



République Algérienne Démocratique et Populaire



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Saïda « Dr. Tahar Moulay »

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Mémoire Elaboré en vue de l'obtention du diplôme de Master

Option : Biotechnologie végétale

Sur le thème intitulé

**L'extraction des polysaccharides hydrosolubles et alcalisolubles
des feuilles de *Chamaerops humilis* L : l'étude des dosages des
sucres totaux, l'activité antioxydant, l'analyse chromatographie sur
couche mince (CCM)**

Soutenu le : 24/07/2019.

Présenté par :

M^{elle} : DJELLOULI Yamina

M^{elle} : ABBES Zahia

Devant la commission de jury, composée de :

Président Me HACHEM Y Maitre de conférence B. Université de saïda

Examineur : Mr. HACHEM.K Maitre de conférence A. Université de saïda

Encadreur : M^{elle}.CHIKHI A Maitre de conférence B. Université de Saïda

Année académique 2018/ 2019

Remerciements

Ce travail a été initié, au Laboratoire de biologie, département de biologie faculté des sciences université Mouly Taher saïda.

En premier lieu, je tiens à exprimer toute ma reconnaissance et ma gratitude à melle CHIKHI Amira maître de conférences de l'université de saïda. Merci d'accepter mes meilleurs sentiments et mes sincères Remerciements pour votre contribution et votre aide permanent durant le déroulement de ce travail.

Je tiens à remercier vivement et respectueusement à monsieur HACHEM Kada professeur de l'université de saïda d'avoir bien voulu présider notre jury. Nous mesurons tout l'honneur qu'il nous fait.

Nous sommes particulièrement reconnaissants envers Madam HACHEM Yasmin, maître de conférences de l'université de saïda, pour l'acceptation d'expertiser ce travail

Merci à Melle IKHLEFE Amel étudiante l'université de saïda, pour le soutien et l'encouragements

Merci à tout le personnel de laboratoire biologie et laboratoire de chimie pour leur accueil et leur soutien. Merci à Monsieur Nabil, Monsieur Bachir, melle selamte, Ils m'ont permis de m'intégrer à leur dynamique et à leur esprit d'équipe.

Nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à notre formation enseignant, collaborateur simple agent

Merci à mes collègues de master, Meriem, fatiha, karima, Chaïaa Amel Fatehia pour

leurs soutiens morale, encouragée dans mes moments de doutes et de fatigue. T

Dédicace

Je dédie ce travail à :

Dieu le tout puissant , le très Miséricordieux .Que tout la gloire revienne à Allah qui par sa puissance et sa Majesté, ma soutenu durant tout mon cycle et m'a donné le courage ,la force et santé nécessaire pour la réalisation de ce travail

*A celles qui a inséré le goutte de vie et la responsabilité
Merci Mère .A celui qui à été toujours la source
d'inscription et de courage Merci père.*

A mon frère Bahous

A mes Soeure ,Karima ,Kheira , Lamia ,Khadidja

A mohamed

A tout ma famille

A toutes mes amies : Houda , Asma ,Atika ,Sabah ,khadidja ,Habiba ,Sabrin , Faiza , Hafida , siham K ,Massouda , siham D Ibtissam, Mofida, Zohra , Moukhtaria M , khadidja , Meriem ,Aicha, Imane ,Moukhtaria K , Fatima , Amel , Amina ,chaima , karima , Ikram ,Rima ,Houda , Rania

A ma chère binome et ma sœurs « AMINA » pour avoir m' accompagné et me supporté

A Les petits :Hadjer , Amira, Amar, Adam, Djoud ,Tajeddine ,Nour elyakine

Zahia

Dédicace

Je dédie ce travail à :

*Dieu le tout puissant , pour nous avoir donné la force
dans les moments difficiles d'éditer ce mémoire m*

*Ma famille et particulièrement à ma mère et mon
père :que dieu leur longue vie ,A mes frères, Abdenaser,
Mohamed , Abdellatife Djamel, Mokhtar Bardade
Salamo,mes sœurs. Massouda Amel , Houria Aicha
khaldia , Houda, à mon fiançaié Amine*

*à mes cousin fatna , Merime Naima Chaima Nesrine
Najet ,*

A tout ma famille

*Je ne pourrai jamais oublier d'exprimer ma profonde
gratitude à :*

*Houda , siham Ibtissam, Mofida, Zohra , Moukhtaria
K , khadidja , Meriem ,Aicha, Imane ,Moukhtaria M ,
Fatima , Amel , Amina ,chaima , karima , Ikram
,Rima ,Houda , Rania*

*à ma chère binome et ma sœurs « ZAHIA » pour avoir
m' accompagné et me supporté*

*les petite : Ma belle bouchra et kholoude ,
Arbia ,Ritage ,Abdelouahab, Ousama , Abderahime et
Soumia et Abderahmane , Djilali , et les gémos
« imane et Ilhame »*

