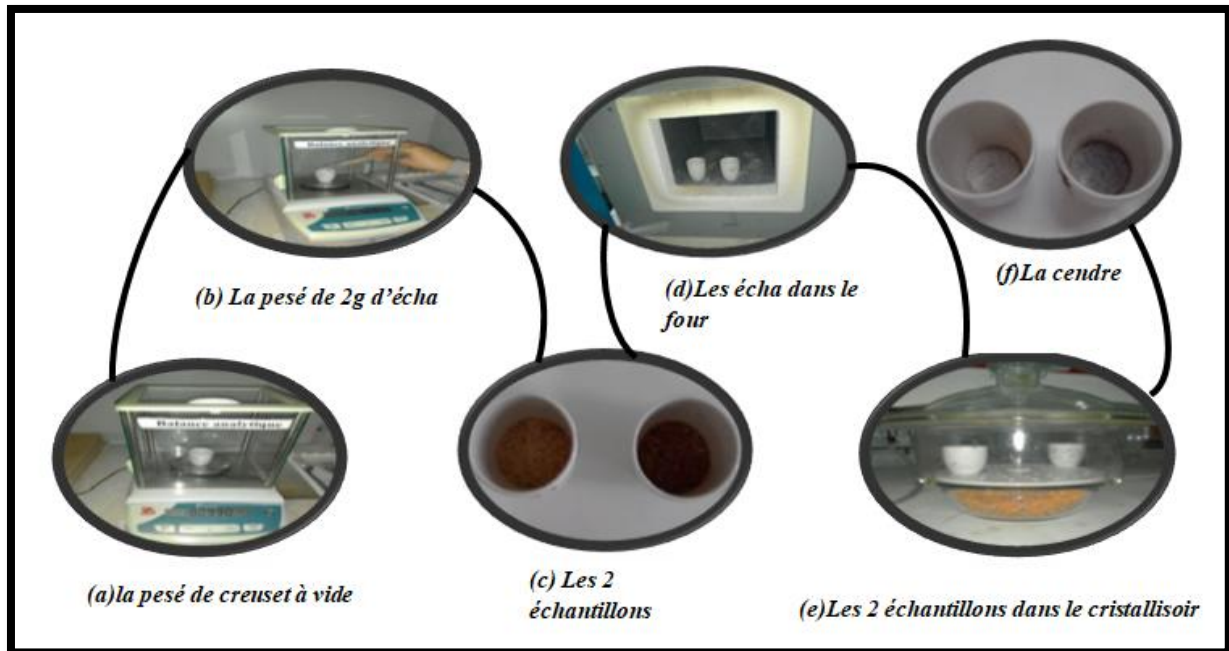


Figure 28: Les différentes étapes de mesure du taux de cendre (Originale, 2020)

Le four à moufle

Le four à moufle utilisé pour les traitements thermique, a une température allant jusqu'à 1100°C. Chauffé par un bruleur à flamme sans contact direct entre les gaz de combustion et les produits à traiter. [60]

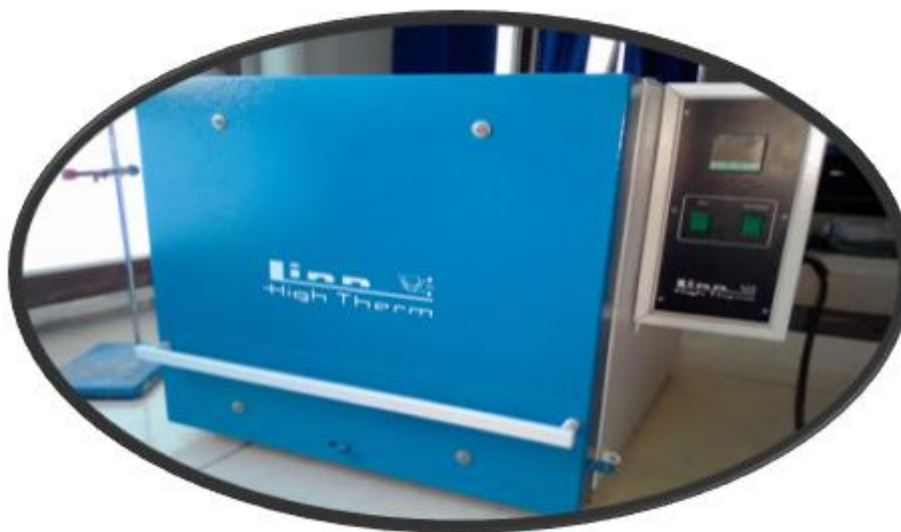


Figure 29 : Le four à moufle (Originale, 2020)

Expression des résultats

Le calcul du taux de cendre est déterminé par la formule suivante :

$$\text{TC}\% = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100 \dots\dots (2)$$

m_0 : masse du creuset vide (g);

m_1 : masse de l'ensemble creuset-échantillon sec (g);

m_2 : masse de l'ensemble creuset-échantillon calciné (g).

II.3.2.2. Quantification des composés phénoliques totaux

Le taux des composés phénoliques totaux (polyphénols) est déterminé suivant la méthode de dosage colorimétrique en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu, pour ce, nous procéderons à une extraction suivie d'un dosage et d'une lecture par UV-Visible.

Avant de commencer le dosage, la préparation des solutions à utiliser est de mise

- Solution de méthanol (extraction)



Figure30 : Matériel de la préparation de la solution de méthanol (originale, 2020)

Une solution aqueuse de solvant a été préparée à base d'un méthanol à 80% V/V et eau distillée.

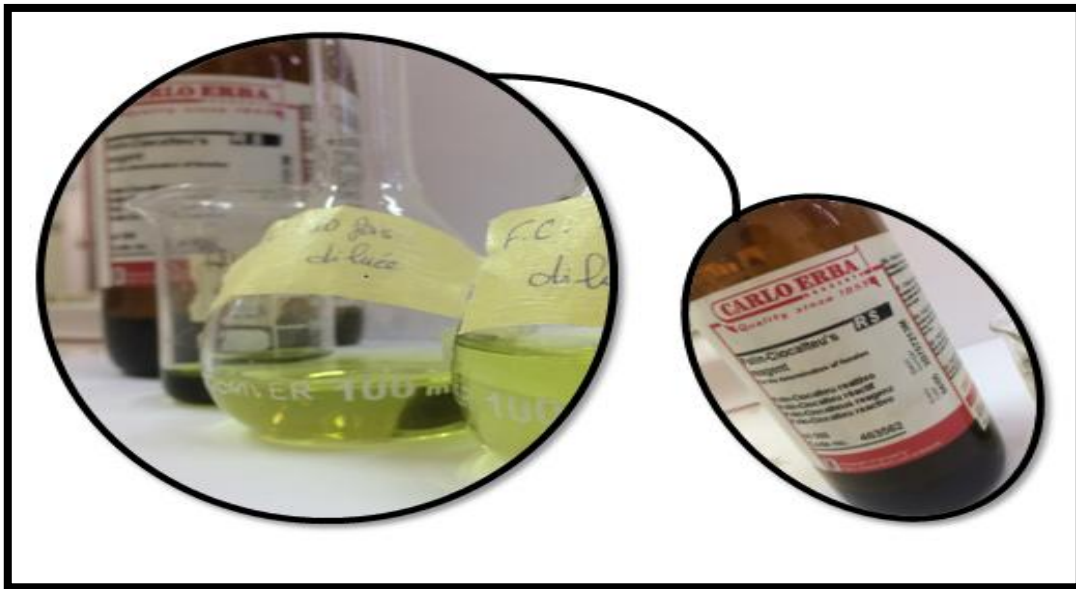
- Solution de Folin-Ciocalteu diluée (dosage)

Figure 31 : Réactif de Folin-Ciocalteu pur /10 fois dilué (originale, 2020)

Une quantité de 1mL de Folin-Ciocalteu de couleur jaune est pipetée et est diluée dix fois (1/10) par l'ajout d'eau distillée jusqu'au trait de jauge dans une fiole jaugée de 10mL et qui sera réservée à l'abri de la lumière.

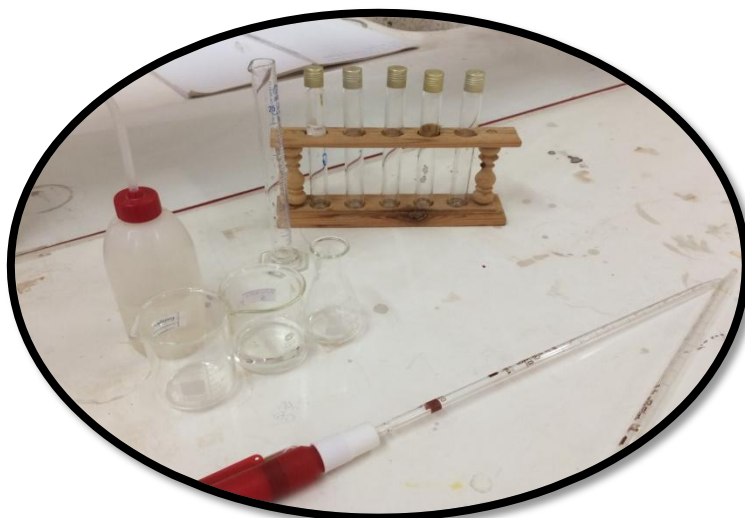
- Solution de Carbonate de Sodium (dosage)

Figure 32 : Matériel de la préparation de la solution de carbonate de sodium (originale, 2020)

Une masse de 7,4 g de Na_2CO_3 de couleur blanche est pesée à l'aide d'une balance analytique très sensible (OHAUS™ Pioneer™), qui sera dissoute avec de l'eau distillée dans une fiole jaugée de 100mL.

- Solution de l'acide Gallique (étalonnage)

Une masse de 0,5g d'acide Gallique de couleur blanche est pesée et versée dans une fiole jaugée de 1000mL à laquelle de l'eau distillée est rajoutée et ajustée jusqu'au trait de jauge.