Amina

Abréviations

g : gramme

l : litre

h : heure

min : minute

v : volume

PSPN : : polysaccharide hydrosoluble

PS1 : polysaccharide 1

ml : millilitre

KOH : hydroxyde de potassium

M : molaire

Hcl : acide chlorhydrique

PSALK1 : Polysaccharides alcali-solubles 1

PSALK2 : Polysaccharides alcali-solubles 2

mg : milligramme

1N : normalité

NAOH :hydroxyde de sodium

CCM : chromatographie sur couche mince

H₂SO₄ : acide sulfurique

mm : millimètre

DPA : diphénylamine

Cm : centimètre

DPPH : 2,2'-diphényl-1-picrylhydrazyle

nm : nanomètre

λ : longueur d'onde

A : absorbance

E aq : extrait aqueuse

Abréviations

E al : extrait alcaline

CI50 : concentration inhibition médiane

Fig : figure

Ex : exemple

% : pourcentage

PSAQ : polysaccharide aqueuse

PSALK : polysaccharide alcaline

ERO : espèces réactives de l'oxygène

Liste des figures

Fig01: plant <i>Chamaerops humilis L</i> -----	05
Fig 02 : Répartition du <i>Chamaerops humilis L</i> . dans le bassin méditerranéen.	07
Fig03 : Différentes partie du <i>Chamaerops humilis L</i> . A. Spadice B. Cœur (extrémité supérieur du tronc) C. Fruits D. Feuilles E. Doum entier -----	09
Fig 4 : Représentation schématique de la paroi cellulaire-----	15
Fig 5: Constituants des parois cellulaires végétales-----	16
Fig 06: Structure de cellulose :liaisons glycosidiques de -glucos-----	17
Fig 07: Organisation structure d'une fibre de cellulose -----	17
Fig 08 : Structure de la cellulose -----	18
fig 09: structure d'un glactoglucomannane de bois de résineux -----	19
Fig 10: Pectine ou acide polygalacturonique en zig -za-----	20
Fig 11: la structure "boites à oeuf " -----	21
Fig12: séchage des feuilles de <i>Chamaerops humilis L</i> . -----	24
Fig 13: poudre des feuilles de <i>Chamaerops humilis L</i> .-----	24
Fig.14: d'extractions des polysaccharides hydrosolubles le protocole -----	25
Fig 15: photos des différentes étapes d'extraction aqueuse-----	26
Fig16 : d'extraction des polysaccharides alcali- soluble -----	27
Fig 17: photos des différentes étapes d'extraction alcaline-----	28
Fig 18 : Hydrolyse acide partielle des polysaccharides-----	29
Fig 19: photos des différentes étapes de dosage du sucre totaux-----	31
Fig 20 : photos des différentes étapes de l'activete antioxsidante-----	32

Liste des figures

Fig 21 : Histogramme montrant le taux de sucre en (EAL) de <i>Chamaerops humilis L</i> -----	35
Fig 22 : Histogramme montrant le taux de sucre (EAQ) de <i>Chamaerops humilis L</i> -----	36
Fig 23 : Courbe montrant les pourcentages d'inhibitions des polysaccharides (EAQ) de <i>Chamaerops humilis L</i> -----	37
Fig.24 : Courbe montrant les pourcentages d'inhibitions des polysaccharides (EAL) de <i>Chamaerops humilis L</i> .-----	37

Liste des Tableaux

Tableau 01. Importance thérapeutique de *Chamaerops humilis* (Medjati, 2014).

Tableau 2 : Rendement des polysaccharides les palmes du chamaerops humilis L.

Sommaire

Introduction.....	01
Chapitre 01	Partie Bibliographique
I chamaerops humilis L.....	04
1) Généralités chamaerops humilis L.....	04
2) Etymologie du terme chamaerops humilis.....	04
3) Origine du nom.....	04
4) Systématique.....	05
5) Le genre chamaerops.....	06
6) Habitat et répartition géographique.....	06
6-1) habita et climat.....	06
6-2) Distribution géographique.....	06
7) Morphologie de l'espèce.....	08
8) La germination.....	10
9) Utilisation.....	11
9-1) Potentialités ethno pharmaceutiques.....	11
9-1-1) en Algerie.....	11
9-1-2) Dans le monde.....	11
9-2) Autre utilisations.....	12
II Les Polysaccharides.....	14
1) Les Polysaccharides De Vegetale.....	14
2) Organisation de la paroi végétale.....	14
2-1) La cellulose	16
2-1-1) Structure de la cellulose	16
2-1-2) Hydrolyse enzymatique de la cellulose.....	18
2-2) Les hemicelluloses.....	18
2--2-1) Structures des hemicelluloses.....	19
2-3) Les pectines.....	20
2-3-1) Composition chimique des pectines.....	20
3) Applications des polysaccharides.....	21

Chapitre 02

Matériel Et Méthode

1.Matériels.....	24
1.1. Matériel végétal.....	24
2.Méthode.....	25
2.1) Extraction des polysaccharides aqueuse.....	26
2.2.)Extraction des polysaccharides alcali-solubles.....	28
2.3)Analyse chromatographique sur couche mince.....	29
2.3.1) Hydrolyse partielle.....	29
2.3.2) Préparation des solutions des sucres témoin.....	30
2.3.3 Préparation du solvant de 3 sucres.....	30
2.4)Dosage des sucres totaux.....	30
2.4.1)Principe.....	31
2.4.2.Matériels et réactifs.....	31
2.4.3 Mode opératoire.....	31
2.5 Activité antioxydante.....	32
2.5.1.Principe	32
2.5.2 Matériels et réactifs.....	32
2.5.3 Protocole	32

Chapitre 03:

Résultat et discussions

1.Rendement des polysaccharides aqueux et alcalins.....	34
2. Taux en sucres totaux.....	34
3. Activité antioxydant	36
4.Analyse qualitative de deux extraits polysaccharidiques aqueux et alcalins.....	38

Conclusion et perspectives

Références bibliographiques

Resume

Chamaerops humilis L. pousse à l'état spontané et croit à l'état sauvage dans de nombreux pays du circum méditerranéen. En Algérie cette espèce occupe de nombreux écosystèmes. Les nombreuses enquêtes ethnobotaniques menées sur le terrain montrent que ce taxon est utilisé comme plante médicinale. Nombreux travaux montrent l'intérêt de cette plante dans le domaine de la phytothérapie. Elle est utilisée en médecine traditionnelle pour le traitement des maladies du tube digestif

Cette étude est focalisée sur l'extraction aqueuse et l'extraction alcoolique de polysaccharides de la feuille de *Chamaerops humilis* L ainsi le calcul de rendements. Ensuite, la détermination du dosage de sucre totaux, l'activité antioxydante et l'analyse chromatographique

Le protocole d'extraction des polysaccharides ont été réalisés le protocole, a donné des rendements, 3.66% de l'extraction aqueuse et 4.62% de l'extraction alcoolique. Le taux de sucres totaux de l'extrait aqueux est plus important par rapport à l'extrait alcalin,

L'activité anti-radicalaire de l'extrait aqueux sont toujours plus élevée. A partir de ces mesures, une CI50 (concentration inhibition médiane) de 0.03 g/L

Les analyses qualitatives par CCM « Chromatographie par Couche Mince » des polysaccharides hydrosolubles et alco-solubles des feuilles *C. humilis* indique la présence de galactose et de glucose comme oses majoritairement présents en grande quantité.

Les mots clés :

Chamaerops humilis L, l'extraction polysaccharidique, rendements, dosage de sucre totaux, l'activité antioxydante, l'analyse chromatographique

ينمو الدوم عشوائيا في العديد من دول البحر الابيض المتوسط في الجزائر تحتل هذه الانواع العديد من النظم الايكولوجية تظهر العديد من الدراسات الاستقصائية الميدانية للنباتات العرقية أن هذا التصنيف يستخدم كنبات طبي. تظهر العديد من الأعمال اهتمام هذا النبات في مجال الأدوية العشبية. يستخدم في الطب التقليدي لعلاج أمراض الجهاز الهضمي تتركز هذه الدراسة على استخلاص السكر باستع

تحديد ، جرعة السكر الكلية ، نشاط مضادات الأكسدة وتحليل اللون الكروماتوغراف CCM

استخلاص السكريات المتعددة حقق عن طريق بروتوكول اعطى مردود 3.66%
4.62 %

جرعة السكر الكلية بواسطة الماء المقطر كانت أكبر و أهم

، انطلاقا من مقاييس ال CI50 أو متوسط التركيز المثبط المقاس هو

/ 0.03

التحليل النوعي عن طريق CCM يبين وجود الغلاكتوز والجليكوز بكميات كبيرة في أوراق الدوم

الكلمات المفتاحية

المستخلص بواسطة الكحول ،مضاد الأكسدة ، التحليل النوعي عن طريق

CCM

Abstract

Chamaerops humilis L grows randomly in many Mediterranean countries .in algeria thes species occupy many ecosystemes that show many ecoligical .many field surveys of ethnic plants show that this classification is used as a medicinal plant .many intersting works show this plant in the field of herbal medicine .it is used in traditional medicine for the treatment of gastrointestinal diseases .this study focuses on extracting sugar alcohol and using alcohol and using distilled water from the chamaerops humilis l papers and then calculating the ccm yield determination of total sugar dose , antioxidant activity and chromatographic the extraction of polysaccharide achieved through the protocol gave a yield of 3.66% for the extract using distilled water and 4.62% fore the extract using alcohol

total sugar dose of the extract by distilled water was greater and more important than the extract by alcohol the antioxidant activity of the water extract is always greater based on the CI50 or average inhibitory concentration measured at 0.03g/l Qualitative analysis by CCM shows the presence of Glutose and Glycos in large quantities in the *chamaeropse humilis* l papers .

key word

Chamaerops humilis , the extract using alchohol , the extract using distilled water , qualitative analysis by ccm ,antioxidant activity.

Introduction :

Les polysaccharides sont des polymères de très grande taille pouvant inclure dans leur structure plusieurs monosaccharides différents (pentoses et hexoses) liés par des liaisons *O*-glycosuriques sont pour la plupart hydrophiles du fait de leurs nombreuses fonctions hydroxyle.

Cette forte affinité pour l'eau leur confère le statut d'hydrocolloïdes aux propriétés épaississantes, gélifiantes ou stabilisantes et est largement exploitée en industrie dans des secteurs très divers allant de l'industrie agro-alimentaire à la peinture en passant par le traitement des eaux usées ou la production d'encre et de peintures. Les rôles physiologiques de ces polysaccharides sont le maintien de la structure des tissus végétaux (cellulose, hémicellulose ou pectines par exemple) ou le stockage de substrats carbonés (amidon ou galactomannane).

Ces deux fonctions biologiques ont longtemps été les seules attribuées aux polysaccharides. Cependant il est désormais acquis que ces biopolymères peuvent également être porteurs d'activités biologiques et être fortement impliqués dans certaines voies de signalisation cellulaire. L'inventaire des structures existantes est encore très incomplet et son exploration est souvent associée à l'identification de nouveaux polysaccharides porteurs d'activités biologiques et donc à la compréhension de relations structures-fonctions, permettant ainsi d'expliquer les usages de certaines plantes en médecine traditionnelle. (**Benjamin., 2016**).

Dans ce contexte, la recherche scientifique algérienne d'aujourd'hui vise à étudier la présence de polysaccharides valorisables chez plusieurs plantes terrestres collectées dans la zone aride et semi aride Algérien.

En Algérie, le chamaerops humilis est une espèce qui présente une surface de dispersion très répandue sur la bassin méditerranéen, elle a un intérêt socio-économique important, les fibres de ces feuilles possèdent des caractéristiques très recherchés dans plusieurs domaines. (**Hasnaoui 2011**).

Introduction General

L'objectif ce travail est d'une part d'explorer le potentiel de ces plantes comme source de polysaccharides de structure originale et, d'autre part, à corréler ces structures à des activités biologiques potentiellement valorisables.

Ce manuscrit comporte trois chapitres :

Dans un premier chapitre une synthèse bibliographique nous a permis de mieux cerner quelques aspects botaniques propres à la plante faisant l'objet de cette étude. La structure et la compartimentation des polysaccharides végétaux et les différentes propriétés biologiques et physico-chimiques de ces macromolécules ont enfin été détaillées.

Une seconde partie intitulée matériel et méthodes décrit les principales techniques utilisées dans cette étude.

Enfin, un troisième chapitre intitulé, résultats et discussion, présente et discute les résultats obtenus pour les deux extraits de plantes selon la même méthodologie de travail.



CHAPITRE:01

I- *Chamaerops humilis* L:**1- Generalities *Chamaerops humilis* L:**

Les palmiers appelés palmarées (palmae) ou arécacées (les deux noms scientifiques sont reconnus) forment une famille de plantes appartenant à la classe des monocotylédones. Facilement reconnaissables à leur tige non ramifiée, le stipe, surmonté d'un bouquet de feuilles pennées, les palmiers symbolisent les côtes et les paysages tropicaux. Selon certaines sources, elle constitue la troisième famille des végétaux la plus utilisée après les graminées et les légumineuses (Johnson et al 1996). Sur les 200 genres environ, 28 genres et 224 espèces à peu près sont présents en Afrique (Hasnaoui 2008).

2- Etymologie du terme *Chamaerops humilis* :

Le palmier nain, ou doum ou faux palmier (*chamaerops humilis* L) est la seule espèce du genre *chamaerops*. Le nom scientifique *chamaerops humilis* est dérivé du grec. Chamai : nain, par terre ; Rops : rejeton (Quezel et Santa, 1962).

Plusieurs vernaculaires sont attribués à cette espèce, nous citons ;

- **Palmier nain** : terme pris de la définition scientifique de l'espèce
- **Palmier de méditerranée** ; pousse à l'état spontané dans certains pays du bassin méditerranéen
- **Palmier éventail** : la feuille du palmier a une forme en éventail d'où le nom

En Afrique du nord et particulièrement en Algérie, l'appellation usuelle est le doum

3- Origine du nom:

Arabe : Doum

Berbère : Agoummire, Tiznirt

Français : Palmier nain – Palmier éventail – Palmier doum

Anglais : Mediterranean dwarf palm, dwarf fan palm

Italien : La palma nana, Hameropiou Cefaglione palma di San Pietro

Espagnol : Palmeto

Catalan : Margalló

4- Systématique

Embranchement : Spermaphytes

Sous Embranchement : Angiospermes

Classe : Monocotylédone

Ordre : Spadiciflores

Famille : Arecaceae(palmacées, palmeae)

Sous famille : coryphoideae

Tribu : corypheae

Sous tribu : thrinacinae

Genre : chamaerops

Espèce : chamaerops humilis



Fig 01: plant *chamaerops humilis* L.(Medjati2014)

5- Le genre chamaerops :

Le genre chamaerops ne comporte qu'une seule espèce : *chamaerops humilis* (Maire, 1957 ; Quezel et Santa ; 1962). Cependant le nombre de variétés est variable : variété *typica*, variété *agrentea*. *Chamaerops humilis* est polymorphe variant beaucoup en ce qui concerne la forme des feuilles et celle des fruits. La plus part de ces variations ne sont pas héréditaires (Maire, 1957).