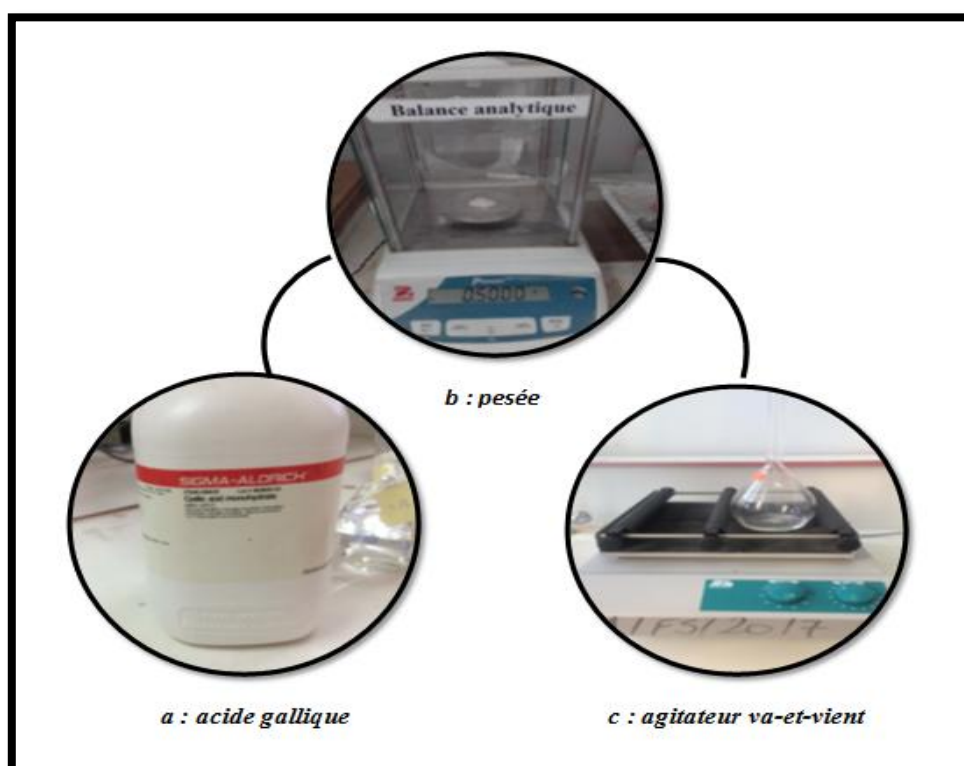


Figure 34 : Étapes de préparation de la solution étalon d'acide gallique (originale, 2020)

Pour la dissolution rapide de cet acide, la fiole sera placée sur un agitateur va-et-vient jusqu'à la solubilisation totale des particules dans l'eau.

II.3.2.2.1. Extraction des composés phénoliques totaux

Les polyphénols contenus dans les sciures de bois ont été extraits par macération on parlera ainsi, d'extraction liquide-solide en suivant le protocole dicté par **Nathalie Boizot, Jean-Paul Charpentier [61]** auquel des modifications ont été apportées afin de l'agencer aux échantillons donnés.

Expérimentation : Une masse de 0,05g de l'échantillon type (figuier ou vigne) de 1mm de diamètre est pesée puis versée dans le solvant (solution de méthanol) contenu dans un Erlenmeyer qui sera mis sous agitation magnétique pendant 120 min à température ambiante et qu'on filtrera par la suite sur papier filtre pour en récupérer le filtrat.

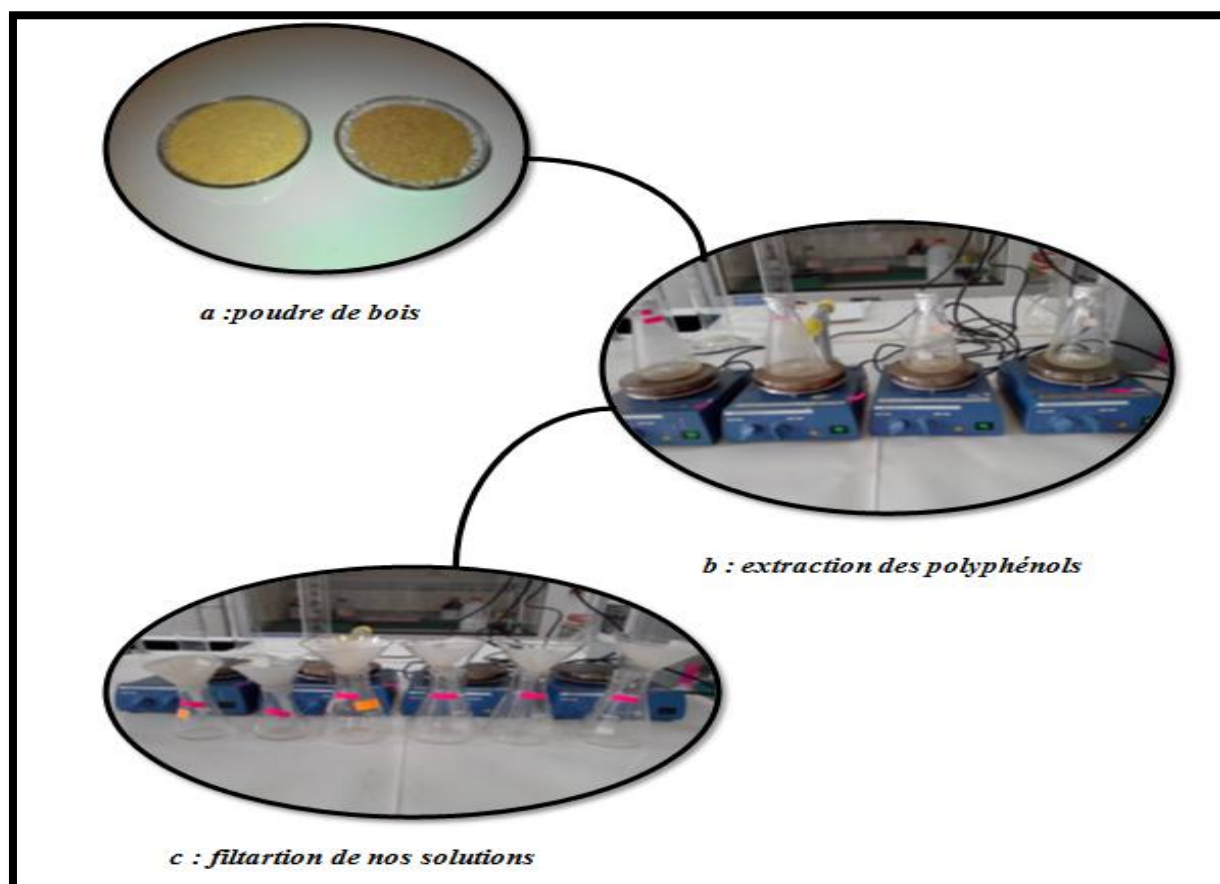


Figure 35 : Etapes de l'extraction des composés phénoliques totaux (originale2020)

II.3.2.2.2. Dosage des composés phénoliques totaux

La teneur en polyphénols des extraits est déterminée par le dosage de Folin-Ciocalteu. Le principe de cette méthode est basé sur une réaction d'oxydo-réduction d'une solution jaune de complexes polymériques ioniques formés à partir d'acides phosphotungstiques($H_3PW_{12}O_{40}$) et phosphomolybdiques($H_3PMo_{12}O_{40}$) en un complexe bleu de tungstène(W_8O_{23}) et de molybdène(Mo_8O_{23}) par les composés phénoliques. La coloration bleue du complexe tungstomolybdique produite, dont l'absorption est comprise

entre 725 et 760 nm est proportionnelle à la teneur en composés phénoliques présents dans les extraits. La réaction a lieu en milieu alcalin grâce à l'ajout de carbonate de sodium[10].

Le dosage des polyphénols totaux a été effectué selon le protocole instauré par [62] en y apportant des changements nécessaires afin de l'adapter aux échantillons.

Expérimentation :

Pour le figuier : Une quantité de 0,5 mL de filtra est pipetée puis mise dans un tube à essai, selon [62], 1mL de Folin-Ciocalteu (une fois pur et une fois 10 fois dilué) sera ajouté à cette solution de phénol à doser, 3 min plus tard, 2mL de solution de carbonate de sodium (20% dans l'eau) sont rajoutés aussi avec une agitation de quelques secondes. Une mise en place au bain marie pendant 10 min pour une température de 55°C est nécessaire pour accélérer la réaction d'oxydoréduction.

Après refroidissement, la lecture des l'absorbances des échantillons est faite à 760nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV de la marque **UVmini-1240 SHIMADZU**. La courbe d'étalonnage faite avec l'acide gallique permet la détermination de la concentration en composés phénoliques

Pour la vigne : Le même protocole que celui du figuier sera respecté, sauf que la solution de phénol à doser sera diluée 20fois et l'incubation sera de 40 min.

Remarque : le blanc utilisé pour l'étalonnage du spectrophotomètre UV est le solvant d'extraction ayant suivi le même mode opératoire que celui des échantillons à une seule différence prés.