6- Habitat et répartition géographique :

6-1) Habitat et climat:

Chamaerops humilis est l'une des deux seules espèces de palmiers natifs d'Europe, avec *Phoenix theophrastii*, de Crète, également répandu en Turquie. C'est un élément typique du faciès le plus thermophile du maquis méditerranéen. Il pousse dans des zones sèches, sur des terrains rocaillieux ou sableux, du bord de mer jusqu'à 1200 mètres d'altitude (au Maroc), dans un climat plutôt froid en hiver ; il préfère les expositions ensoleillées et est assez rustique. Il peut supporter des gelées brèves allant jusqu'à -12 °C et certaines populations naturelles sont régulièrement couvertes de neige mais il ne végète qu'à partir de 10 °C et a besoin pour prospérer de températures allant de 22 à 30 °C. C'est le palmier dont l'aire de répartition naturelle est la plus étendue vers le nord, avec comme limites extrêmes les localités de Hyères-les-Palmiers (France) à 43° 07' N [1], et de l'île de Capraia au large de la Toscane (Italie) à 43° 04' N. Il est absent de la Corse et existe encore sur le littoral de la Côte d'Azur très localement dans le Var et les Alpes maritimes ou il a été aussi cultivé dans le cours de XIXe siècle dans les parcs et jardins. Il semble également avoir été rencontré à l'état sauvage dans l'île de Malte. Le palmier nain occupait d'importantes surfaces dans le Tell algérien avant la colonisation française.

Sur le plan écologique, cette espèce est très utile pour lutter contre l'érosion et la désertification, il se régénère naturellement après les incendies en émettant de nouveaux drageons. Sous-espèces *Chamaerops humilis* var *cerifera*.

6-2) Distribution géographique :

Chamaerops humilis L., est une espèce répandue dans la région méditerranéenne occidentale (Maire, 1957), son aire couvre l'Europe du sud (Baléares, Italie, Sardaigne, Sicile, Espagne, Portugal, Malte, sud de la France) et l'Afrique du nord (Algérie, Tunisie et Maroc libye.)

C'est par ailleurs, sur le plan écologique, un indicateur biologique majeur de l'étage de végétation thermo-méditerranéen (Ozenda 1981/1985). C'est une espèce thermophile qui supporte des températures moyennes annuelles élevées supérieures à 30°C.

Chamaerops humilis var. *humilis*. Feuilles vertes.

Chamaerops humilis var. *argentea* André (syn. *C. humilis* var. *cerifera* Becc.). Feuilles grises. Atlas, Afrique du Nord. Réputé comme l'un des palmiers nain les plus rustiques.

Chamaerops humilis var. *arborescens*. Stipe unique ne drageonnant pas. Un spécimen de cette variété, planté en 1585, constitue la plante la plus ancienne du jardin botanique de Padoue en (Italie) où on le nomme aussi « palmier de Goethe » car Goethe le vit lors de son voyage en Italie et lui dédia certains écrits.

Chamaerops humilis var. *vulcano*. De port compact et sans épine. Les feuilles sont plus épaisses et la plante plus touffue que chez les variétés *Humilis* et *Argentea*.



Fig02 : Répartition du *Chamaerops humilis* L. dans le bassin méditerranéen. D'après Walter et Straka (1970).

7) Morphologie de l'espèce:

Chamaerops humilis est espèce dioïque. c'est un palmier naine , presque acaule à l'état sauvage ,ne dépassant pas deux mètres (de 3.50 m de hauteur pour 0,25m) de qui peut cependant atteindre six à huit mètres de haut en culture dans sa variété .il se caractérise notamment par son tronc (stipe) .c'est l'une des rares espèces de palmiers dont le stipe peut se ramifier sa croissance lente favorise l'apparition de nombreux rejets à l'origine de son apparence.

Feuilles ,applées palmes ,de seulement 30 a 45 cm de longueur .elles sont formées d'un limbe initialement entier subdivisées en différent segment rigides ,rayonnant a partir d'un pétiole d'a peu près la même longueur ,au bord armé d'épines acérées .selon les variétés,les frondes varient de vert olive uni à une naunce de gris –vif (figure 3,D).

Les fruits sont des drupes oblongues de couleur brun rougeâtre à maturité , de longueur variable (de 2 à 5 cm) , son péricarpe est peu épais (figure3,C) , légèrement charnu et fibreux . leur pulpe est très fibreuse et légèrement sucrée . très astringents , ils ne sont pas comestibles .elles sont mûrs à la fin de l'été début d'automne.

L'appareil reproducteur est contitué par des inflorescences qui apparaissent entr les feuilles la floraison s'effectue au mois de Mars et Avril .

l'inflorescence un spadice , entouré d'une spathe court (30cm de long) , comprenant de nombreuses petites fleurs jaunâtre ,mâles ou femelles (figure 3,A) .c'est généralement (mais pas toujours) une plante dioïque , portant les fleurs males et les femelles sur des pieds sépare .

Tel que l'espèce présente des spadices dressés ,court d'une longueur moyenne de 0,25 a 0,40 m a 2 spathe basales et 1a 2 plus hautes .les spathes jouent le rôle de protection et d'attraction des insectes dans le but d'une pollinisation.