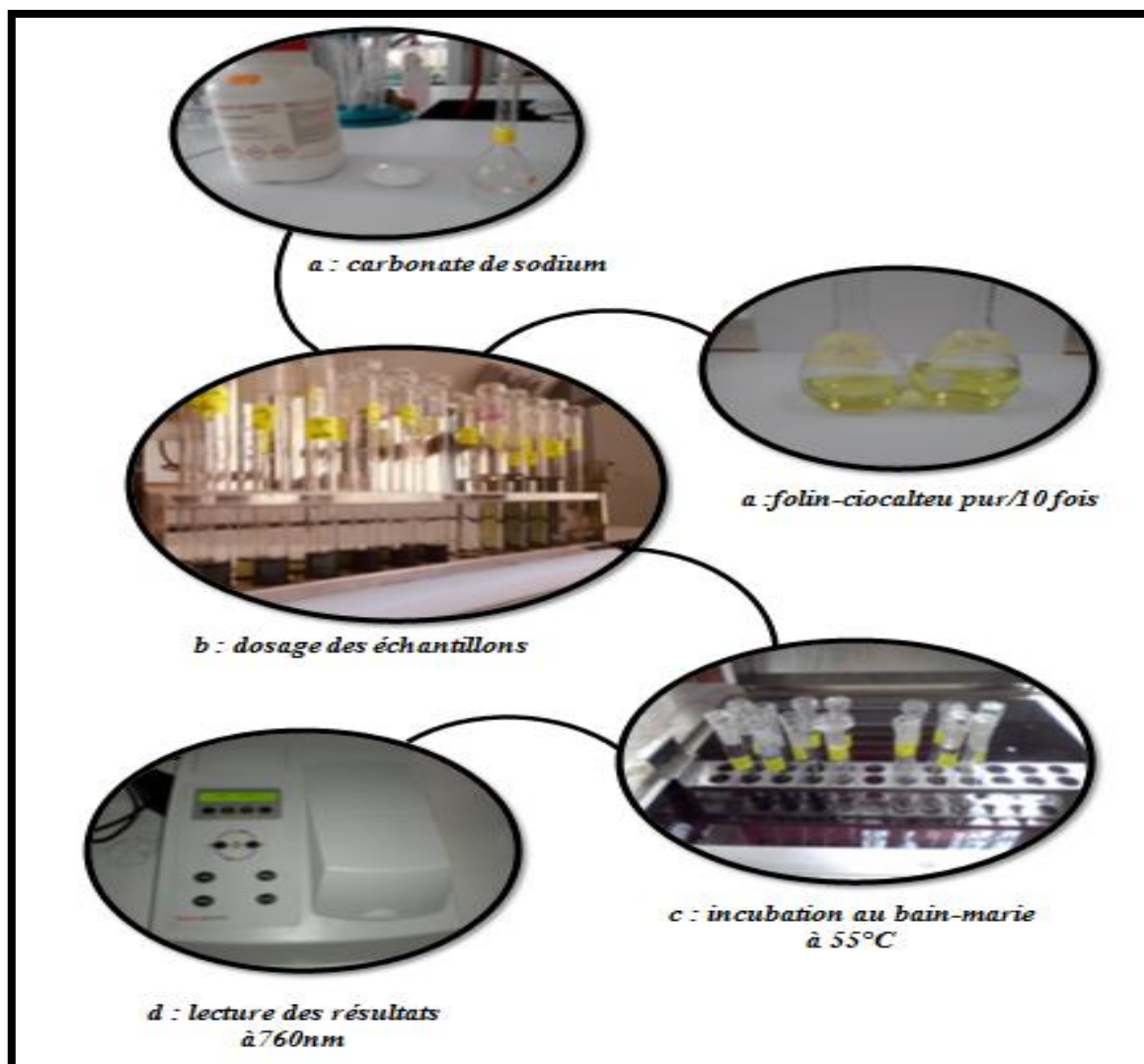


Figure36 : Etapes de dosage des composés phénoliques totaux (originale, 2020)

La teneur en polyphénols dans les extraits a été déterminée grâce à la loi de Beer-Lambert reliant l'absorbance à la concentration (Beer, 1852; Lambert, J.H., 1760). Les résultats sont exprimés en grammes d'équivalent acide gallique pour 100 grammes de matière sèche de produit initial (g EAG / 100 g MS)[10] :

$$\% \text{polyphénols totaux} = \frac{C \times V}{m \times 1000} \times 100 \dots (3)$$

Avec

V : le volume total du solvant d'extraction (L)

m : la masse de la matière sèche du produit initial (g)

C : la concentration en polyphénols (g EAG / L) dans le mélange réactionnel

$$C = A/K \dots \dots (4)$$

Avec

K : la pente de la droite d'étalonnage

A : l'absorbance à 760 nm

- Etablissement de la courbe d'étalonnage des polyphénols totaux

Une masse de 0,5g d'acide gallique est pesé et dissoute dans un litre d'eau distillée, à partir de cette solution mère des solutions filles de concentrations 0,06-0,12-0,20-0,28 seront préparées, puis un volume de 0,5mL de chacune d'elles sera prélevé et soumis au même protocole de dosage et de lecture que celui des échantillons plus haut.

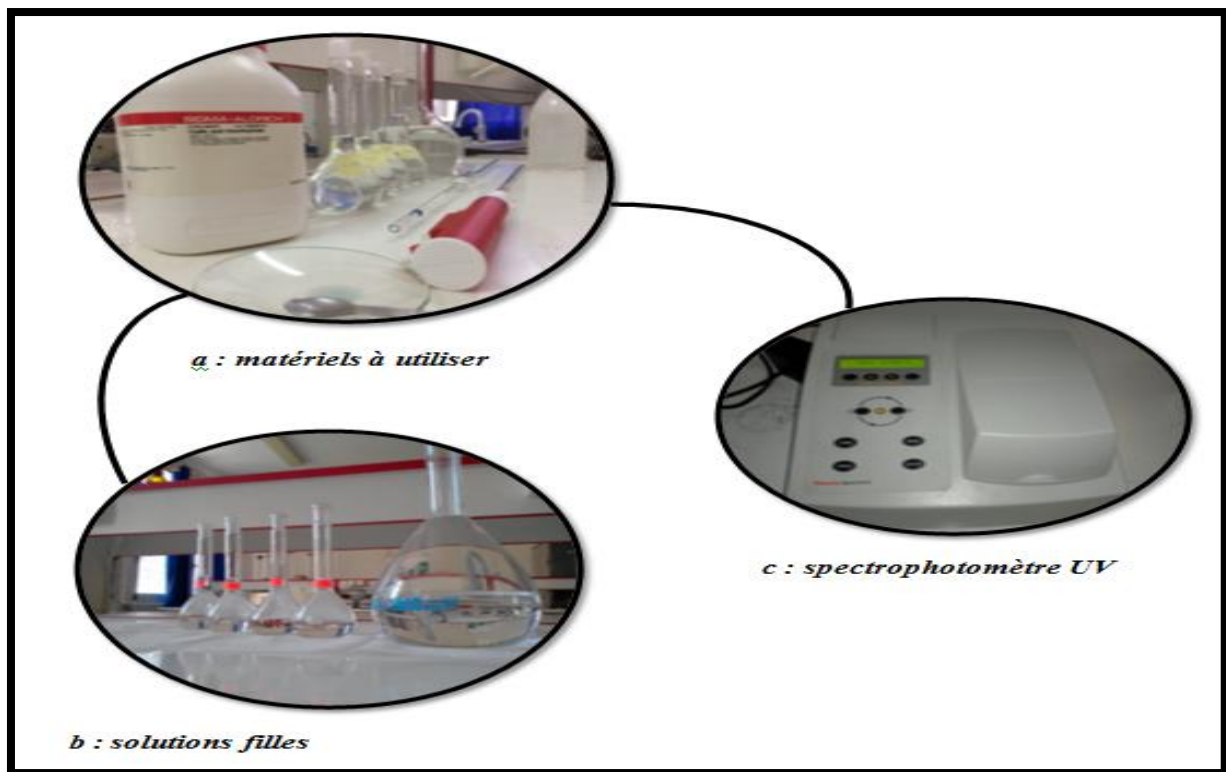


Figure 37 : Etapes d'établissement de la courbe d'étalonnage (originale2020)

Remarque : le blanc utilisé pour la lecture des étalons est de l'eau distillée à laquelle on a ajouté du Folin-Ciocalteu (une fois pur et une fois 10 fois dilué) et du carbonate de sodium.

- La spectrophotométrie UV-visible

est une technique analytique fondée sur l'étude du changement de l'intensité de la lumière traversant une solution colorée, dans un domaine d'application comprise entre 200 et 800 nm, en effet pour pouvoir déterminer les concentrations des substances absorbantes



Figure 38: Le spectrophotomètre UV

en effet pour pouvoir déterminer les concentrations des substances absorbantes.

II.3.2.3. Dosage de la cellulose

La teneur en cellulose brute d'un aliment est le résidu insoluble après traitement par un acide suivi d'une base suivant la méthode de WEENDE.

Le dosage de cellulose a été réalisé au sein du laboratoire d'analyses (SABRRINEL) sis à Bordj El Bahri.

Mode opératoire

-Une masse 0,5 g (Pe) de l'échantillon est pesée et mise dans l'erenmeyer à col rodé de 250 mL

-50 mL de H₂SO₄ est ajouté à celui-ci et le tout sera mis à chauffer pour 30min.

-Dans des tubes de centrifugation la solution est mise à centrifuger pendant 30 min ; le surnageant sera jeté et l'erenmeyer rincé à l'eau distillée,

-Quelques gouttes d'indicateur coloré sont rajoutées, il faut neutraliser avec NaOH ;

- De nouveau, une centrifugation pendant 30 min en veillant à jeter le surnageant et à récupérer le culot avec 50 mL de NaOH et un chauffage pendant 30 min.
- Le surnageant est jeté et l'erenmeyer est rincé à l'eau distillée ;
- Mettre quelques gouttes d'indicateur coloré dans le tube à essai et neutralisation avec l'acide.
- Une recentrifugation pendant 30 min et récupération du culot dans des creusets en porcelaine, mettre à sécher pendant 24 heures à 50°C puis peser P1.
- mise au four à 550°C pendant 3 heures et une pesée P2.

*Centrifugeuse**Montage d'extraction de lacellulose**Figure i: Technique du dosage de cellulose*

L'expression des résultats du taux de cellulose se fait suivant la formule ci-dessous

$$C = \frac{P_2 - P_1}{P_e} \times 100 \dots (5)$$

P₁: Poids du culot après le séchage;

P₂: Poids du culot sec;

P_e: Poids de l'échantillon

II.3.2.4. Dosage de la lignine

Pour le dosage de la lignine la méthode de Klason sera utilisée selon la norme TAPPI.

Mode opératoire

- Mise à l'étuve d'un creuset filtrant qui sera pesé une fois refroidi.
- Pesé de 0,1g d'un échantillon de résidus de bois et l'introduire dans un tube Falcon.
- Ajouter 1,5 mL d'une solution de à 72% de H₂SO₄, mélanger et laisser agir 2 h à 20°C.
- Dilution du mélange par l'ajout de 56,2 mL d'eau afin d'obtenir une solution à 3% massique d'acide sulfurique et aussi de précipiter les composés insolubles dans l'acide (polyphénol).
- Couvrir les tubes d'aluminium et les placer dans un autoclave réglé à 120°C et 1,5 mbar pendant une heure.
- Après que les tubes soient refroidis, le mélange est filtré sous vide dans les creusets de masse connue dont un filtre aura été placé au préalable.
- La fraction liquide renseigne sur le taux de polysaccharides (cellulose, hémicellulose et pectine) présents dans les résidus, l'analyse de ces sucres hydrolysés sous forme de monomères se fait pas chromatographie ionique.
- les creusets contenant la fraction solide sont placés dans une étuve à 105°C toute la nuit jusqu'à l'obtention d'une masse constante.

- après refroidissement dans un dessiccateur, les creusets sont pesés et le taux de lignine de Klason est exprimé en pourcentage de la matière sèche.

$$\% \text{lignine} = \frac{\text{Masse du résidu}}{\text{Masse de la prise d'essai}} \times 100 \dots (6)$$

Avec : Masse du résidu = Masse creuset avec résidu - Masse creuset anhydre

II.3.2.5. Analyse par Spectrométrie Infra Rouge à Transformée Fourier (SIRTF)

La spectroscopie infrarouge est très répandue dans la recherche académique et dans l'industrie en tant que technique simple et sûre, de contrôle de qualité et de mesure dynamique. Elle est, par exemple, utilisée en : (Médecine légale ; Industrie de la micro-électronique ; Environnement ; Pharmacie ; Géologie ; Agroalimentaire...) [63].

La spectroscopie infrarouge permet l'identification des molécules organiques et inorganiques à partir de leurs propriétés vibrationnelles. En effet, la molécule exposée aux radiations peut absorber certaines d'entre elles à des longueurs d'ondes qui correspondent aux fréquences de vibration des groupements chimiques présents dans l'échantillon. La mesure de l'intensité de lumière absorbée à chaque longueur d'onde λ conduit à un spectre caractéristique du produit étudié. Le spectrophotomètre utilisé est de marque IRAFFINITY-1S **figure(38)[64]**.

Cette méthode peut être utilisée pour des analyses qualitatives et quantitatives et peut donner des informations sur les propriétés physiques ou chimiques des produits analysés [65].

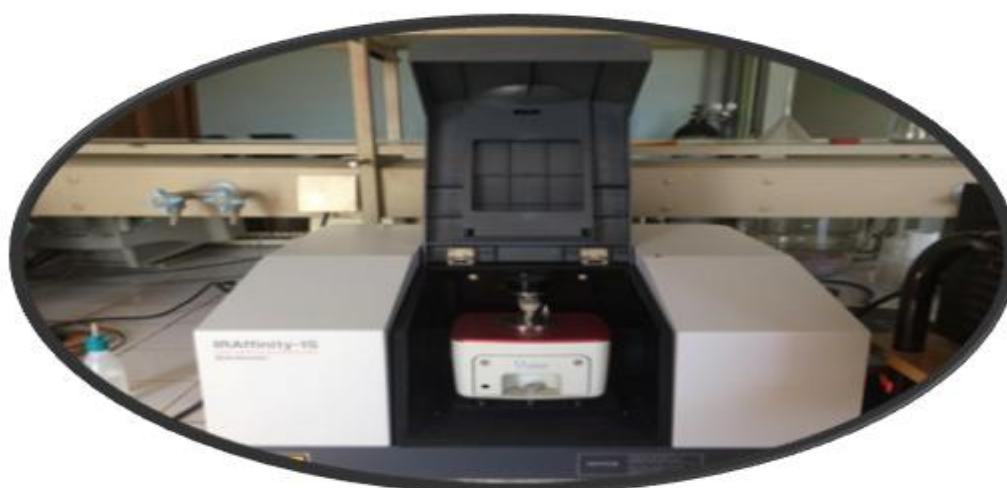


Figure 39 : Spectromètre Infrarouge (Originale,2020)

Dans notre étude on a utilisé la spectroscopie infra rouge en mode **ATR**

Mode opératoire

L'analyse est effectuée sur des échantillons de bois qui sont broyés très finement, puis séchés dans une étuve pendant 24h. On a déposé l'échantillon directement sur le cristal de réflexion de l'accessoire ATR, car lors d'une analyse par spectroscopie IR à Transformée de Fourier en mode ATR l'échantillon est directement mis en contact avec un élément de détection (un cristal de diamant).

Le faisceau infrarouge se réfléchit sur la surface interne du cristal et crée une onde évanescente. Une partie de l'énergie de cette onde est alors absorbée, le rayonnement réfléchi

étant renvoyé vers le détecteur (Griffiths et Haseth, 2007) [66]. Les spectres sont enregistrés entre 4000 et 600 cm^{-1} au moins avec une accumulation de 32 spectres et une résolution de 2 cm^{-1} [67].

II.3.3. Caractérisation anatomique

Microscopie Electronique à Balayage (M.E.B.)

La microscopie électronique à balayage (MEB) est une technique traditionnellement utilisée dans l'analyse des surfaces. Elle permet d'analyser la morphologie de la surface et la composition chimique de la plupart des matériaux solides. Cette technique a la particularité d'offrir une très grande profondeur de champ (plusieurs centaines de microns) et donne des vues qualitatives des surfaces d'une grande utilité.

La morphologie des sarments de vigne utilisée a été observée par un microscope électronique à balayage (MEB) d'un type environnemental ESEM Quanta 200 FEI (Figure 39). Une tension d'accélération de 10 kV a été utilisée afin d'éviter la dégradation de l'échantillon qui pourrait résulter si la vitesse d'impact des électrons incidents sur l'objet était trop grande. Les échantillons secs et non conducteurs ont été préalablement recouverts d'une fine couche (6 nm) composée d'un mélange or/palladium avant l'analyse [68].

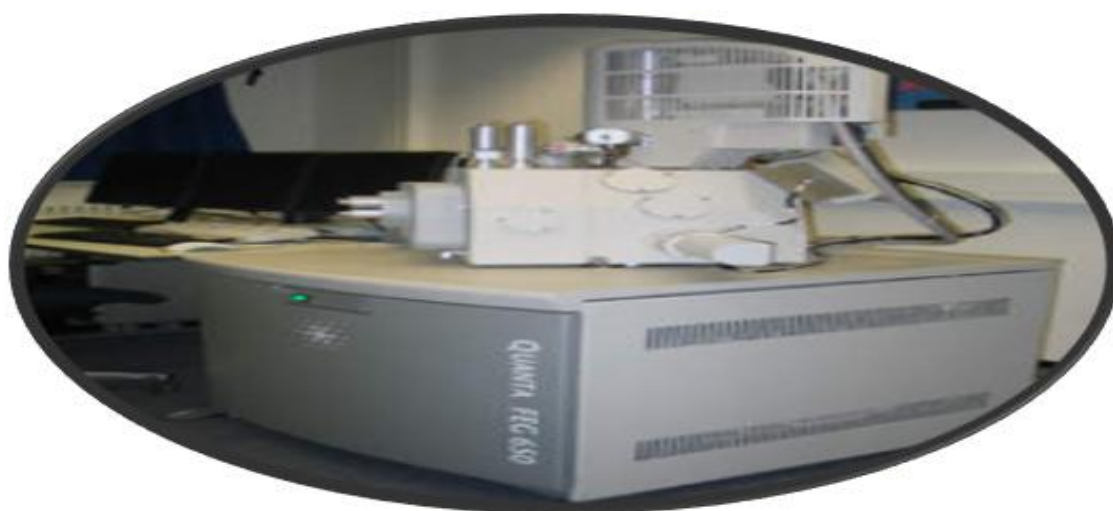


Figure 40 : Microscopie électronique à balayage (MEB) d'un microscope ESEM Quanta 200 FEI

L'échantillon va participer activement au processus de formation de l'image. Sa nature chimique et son numéro atomique déterminent le résultat de l'interaction avec le faisceau incident.

Les échantillons doivent respecter :

- La compatibilité avec le vide;
- La conductibilité électrique;
- La tenue au faisceau d'électrons[69].

Chapitre III
Résultats et
Discussion

Introduction

Ce chapitre regroupe l'ensemble des résultats obtenus dans ce travail concernant les calculs des taux d'humidités, le taux de cendre, la teneur en polyphénol, la teneur en cellulose et la teneur en lignine ainsi que les résultats des tests IR et les analyses morphologiques.

III.1.Caractérisations physico-chimiques des sarments de vigne et de figuier

III.1.1.Caractérisations physiques

III.1.1.1. Granulométrie du bois

L'analyse granulométrique consiste à étudier la répartition de différents grains des échantillons en fonction de leurs caractéristiques (poids, taille...etc.). Dans notre étude nous avons utilisé la méthode de tamisage à sec, après que les sarments de vignes et de figuier avaient été broyés en les faisant passés dans un tamis à mailles de 1mm de diamètre.

Le **tableau 3** représente la répartition des échantillons dans notre manipulation.

Tableau 3 : les refus des échantillons

Echantillons	Figuier	Vigne
Masse initiale de poudre (g)	150	220
Masse de poudre après le tamisage (g) à (D=1 mm)	106.67	196.06
Refus (g)	43.02	23.46
Pertes (g)	0.31	0.48
Masse de poudre utilisée (g)	16.65	16.65

Les résultats du tableau nous montrent la distribution en taille des particules sur les échantillons solides après broyage donc on constate que les particules de la poudre ont des tailles différentes.

III.1.1.2. Détermination du taux d'humidité

D'après les analyses effectuées sur les deux échantillons de bois pour déterminer le taux d'humidité, les résultats obtenus sont représentés dans la (**figure 41**):

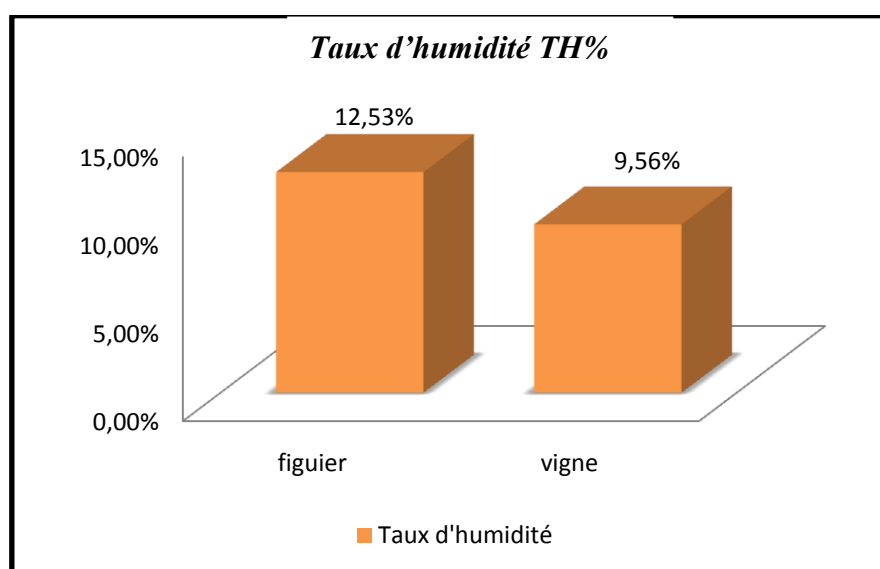


Figure 41 : Histogramme de taux d'humidité

Le test d'humidité est réalisé dans le but d'estimer la teneur en eau dans le bois étudié, ceci diffère d'un bois à un autre ou d'une région à une autre et aussi dépend de plusieurs facteurs comme la nature du bois et le caractère hydrophile...etc.