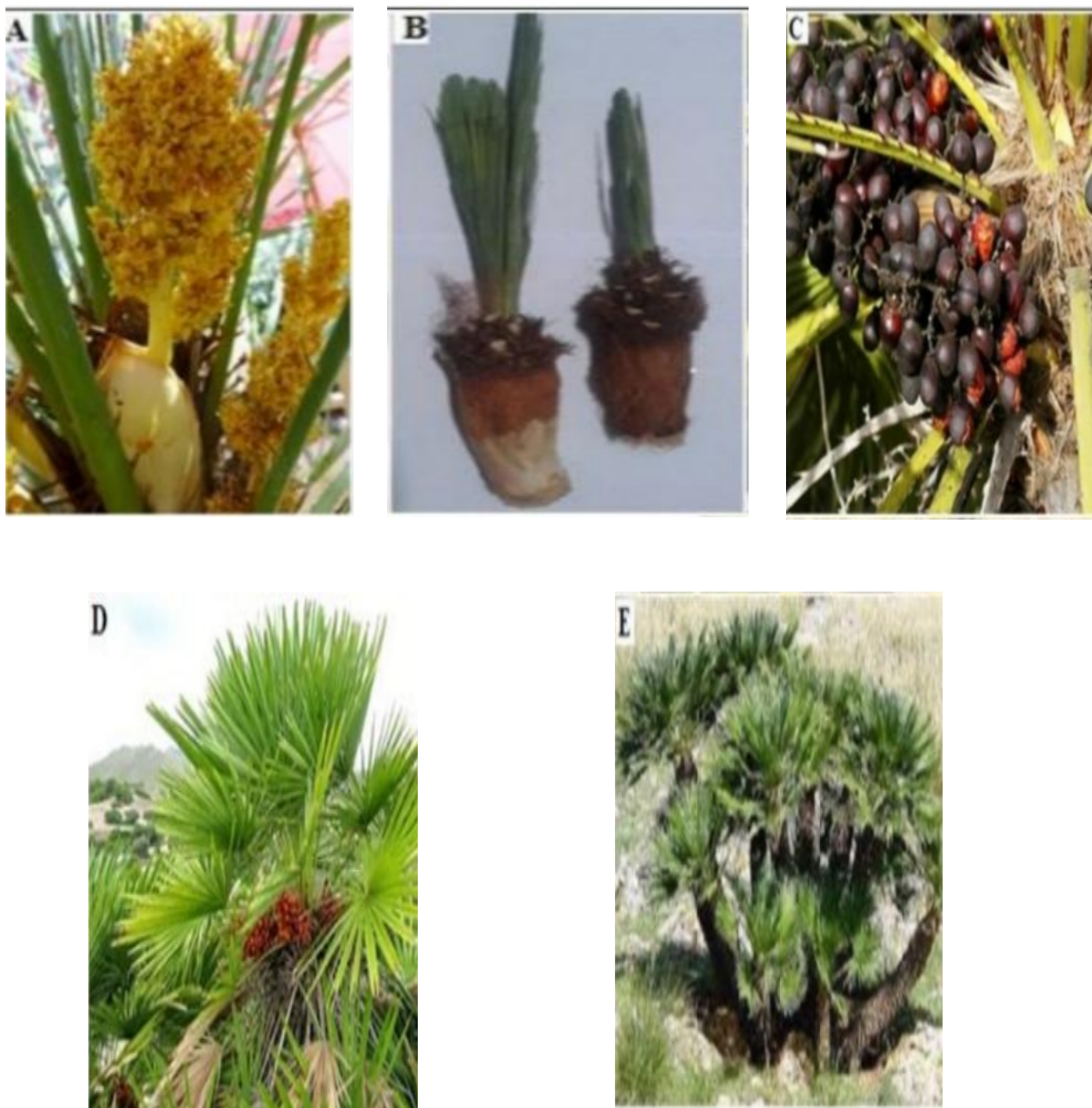


Fig 03: Différentes partie du *Chamaerops humilis* L. A. Spadice B. Cœur (extrémité supérieur du tronc) C. Fruits D. Feuilles E. Doum entire

Les fleurs mâles ont de 6 à 9 étamines qui surmontent un calice charnu, sont jaunes odorantes paraissent en fin de printemps, les fleurs femelles comptent trois carpelles monocarpiques charnus, sont verts et que les hermaphrodites sont verdâtres. Le doum fleurit au printemps, de mars à mai et comprenant de nombreuses petites fleurs jaunâtres.

La graine est en générale ovoïde, mais on trouve parfois curieusement quelques rares graines rondes parmi l'infructescence. La graine présente un albumen corné et ruminé.

(**Quezel et santa, 1962 ; brunie et al. 2003**).

8) La germination :

En dépit de ses multiples usages et de la menace de sa disparition, la littérature actuellement disponible montre que le doum n'a jamais été retenu par les forestiers dans les programmes agroforestiers en Algérie occidentale, et qu'il n'est pas encore cultivé. Néanmoins, quelques plantations ont été entreprises dans les espaces verts, les jardins. Toutefois, la sylviculture du palmier nain reste un projet à réaliser. En effet, les techniques de production du *Chamaerops humilis* en pépinière sont encore peu connues. La germination des semences de ce palmier estimé d'exiger de 2 à 3 mois pour germer (**Blombery et Rodd, 1988**).

En effet, la graine à maturité est couverte d'une cuticule à une structure anatomique typique des Areaceae, qui le rend imperméable à l'eau. Alors si on considère la définition physiologique de la germination qui est un processus dont les limites sont le début de l'hydratation de la semence et le tout début de la croissance de la racicule (**Mazliak, 1982**) ; on peut comprendre pourquoi la régénération naturelle du *Chamaerops humilis* est très lente. De ce fait, l'amélioration et la propagation des techniques pour lever l'inhibition tégumentaire des graines, renforcer le taux de la germination et ralentir le délai germinatif sont importantes pour assurer sa régénération. Selon la littérature, les traitements utilisés dans les quelques études sur la germination des semences de *Chamaerops humilis* L.var.argentea se résument à un prétrempage dans l'eau distillée pendant 24h (**Hasnaoui et al. 2006**). Mais, ce prétrempage paraît ne pas avoir ramolli les téguments des graines.

9) Utilisation:**9-1) Potentialités ethno pharmaceutiques****9-1-1) en Algerie**

Chamaerops humilis est une plante médicinale a prouvé son efficacité thérapeutique par les populations locales . Une étude ethnobotanique fait par (**Medjati .,2014**) à montrer que l'utilisation des différentes parties de la plante dans la pharmacopée traditionnelle constitue un aspect social important dans la vie, les communautés rurales (tablea 01). Les populations utilisent beaucoup plus le cœur de stipe du *Chamaerops humilis* comme salade pour traiter les atteintes Gastro intestinale.