Selon la (**figure 41**), on peut constater que le bois de figuier est riche en eau avec un taux d'environ de **12.53%**, comparé à celui du bois de vigne **9.56%**.

Cela signifie que, le bois de figuier est constitué d'eau ou bien accumule des substances liquides dans les parois cellulaires par rapport au bois de vigne. Autrement dit, peut être que ce type de bois absorbe et stocke de l'eau ou de l'humidité externe dans les cellules parenchymateuses.

III.1.2. Caractérisations chimiques

III.1.2.1. Détermination du taux de cendre

D'après les analyses effectuées sur les deux échantillons de bois pour déterminer le taux de cendre, les résultats sont représentés dans la (**figure 42**).

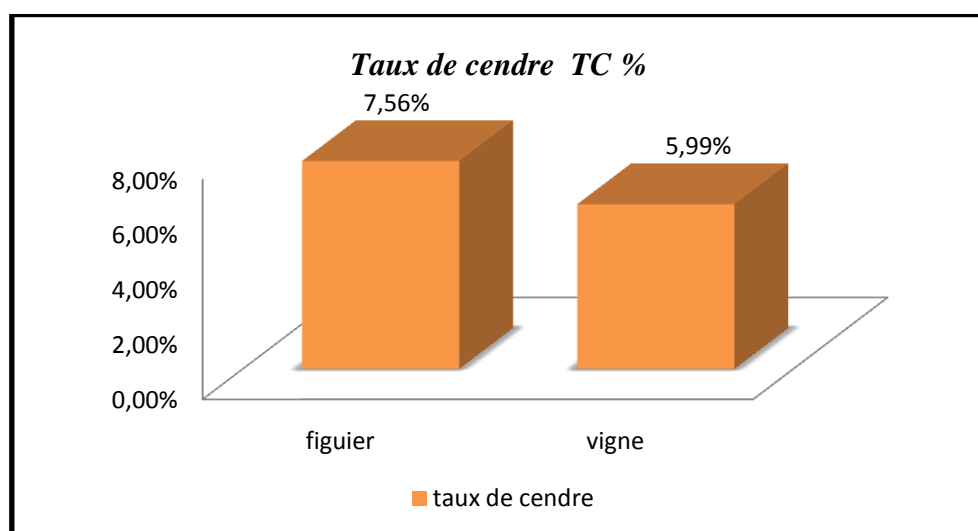


Figure 42: Histogramme de taux de cendre

Le taux de cendre est le moyen officiel pour caractériser la pureté des farines[1].

Selon **GODON et LOISEL (1984)**, la détermination des cendres offre la possibilité de connaître la teneur en matière minérale, qui est constituée principalement de soufre, phosphore, chlore, silicium, potassium, calcium, magnésium, fer, sodium et exceptionnellement peut contenir de l'aluminium, zinc et bore [2].

Les résultats des analyses, prouvent que nos échantillons sont minéralisés à une teneur en cendre un peu élevée pour le bois de figuier (**7.56%**), contrairement au bois de vigne qui présente une teneur de (**5.59%**).

Cette différence observée peut être attribuée à plusieurs facteurs tels que la nature du sol et l'environnement géographique.

III.1.2.2. Détermination des taux de phénols totaux dans les sarments de vigne et de figuier

Les figures ci-dessous, nous donnent les résultats de taux de polyphénols totaux contenus dans les échantillons de vigne et figuier en faisant varier le facteur de dilution pour celui de la vigne et en utilisant une fois du folin-ciocalteu pur et l'autre fois du folincioalteu dix fois dilué.

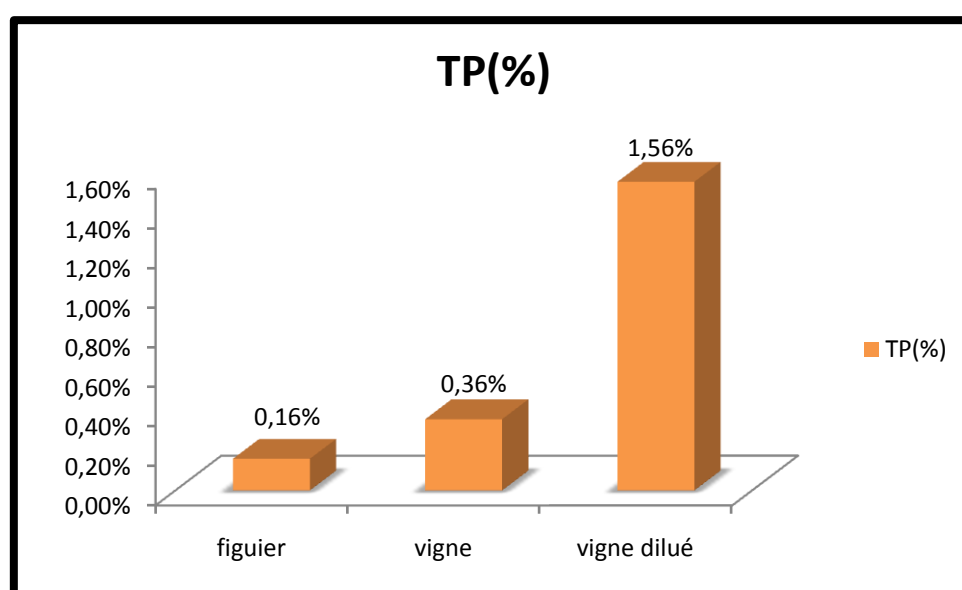


Figure43 : Histogramme de taux de phénol totaux avec folin-ciocalteu pur

Cas du folin-ciocalteu pur

Le taux de polyphénols contenu dans la vigne est remarquablement plus élevé que celui contenu dans le figuier.

Le taux de polyphénols contenu dans l'échantillon de vigne vingt fois dilué est beaucoup plus important que celui de l'échantillon de vigne pur

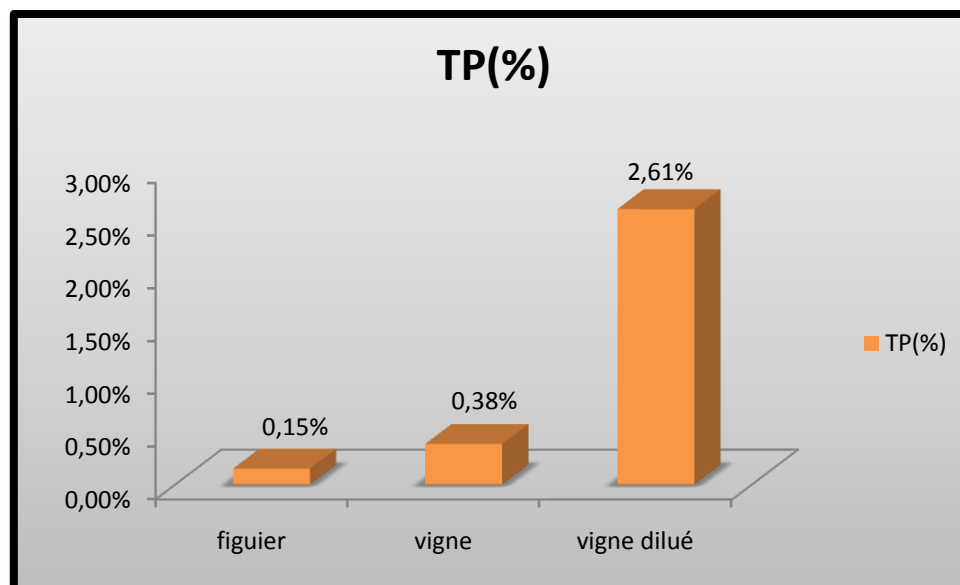


Figure44 : Histogramme de taux de phénol totaux avec folin-ciocalteu dilué dix fois

Cas du folin-ciocalteu dix fois dilué

Le taux de polyphénols contenu dans la vigne est remarquablement plus élevé que celui contenu dans le figuier encore une fois.

Le taux de polyphénols contenu dans l'échantillon de vigne vingt fois dilué est beaucoup plus important que celui de l'échantillon de vigne pur

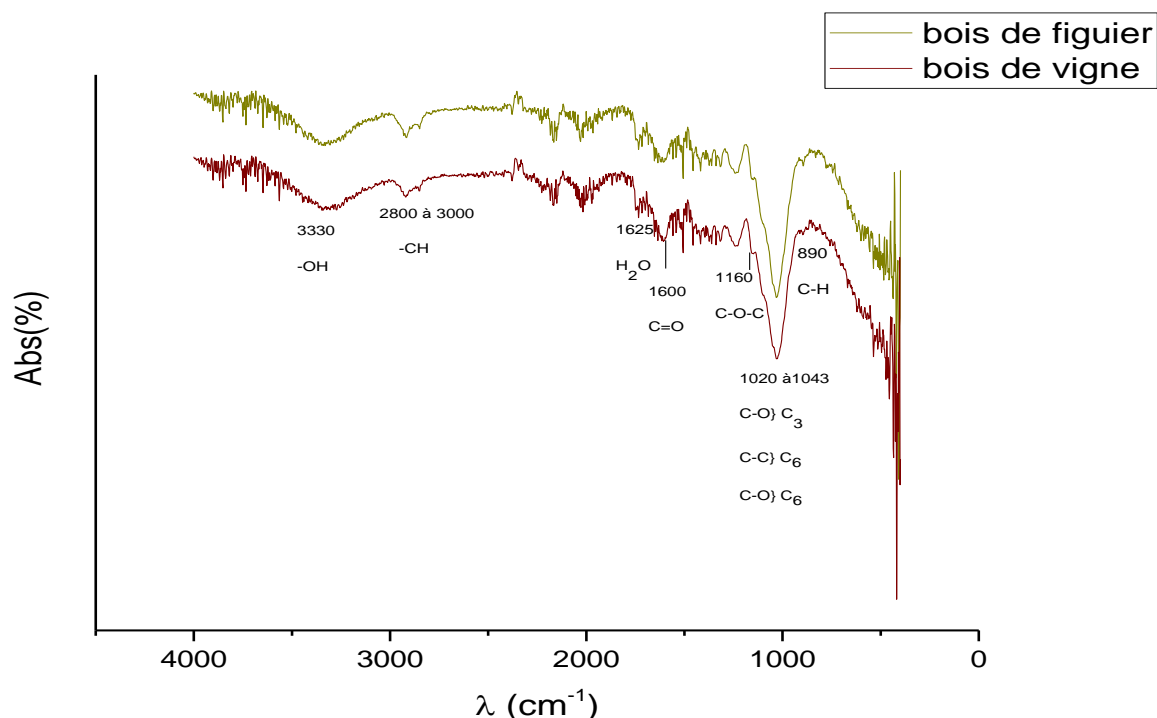
Cette variation de taux de polyphénols peut être expliquée par l'influence de facteurs tels que le climat, l'altitude, le type de sols, le stress hydrique et le type de bois.