9-1-2) Dans le monde

De nombreuses études descriptives ont été effectuées sur le rôle déterminent du *Chamaerops humilis* en médecine traditionnelle à travers le monde. Selon (**Kokwaro, 1976 ; Bellakhdar et al. 1991 ; Aliotta et al. 1994**) une solution aqueuse à base de feuilles de palmier est utilisée au Maroc pour son effet hypoglycémiant. Une decocotion aqueuse à partir des feuilles , est utilisé pour traiter le diabète. L'extrait aqueux des feuilles diminue le taux de cholestérol total et de triglycérides. L'extrait de ces feuilles presence a une activité antioxydante très importante. Cette activité semble être liée à la présence des composés phénolique (**Khoudali et al., 2014**) . En outre, les baies de ce palmier nain est présumé ont des propriétés anti-inflammatoires, anabolisantes, antiseptiques, urinaires, activités antilithiques et un diurétique (**Bellakhdar et al. 1991 ; Blumenthal et al. 2000; Beghalia et al. 2008 ; Hasnaoui et al. 2011 ; Benmehdi et al. 2012**). Par ailleurs, Merlo et al. (1993) avisent que les fruits ont aussi été utilisés en médecine traditionnelle comme astringent en raison de leur amertume et du tanin contenu.

Tableau 01. Importance thérapeutique de *Chamaerops humilis* (Medjati, 2014).

Parties utilisie	Effets térapotique
Feuille	Diabète
	Hépatite
	Atteintes Gastro intestinales
racine	Hépatite
	Anémie
	Les vers intestinaux
	Nettoyage de l'utérus après accouchement
	Diabète Rhumatisme
Cœur de stipe	Atteintes Gastro intestinales
	Hypertension
	Maladies cardio vasculaire
	Diabète
Fruit	Grippe
	Toux
	L'asthme
	Atteintes du tube digestif (Antiseptique)
	Gencive
	Atteintes Gastro intestinales

La plante *Chamaerops humilis* L. est une source prometteuse d'agents antibactériens ce qui est expliqué par la présence des composés capable d'inhiber la croissance de certaines bactéries même à des concentrations faibles. D'autres études concernant l'identification des molécules bioactives, la confirmation de l'activité antimicrobienne sur quelques microorganismes sont nécessaires de même pour les autres domaines tels que la cosmétique et l'alimentation.

9-2) Autre utilisations :

Les différentes parties (feuilles, cœur de stipe, les racines et fruits) du palmier nain sont largement utilisées dans divers domaines, comme la fabrication des cordes, ballais, corbeilles, courtins, filet pour la pêche de poisson, voiles pour les chalutiers et des feuilles sont utilisées comme brosse pour nettoyer four à bois. Elle est utilisée aussi comme plante d'ornement pour décorer les jardins dans les régions méditerranéennes (Mottiet et al., 2009, Savo, et al., 2013, Barkaoui et al., 2016).

9-2-1) Valeure nutritive:

Il est de toute évidence que les grains et les fruits de palmier nain possèdent une valeur nutritive élevée, puisque chaque 100g de la plante séchée couvre au moins 25% des exigences quotidiennes d'un adulte pour la plupart des éléments nutritifs. Les fruits de palmier nain peuvent être comestibles en raison de ses hautes valeurs nutritive. (**Ahmed et al., 2015**).

9-2-2)Exploitation des fruites :

le palmier nain était autrefois exploité en Afrique du Nord pour la production de crin végétal obtenu à partir des fibres des feuilles et servant à rembourrer les coussins, les fauteuils, les matelas... ainsi qu'à la fabrication d'objets tressés tels que nattes, paniers ou cordes. Dans les campagnes marocaines, il servait à tresser des cordes, des paniers (couffins), des bâts d'ânes et divers objets d'utilité domestique et agricole.

9-2-3) gastronomie :

le bourgeon apical des jeunes plantes, blanchâtre, est comestible cru ou cuit mais sans intérêt gustatif. Il aurait été consommé en Afrique du Nord et en Sardaigne à la façon d'un chou-palmiste comme aliment de disette salé ou sucré. certaines parties de palmier nain étaient couramment consommées. Selon (**Tardio et al. 2006**), les fruits, le cœur de stipe et les jeunes pousses de doum sont consommés comme salade, les racines sont mâchées en Espagne.

II-1) Les polysaccharides végétale :

Les biopolymères d'origine naturelle peuvent être classés en 8 grandes familles incluant les acides nucléiques, les polyamides, les polyoxoesters, les polythioesters, les polyesters inorganiques, les polyisoprénoides et les polysaccharides. Ces derniers ont été identifiés chez une multitude d'organismes allant des bactéries aux animaux en passant par les plantes supérieures, les champignons, les micro et macro algues. Les polysaccharides sont l'une des familles de biomolécules les plus diversifiées en termes de structure. Cette grande variabilité structurale provient du nombre important de motifs monosaccharidiques disponibles (principalement des hexoses et des pentoses) et de la possibilité de réaliser des liaisons glycosidiques entre le groupement hydroxyle anomérique d'un ose et un groupement hydroxyle d'un autre monosaccharide, toujours associés par le même type de liaison. La formation d'un disaccharide avec deux hexoses identiques offre par contre pas moins de 5 possibilités différentes. A noter que cette diversité peut encore s'accroître par la présence sur ces structures de motifs non sucres associés de façon covalente à certains hydroxyles secondaires des monosaccharides constitutifs (sulfates, acides organiques...). De ce fait, les polysaccharides comme les oligosaccharides peuvent être des homopolymères ou des hétéropolymères. Ils peuvent également être linéaires, ramifiés et/ou substitués. Enfin un dernier niveau de complexité concerne l'existence ou l'absence d'unités de répétition dans leur structure. La classification de ces macromolécules peut reposer sur leur fonction biologique, le type d'organisme dont ils proviennent, leurs propriétés rhéologiques ou encore leurs caractéristiques structurales. Si on s'intéresse aux polysaccharides végétaux il est nécessaire de prendre conscience que leur variabilité structurale est en partie liée à leurs fonctions biologiques. Ils peuvent être catégorisés en polysaccharides de structure (cellulose, hémicellulose, chitine et pectine), en polysaccharides de réserve (amidon), et en mucilages (**Benjamin., 2016**)

2) Organisation de la paroi végétale:

Selon les espèces végétales, l'âge et les tissus, la structure de la paroi cellulaire varie. Elle peut être considérée comme un empilement de plusieurs couches constituées de lignine (polymère non polysaccharidique), d'hémicelluloses, de pectines et de celluloses. C'est l'association spécifique de ces 4 familles de polymère qui va conférer à la paroi pectocellulosique ses propriétés mécaniques particulières qui pourront évoluer en fonction des tissus et de l'âge de la cellule. Un modèle général peut être défini par des caractéristiques

anatomiques. Ainsi, la paroi végétale peut être divisée en trois parties (Figure 3). - La plus externe est la lamelle moyenne : c'est une couche qui sépare les cellules entre elles. Elle est riche en pectine et dépourvue de cellulose.

La paroi primaire de type I (pour les plantes dicotylédones) : elle est composée de cellulose, d'hémicellulose et de pectines. Elle est à la fois rigide même si elle est plus souple que la paroi secondaire, et elle assure une plasticité et une élasticité permettant la croissance et la division cellulaire (MC , Neil et al., 1984).

La paroi secondaire : elle est constituée d'un réseau de cellulose, d'hémicellulose et de lignine (Hachme 2014) .

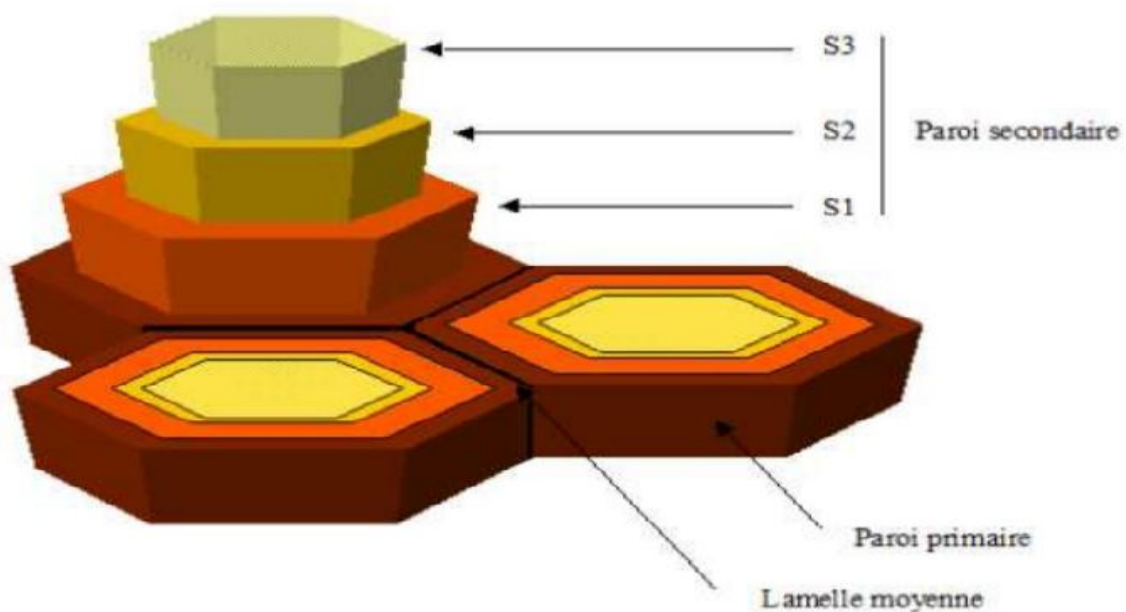


Fig4 : Représentation schématique de la paroi cellulaire (Muschitz et al., 2009).

Les polysaccharides de la paroi végétale représentent jusqu'à 90 % en masse des constituants pariétaux et sont qualifiés de polysaccharides pariétaux (Carpita et Gibeaut, 1993). Ces polymères interagissent entre eux et forment de véritables réseaux (Figure 4).

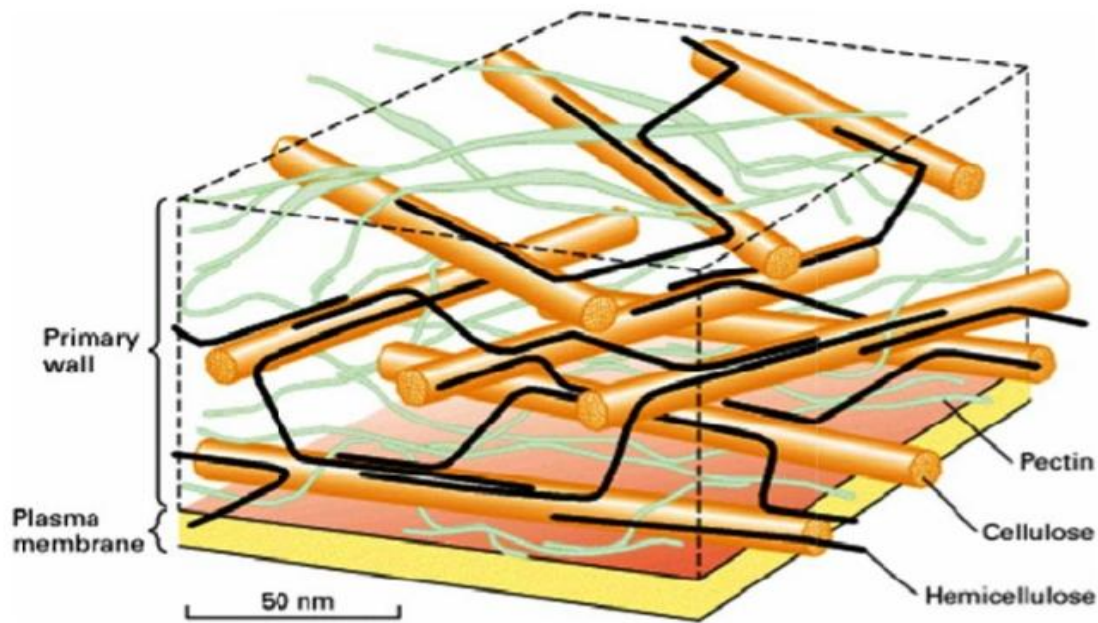


Fig 05: Constituants des parois cellulaires végétales (Mc Cann et Roberts, 1994).

2-1) La cellulose :

C'est un constituant uniquement végétal qui ne représente pas une substance de réserve mais un matériel structural ayant un rôle de soutien. La cellulose, associée à des substances variées, organiques (cires, lignine ...) ou minérales (carbonate de calcium, silice) entre pour une part importante dans la composition des membranes végétales, véritables parois squelettiques rigides. La cellulose, substance blanche et fibreuse est insoluble dans les solvants usuels y compris l'eau, bien qu'elle soit hydrophile. Elle fixe de façon non spécifique de nombreux colorants (rouge Congo, bleu de toluidine ...).

2-1-1) Structure de la cellulose

La cellulose est un polyglucose formé par un enchaînement de β -glucose par des liaisons 1-4. C'est une chaîne droite résultant de l'union de 1500 à 10000 résidus de β -glucose selon l'origine.