L'évaluation du contenu en composés phénoliques dans divers organes et tissus d'un arbre peut-être un indicateur très pertinent de changement d'états dus aux différentes conditions environnementales ou une réponse à des conditions de traitement particulier. Le contenu en composés phénoliques est aussi sous très forte influence génétique.

III.1.2.3. Analyse des échantillons par Spectroscopie Infrarouge à Transformé de Fourier

L'analyse Infrarouge d'un échantillon d'origine biologique a révélé la présence de certains groupements fonctionnels caractéristiques [3].

L'empreinte Infrarouge des échantillons des sarments de vigne et de figuier est représentée par la (figure 45).



Interprétation des spectres

Les deux spectres sont presque identiques

Les résultats obtenus révèlent la présence d'une large bande d'élongation à 3330 cm^{-1} due aux groupements hydroxyle (-OH) caractéristique des hémicelluloses, de la lignine est présent dans les structures phénoliques de la cellulose entre $3000\text{ et }3600\text{ cm}^{-1}$.

De faibles bandes de vibrations asymétriques des liaisons C-H du groupe CH₂ sont observées entre **2800 et 3000** cm⁻¹ dues aux groupes méthoxyl aromatiques de la lignine[4].

Une bande observée vers 1625 cm⁻¹, montre que la cellulose étudiée contient de l'eau adsorbée [5].

Une bande constatée à 1600 cm⁻¹ associée aux vibrations d'élongation des groupements carbonyles C=O présent dans les hémicelluloses et les lignines.

Les absorbants observés aux alentours des 1162 cm⁻¹ et 896 cm⁻¹ proviennent de l'élongation -C-O-C des liaisons glycosidiques β-(1-4).

On constate notamment la présence des pics caractéristiques à 1043 à 1020 cm⁻¹ attribués aux vibrations des élongations C-O à la position C3, des élongations C-C et C-O à la position C6 de la cellulose [6].

Enfin, les vibrations de déformation du plan C-H aromatique sont détectées pour toutes les longueurs d'ondes inférieures à 890 cm⁻¹.

Tableau 4 : les différentes bandes enregistrées pour les deux échantillons par SIR

Nombre d'ondes (cm ⁻¹)	Types de vibrations
3000 à 3600	Groupement hydroxyle (-OH)
2800 à 3000	Elongations C-H et CH ₂ -
1620 à 1628	H ₂ O absorber
1590 à 1605	C=O fonction carboxyle
1162 et 896	-C-O-C élongation anti symétrique
1043 à 1020	C-O et C-C élongation glycosidique
890	Déformation C-H

III.1.2.4. Analyse morphologique par microscopie électronique à balayage (MEB)

La microscopie électronique à balayage (MEB) sert à observer clairement la morphologie des matériaux végétaux pour mieux comprendre leurs structures.

Cette technique nous permet de visualisée la fibrillation des fibres ainsi que leurs états de surface (la fibrillation permet d'identifier la couche de la paroi présente à la surface de la fibre), il est donc possible de caractériser les effets d'un traitement mécanique ou chimique sur la structure.[7]

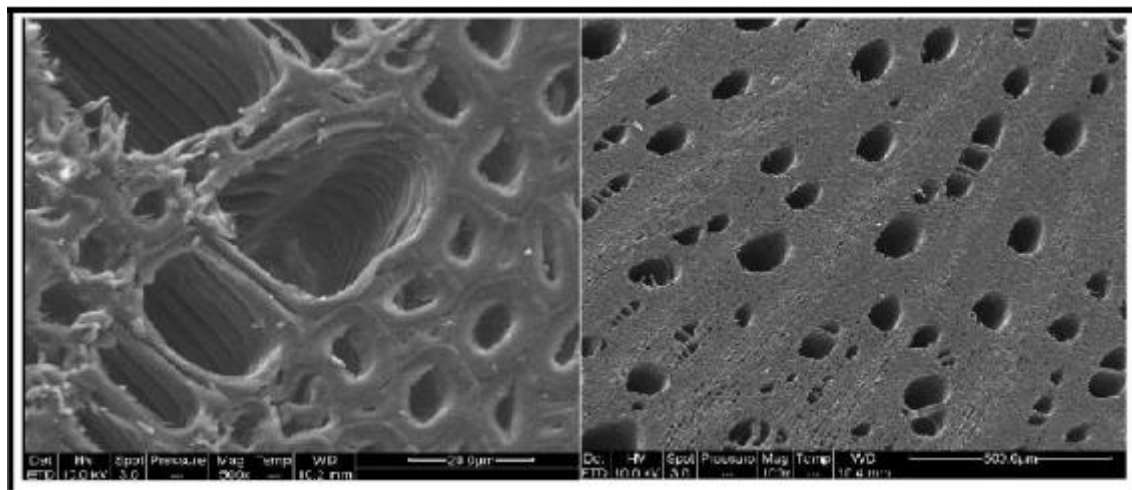


Figure 46 : Images obtenues par MEB d'une tige de vigne avec différents grossissements.

[39]

Des différents types de cellules spéciaux (les vaisseaux pour le transport de la sève et des fibres assurent la résistance mécanique) sont présents dans cette famille (bois feuillus).

Cette analyse nous a permis de constater que la structure des sarments de vigne est assez poreuse (**Figure 46**). Cette caractéristique facilite l'accessibilité des réactifs à l'intérieur du matériau. Ceci est une justification du taux important des extractibles caractérisant les tiges de vignes en les comparant à d'autres matériaux.

Remarque : l'échantillon de bois de figuier n'a pas été étudié car il n'y a pas la disponibilité du MEB.

III.1.2.5. Détermination du taux de cellulose

Le tableau suivant résume les résultats du taux de cellulose de nos échantillons obtenus au sein Du laboratoire d'analyses, SABRINNEL.

Tableau 5: résultats du dosage de la cellulose.

Paramètre analytique	Figuier	Vigne
Cellulose (%)	40,23	39,62

D'après le tableau 5, nous remarquons que le taux de cellulose du figuier est supérieur à celui de la vigne.

III.1.2.6 Détermination du taux de lignine

Le tableau suivant résume les résultats du taux de lignine de nos deux échantillons obtenus au sein du laboratoire d'analyse, SABRINNEL.

Tableau 6 : résultats du dosage de la lignine

Paramètre analytique	Figuier	Vigne
Lignine (%)	14,23	22,01

D'après le tableau 6, nous remarquons que le taux de lignine de la vigne est supérieur à celui du figuier.

La lignine apporte de la rigidité à la paroi cellulaire du bois, une imperméabilité à l'eau ainsi qu'une grande résistance en traction et une protection contre les parasites.

Conclusion

Conclusion

La dégradation des sols agricoles est un sujet qui préoccupe sérieusement la communauté scientifique. Elle se traduit principalement par l'appauvrissement des sols en matière organique, une conséquence liée à l'agriculture intensive et au changement climatique.

Ce bilan alarmant de la qualité des sols avec pour corollaire une forte érosion de ces derniers appelle à la mise en œuvre d'une gestion durable des sols. Celle-ci s'appuie sur diverses pratiques agricoles plus respectueuses de la protection et de la conservation des sols. Parmi celles-ci la couverture des sols pendant une longue période de l'année constitue le pilier de l'agriculture de conservation des sols vs agriculture intensive. La valorisation du bois de taille, par exemple de la vigne et du figuier en tant que couverture des sols peut constituer une solution durable à la diminution du taux de matière organique des sols agricoles.

La caractérisation physico chimique des sarments de figuier et vigne a révélé :

Pour ce qui est de la vigne

- En terme de granulométrie, c'est la fraction inférieure à 1mm qui domine avec un rendement de 89,12%.
- Le taux d'humidité s'élève à 9,56%.
- Le taux de cendres est de 5,59%.
- La teneur en polyphénols s'élève à 2,61% pour le cas du filtrat dilué et à 0,384% pour le cas du filtrat pur, les résultats de la littérature (auteur) pour la mesure des polyphénols de sarments de vigne sont plus proches des résultats de l'extrait dilué.
- L'analyse structurale par infrarouges a montré la présence de quatre bandes caractéristiques indiquant la présence de cellulose, lignine, hémicellulose et les pectines.
- Le dosage de lignine et de la cellulose a montré des taux de 22,01% et 39,62% respectivement.

Pour ce qui est du figuier

- En terme de granulométrie, c'est la fraction inférieure à 1mm qui domine avec un rendement de 71,12%

Conclusion

- Le teneur en eau est de 12,53%
- Le taux de cendres est de 7,56%
- La concentration en polyphénols était de 0,156%e.
- Le spectre IR de la poudre de figuier a montré quatre bandes caractéristiques indiquant la présence de cellulose, de lignine, d'hémicellulose et de pectines.
- Le dosage de lignine et de la cellulose a révélé des rendements de 14,68 % et 40,23 % respectivement.

La comparaison physico chimique de la poudre de sarments de figuier et de vigne a montré que de façon générale :

- Le rendement en fraction inférieure à 1 mm était plus élevé pour la vigne comparativement au figuier, il semblerait que les sarments de figuier seraient plus difficiles à broyer que ceux de la vigne.
- Les taux d'humidité et de cendres dans les sarments de figuier étaient plus élevés comparativement -à ceux de la vigne,
- Les sarments de vigne étaient plus riches en polyphénols que ceux du figuier.
- L'allure des spectres infrarouges étaient semblables pour les deux types de sarments.
- Pour ce qui est de la dégradation de ces deux types de sarments :

Si on se réfère aux taux de polyphénols et de lignine il semblerait que le figuier pourrait se dégrader plus facilement que les sarments de vigne

Pour conclure sur la rapidité de dégradation des sarments de vigne et de figuier il faudrait procéder à des analyses plus approfondies comme l'analyse par HPLC des polyphénols, des analyses de durabilité du bois, et même des tests de dégradation de ces sarments sur sols.

*Références
bibliographiques*

Références

- [1] Imen YAHYAOUÏ 2017 ; Contribution au suivi par émission acoustique de l'endommagement des structures multi-matériaux à base de bois. Université de Toulouse (page 9, 12).
- [2] Stevanovic T., Perrin D. 2009: *Chimie du bois*. Première Edition. Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes.
- [3] Harrington, J.J., Booker, R., Astley, R.J., 1998. Modelling the elastic properties of softwood (Part I : The cell-wall lamellae). *Holz als Roh - und Werkstoff*, Vol 56, pp.37-41.
- [4] Arnaud JEHL 2012 ; Modélisation du comportement mécanique des bois de structures par densitométrie X et imagerie laser. Paris tech
- [5] .SHIGO. A.L., HILLIS. W.E., (1973): Heartwood, discolored wood, and microorganisms in living trees. *Ann Rev Phytopathol* 11:197-222p.
- [6] Hugues de Cherisey 2015, ETAT DE L'ART SUR LA PRODUCTION DE MOLECULES CHIMIQUES ISSUES DU BOIS EN France. Ademe angers (p 16)
- [7] mouhamed jabrane 2009 ; FONCTIONNALISATION CHIMIQUE DU BOIS PAR TRANSESTERIFICATION DES ESTERS D'ENOL. Université de bordeaux (p 8)
- [8] Younes R ; Le bois et les mousses ; Université Abderrahmane Mira-Béjaia (p 4)
- [9] Martial.P., (2017), "Modification de l'énergie de surface du bois par fluoration", thèse de doctorat, Université Clermont Auvergne
- [10] Meriem Boras 2015 Étude comparative et optimisation de prétraitements des écorces de bois pour l'extraction des composés phénoliques etc(Université Technologie Compiègne)
- [11] OUADOU Yasmina.2017. Contribution à l'étude de la durabilité du bois Algérien cas: Chêne zeen, Chêne afarès et Pin maritime. UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES
- [12] Campredon, J., 1969. Le bois. 4ème édition, Numéro 382, Ed. Press. Univ. Fr.
- [13] Navi, P., Heger, F., 2005. Comportement thermo-hydromécanique du bois: applications technologiques et dans les structures, Matériaux (Lausanne). Presses polytechniques et universitaires romandes
- [14] Hiba RAJEHA ; 2015 Optimisation des méthodes d'extraction des composés phénoliques des raisins libanais et de leurs coproduits UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE COMPIÈGNE et UNIVERSITÉ SAINT-JOSEPH DE BEYROUTH
- [15] D. Fengel and G. Wegener, "Wood: chemistry, ultrastructure, reactions," Walter de Gruyter, vol. 613, pp. 1960-82, 1984.

Références

- [16] Duplex, A., 2011. Structure du bois. EPFL - Laboratoire de matériaux de construction
- [17] MENAIL YOUNES 2019.2020 Structure microscopique du bois C2 Université d'Annaba
- [18] Chaouch, M., 2011. *Effet de l'intensité du traitement sur la composition élémentaire et la durabilité du bois traité thermiquement : développement d'un marqueur de prédiction de la résistance aux champignons basidiomycètes* : science du bois & des fibres. Thèse de doctorat, Université Henri Poincaré.
- [19] Haluk J.P. 1994. Composition chimique du bois dans « Le bois : matériau d'ingénierie », Ed. A.R.BO.LOR.
- [20] Frey-wyssling A. (1954), The fine structure of cellulose microfibrils, science, 119, pp. 80-82
- [21] Frey-Wyssling A.,Muhlethaler K.(1963), Die Elementarfillen der Zellulose. Makrom. Chem., 62, pp. 25-30
- [22] Sullivan J.D. (1968), Wood cellulose protofibrils, *Tappi*, 51, pp. 501-507
- [23] Emsley A. M., Stevens G. C. 1994. Review : Kinetics and mechanisms of the low temperature degradation of cellulose. *Cellulose(1)*, pp. 26-56.
- [24] Fengel D., Wegner G. 1989. Wood - Chemistry, Ultrastructure, Reactions. Berlin, Germany, Walter de Gruyter.
- [25] Adler E. 1977. Lignin chemistry. Past, Present and Future. *Wood Science and Technology*. 11, 169-218.
- [26] West H., Banks W.B. 1986. Topochemistry of the wood-isocyanate reaction. An analysis of reaction profiles. *Journal of Wood Chemistry and Wood Technology*, 6(3), 411-425
- [27] Schultz T.P., Hubbard Jr T.F., LeHong J., Fisher T.H., Nicholas D.D. 1990. Role of stilbenes in the natural durability of wood: Fungicidal structure-activity relationships. *Phytochemistry*. 29, 1501-1507.
- [28] Schultz T.P., Harms W.B., Fisher T.H., McMurtrey K.D., Minn J., Nicholas J.J. 1995. Durability of angiosperm heartwood. The importance of extractives. *Holzforschung*. 49, 29-34.
- [29] Schultz T.P., Nicholas J.J. 2000. Naturally durable heartwood: evidence for a proposed dual defensive function of the extractives. *Phytochemistry*. 54, 47-52.

Références

- [30] Hillis W.E. 1975. The role of wood characteristics in high temperature drying. *Journal of the institute of wood science*. 7, 60-65.
- [31] Gross, G.G.(1985), Biosynthesis and metabolism of phenolic acids and monolignols, in *Biosynthesis and Biodegradation of wood components* , Higuchi, T. ed., Academic Press, New York pp. 229-271.
- [32] Traoré, B. (2009). Influence de la structure anatomique et des métabolites secondaires sur les propriétés physiques et la qualité acoustique du bois de Vene (*Pterocarpus erinaceus* poir) provenant du Mali. Thèse de doctorat en sciences du bois. Département des sciences du bois et de la forêt, Université Laval, Québec, Canada.
- [33] (Willför et al., 2003a) willför S, Hemming j., Reunanen M., Holmbom B. (2003a), Phenolic and Lipophilic Extractives in Scots Pine Knots and Stemwood, *Holzforchung* , 57, pp. 43-74.
- [34] Massanet G.M., Pando E., Rodriguez-Luis F., Zubia E. (1989), Lignanes-a review, *Fitoterapia* LX (1), pp. 3-35
- [35] Ward R. S. (1997), lignanes neolignanes and relate compounds. Ward Robert S. Lignans neolignans and related compounds, *Natural Product Reports*, 14, pp. 43-74.
- [36] (Causse, 2005).
- [37]. (Roux et Catier, 2007).
- [38] Sake S. (2001), Chemical Composition and Distribution. In *Wood and Cellulosic Chemistry*. 2nd ed., Hon D.N.-S. and Shiraishi.N. eds, Marcel Dekker, New York, pp. 51-81.
- [39] Levitin N. (1972), The coloring of mineral-stained maple, *Wood Science*, 5, pp. 87-94.
- [40] NGUYEN, T., 2014. Approches expérimentales et numériques pour l'étude des transferts hygroscopiques dans le bois : Génie civil. Thèse de doctorat, Université de Limoges
- [41] Nabhani, M., 2007. Application d'un modèle de transfert de masse et de chaleur au séchage à haute température : détermination expérimentale des paramètres du modèle et sa validation. Thèse de doctorat, Université Laval.
- [42] Galet., P., 1998. Précis de viticulture. 7 eme ed. Déhan. Montpellier. 561p et Reynier A., 1989. Manuel de viticulture. 5e édition. J.L. Bailliere. Paris. 406p
- [43] MORVAN., Encyclopédie internationale des sciences et des technique 10 volumes Encyclopédie universalis, 1997.
- [44] WALTERS J. CAMPBELL A. KELLOGO A. STEVEN P., 2002., Botanique systématique, une perspective phylogénétique. 1ère édition. Paris. pp 238, 239.
- [45] Galet P. (2000). Dictionnaire encyclopédique des cépages, Hachette. 935p

Références

- [46] CRESPI A., 1992. Viticulture d'aujourd'hui : agriculture d'aujourd'hui : sciences, techniques, application. 2eme Ed, Tec et doc, Lavoisier. 180 pages.
- [47] bounab ouarda ; 2014. Influence de l'ablation des prompts bourgeons sur la croissance du rameau principal de la vigne (vitis vinifera L) : mise en évidence des corrélations de croissance. Université Skikda
- [48] HALOUANE, C.,(2007).Mémoire de fin d'étude.science agronomie thème influence du deuxième bio productifs de la vigne Vitis vinifera L : variété cardinal et dattier de Beyrouth du vignoble de la station expérimentale de l'ITAF(Alger),12p.
- [49] GABLIA HABIBA 2007.Polyphénols de sarments et des rafeles de la vigne (vitis vinifera L) et du vin. Purification. Dosage et activités biologiques
- [50] Simon J. (1992). Viticulture. Imp. Déhan Montpellier. 990p.
- [51] MICHEL AUBINEAU. (2002). La rousse agricole
- [52] RAMEAU J. C., MANSION D., DUME G, et GAUBERVILLE C. (2008). Flore forestière de France : Région méditerranéenne. Ed. France. Institut pour le développement forestier. 631p.
- [53] RAJ J.S., BABY J., (2011). Pharmacognostic and phytochemical properties of Ficus carica Linn –Anoverview. Inter. J. of Pharm. Tech. Research, 3 (1): 08-12
- [54] BRETAUDEAU J., FAURE Y., (1990). Atlas d'arboriculture fruitière. Ed. Tes et doc Lavoisier, 3eme Edition,4: 289.
- [55] Govindarajan R., Singh D.P., Rawat A.K. (2008). Validated reversed-phase column highperformance liquide chromatographique méthode for séparation and quantification of polyphenolics and furocoumarins in herbal Drug. J. AOAC Int., 91: 1020–4.
- [56]Conforti F., Menichini G., Zanfini L., Tundis R., Statti G. A., Provenzano E., Menichini F., Somma F., Alfano C. (2012). Evaluation of phototoxic potential of aerial components of the fig tree against human melanoma. Cell Prolif., 45: 279–285.
- [57] classification du figuier
- [58] LARBI DJAMILA 2018 ; Extractions et caractérisation des polysaccharides hydrosolubles des feuille de vigne muscat d'Alexandrie. UMMTO
- [59] 28 Chabane 1434 7 juillet 2013. JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 35
- [60] CA1228704A Four a moufle pour traitement thermique
- [61] Nathalie Boizot, Jean-Paul Charpentier Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier.
- [62] sources anonyme

Références

- [63] IMAN TALEB ;2013. Apport de la spectroscopie vibrationnelle, infrarouge et Raman, appliquée au sérum pour le diagnostic du carcinome hépatocellulaire chez les patients atteints de cirrhose. UNIVERSITE DE REIMS CHAMPAGNE-ARDENNE
- [64] SIBAOUI OUIZA ,2018 ; Modélisation et optimisation de l'extraction de la pectine à partir du zeste de citron et de son utilisation dans l'encapsulation des composés phénoliques des margines de l'industrie oléicole. UMMTO
- [65] LAURA FATELA.2012. Utilisation de la spectroscopie proche infrarouge comme un outil PAT pour la quantification de substances en solution
- [66] Griffiths P.R., Haseth J.A. (2007). Fourier Transformed Infrared Spectrometry, Second edition. John Wiley & Sons, Inc. p. 321-329.
- [67] méthode d'essai n° 71.octobre 2009. Identification et dosage par spectrométrie infrarouge a transformé de fourie des copolymères SBS et EVA dans les liants bitumineux
- [68] S.MANSOURI. Présentation de voies potentielles de valorisation et des procédés associés
- [69] Franck.M., (2003), "Rhéologie de panneaux composites bois/thermoplastiques sous chargement thermomécanique : Aptitude post formage" thèse Phd, univiversité Laval

ANNEXES

Annexes

Annexe 1: Les résultats obtenue lors des tests de taux d'humidité sont résumer dans le tableau suivant.

Echantillons	Essais	m ₀	m ₁	m ₃	Taux d'humidité	TH% moyen
Figuier	N° :1	18.0938	20.0938	19.8699	12.6%	12.53%
	N° :2	17.4890	20.4890	19.2701	12.3%	
	N° :3	18.0821	20.0821	19.8567	12.7%	
Vigne	N° :1	18.1470	20.1470	19.9723	9.57%	9.56%
	N° :2	18.0930	20.0930	19.9192	9.51%	
	N° :3	18.1552	20.1552	19.9801	9.6%	

Annexe 2: Les résultats obtenus lors des tests de taux de cendre sont résumés dans le tableau suivant.

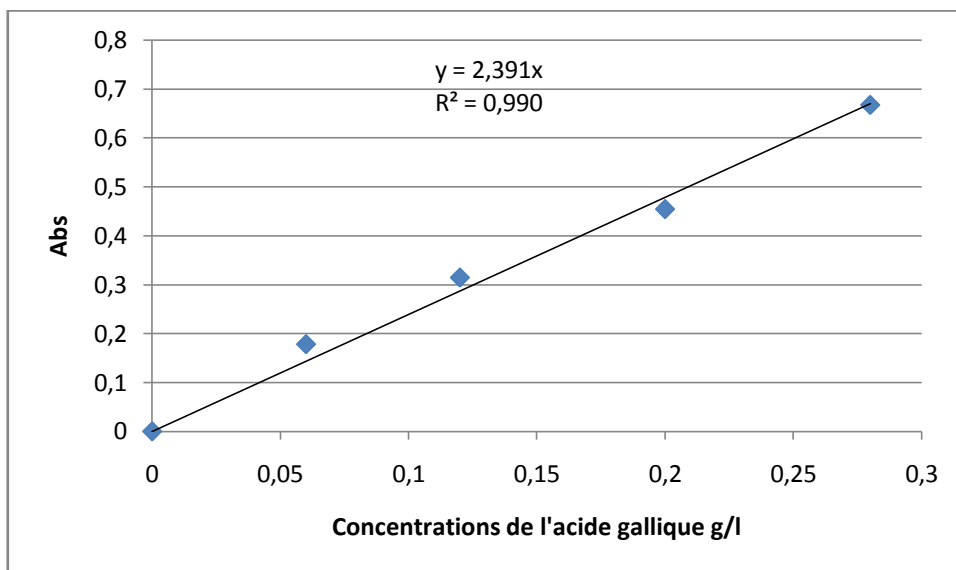
Echantillons	Essais	m ₀	m ₁	m ₃	Taux De cendre	TC% moyen
Figuier	N° :1	17.4929	20.4929	17.6267	6.69%	7.56%
	N° :2	18.1533	20.1533	18.3132	7.99%	
	N° :3	17.9912	20.9912	18.1512	8%	
Vigne	N° :1	18.0989	20.0989	18.2073	5.42%	5.99%
	N° :2	18.1015	20.1015	18.2293	6.39%	
	N° :3	18.1765	20.1765	18.2996	6.15%	

Annexe 3 : Les résultats de l'absorbance obtenus lors des tests de courbe d'étalonnage sont résumés dans le tableau suivant

Annexes

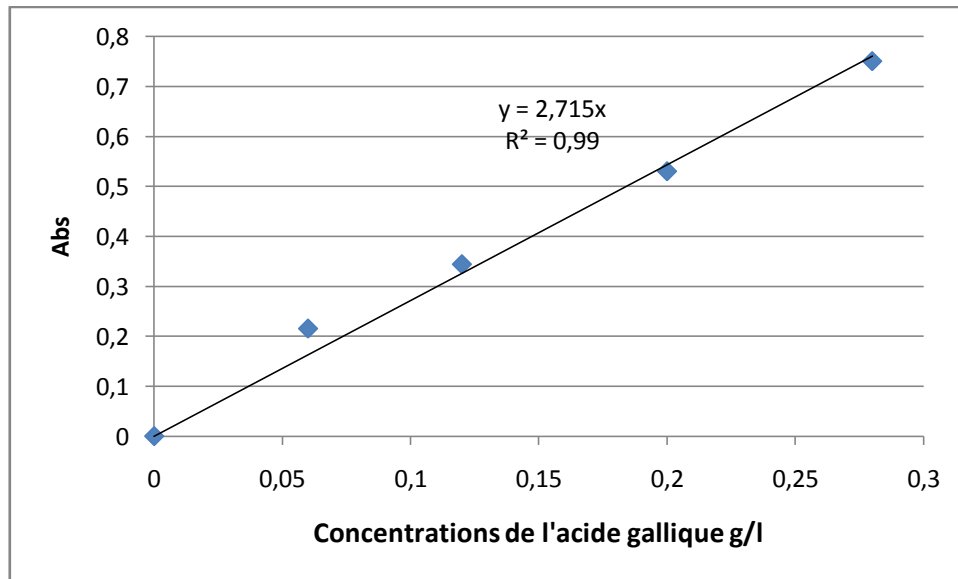
Concentrations	0.06	0.12	0.20	0.28
Abs (Folin – Ciocalteu pur)	0.2153	0.3441	0.5302	0.7506
Abs (Folin – Ciocalteu dilue)	0.1783	0.3145	0.4545	0.6675

Annexe4: Courbe d'étalonnage avec l'acide gallique 0.5g/l avec Folin- Ciocalteu (dilué 10 fois)



Annexes

Annexe5: Courbe d'étalonnage avec l'acide gallique 0.5g/l avec **Folin- Ciocalteu pur**



Annexe6 : Résultats des absorbances et de taux de polyphénols des échantillons avec (**Folin-Ciocalteu pur**)

Essai	Absorbance	Figuier	Vigne
N° :1	Abs 1	0.4702	0.9901
N° :2	Abs 2	0.4114	0.9856
N° :3	Abs 3	0.4489	0.9897
	Abs moyenne	0.4435	0.9884
	Taux de polyphénols (%)	0.16	0.36

Annexes

Annexe7:Résultats des absorbances et taux de polyphénols des échantillons avec (folin-ciocalteu dilué 10 fois)

Essai	Absorbance	Figuier	Vigne
N° :1	Abs 1	0.3422	0.9951
N° :2	Abs 2	0.4049	0.9220
N° :3	Abs 3	0.3715	0.8365
	Abs moyenne	0.3728	0.9178
	Taux de polyphénols (%)	0.156	0.384

Annexe8:Résultats des absorbances et taux de polyphénols dans le bois de vigne avec filtrat dilué 20 fois et (Folin-Ciocalteu dilué 10 fois)

N° essai	Absorbances
N° :1	0.3468
N° :2	0.2395
N° :3	0.3516
Abs moyenne	0.3126
Taux de polyphénol (%)	2.61

Annexe 9: Résultats des absorbances et taux de polyphénols dans le bois de vigne avec filtrat dilué 20 fois et (Folin-Ciocalteu Pur)

Annexes

N° essai	Absorbances
N° :1	0.2163
N° :2	0.1982
N° :3	0.2299
Abs moyenne	0.2148
Taux de polyphénol (%)	1.59

Résumé

L'objectif de ce travail était de caractériser des sarments de figuier et de vigne dans le but d'apporter une solution durable au problème de dégradation des sols qui s'appauvrissent chaque année en matières organiques.

Les résultats obtenus avaient révélé une disparité qui se traduit par un taux élevé de polyphénols dans la vigne comparé à celui dans le figuier, par contre le taux de matière minérale et de teneur en eau étaient plus importants dans le figuier comparé à la vigne, donc nous pouvons dire que pour retenir l'eau dans le sol il serait plus intéressant d'utiliser les déchets de figuier.

Mots clefs : vigne, figuier, polyphénols, cellulose, lignine, déchets, sarments de vigne, sarments de figuier.

Abstract

The objective of this work was to characterize the branches of fig trees and vines in order to provide a sustainable solution to the problem of soil degradation, which is depleted in organic matter every year. The results obtained revealed a disparity which results in a high rate of polyphenols in the vine compared to that in the fig tree, on the other hand, the rate of mineral matter and water content were more important in the fig tree compared to the vine, therefore, we can say that to retain water in the soil it would be more interesting to use fig tree waste.

Keywords: vine, fig tree, polyphenols, cellulose, lignin, waste, vine shoots, fig tree shoots.