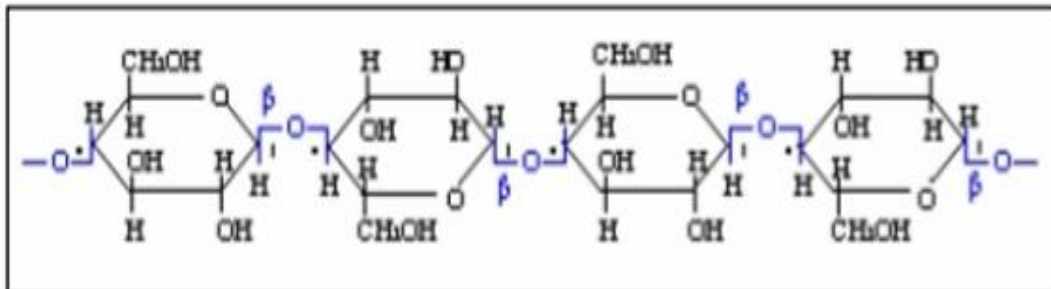


Fig 06 : Structure de cellulose :liaisons glycosidiques de -glucos (Hachme .,2014)

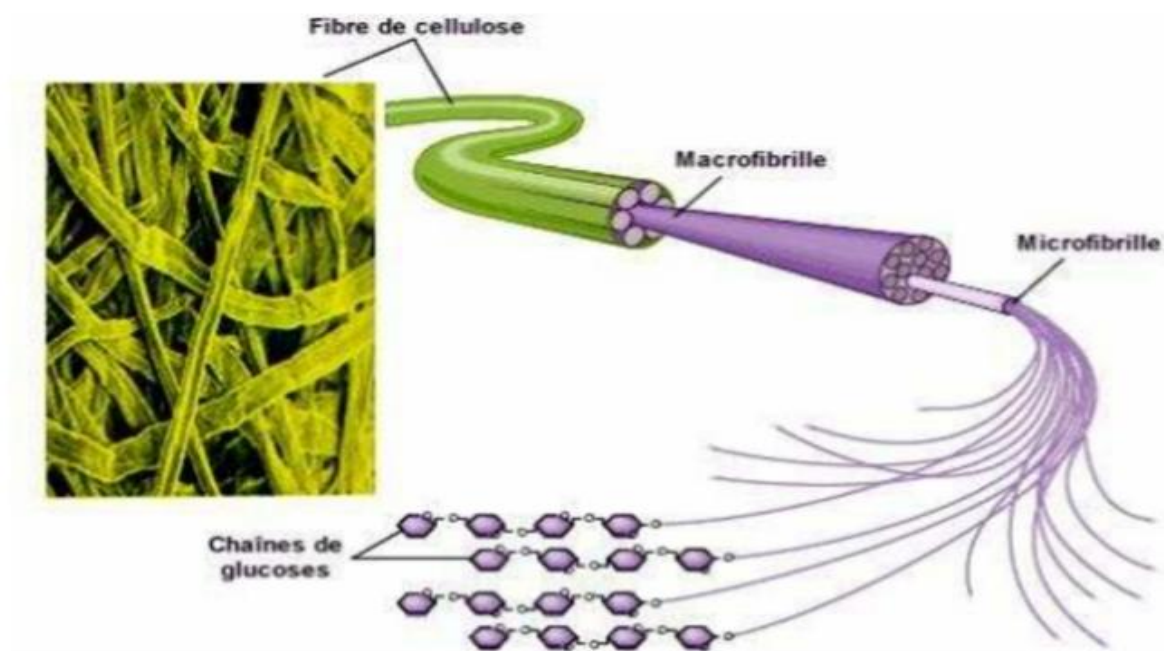


Fig : 07 Organisation structure d'une fibre de cellulose (Hachm., 2014)

La cellulose est l'élément majeur de la structure pariétale. Elle représente 15 à 30 % de la matière sèche de la paroi primaire et 40 à 90 % de la paroi secondaire. C'est grâce à sa structure et à son organisation qu'elle est capable d'assurer son rôle au sein de la paroi. En effet, la

présence de nombreux groupements hydroxyle libres permet la création d'un réseau de liaisons hydrogène intra- et intermoléculaires.

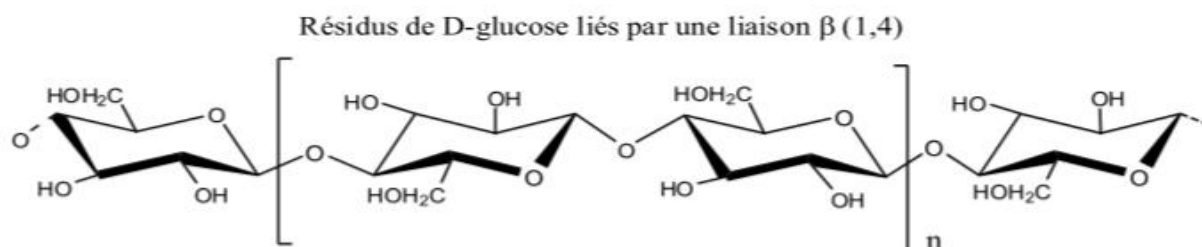


Fig:08 Structure de la cellulose (Hijazi, 2001)

La cellulose, en tant que ressource renouvelable, a été largement étudiée pour des applications dans différents domaines tels que l'agroalimentaire, l'industrie chimique, la pharmacie, les biocarburants et pour la production de matières plastiques telles que le cellophane (Simon et al., 1998). La cellulose n'est pas soluble dans l'eau, mais le diamètre de ses fibres peut augmenter de 20 % en milieu aqueux (gonflement). La résistance mécanique de la fibre) augmente également de 15-20 % en présence d'eau et le gonflement entraîne un développement important de la porosité (Chemchame, 2011).

2-1-2) Hydrolyse enzymatique de la cellulose:

Dans les conditions naturelles, la cellulose est caractérisée par une grande inertie chimique. Les enzymes qui catalysent son hydrolyse en cellobiose, les cellulases ou cytases sont peu répandues. On trouve ce type d'enzymes chez quelques bactéries dites cellulolytiques (bactéries du sol et bactéries intestinales des ruminants) et quelques moisissures. Les sucs digestifs de l'homme en sont dépourvus et de ce fait n'attaquent pas la cellulose (Chemchame, 2011).

2-2) Les hemicelluloses:

Après la cellulose, Les hémicelluloses constituent, le polysaccharide le plus abondant dans la nature. Ce sont des polysaccharides alcalinosolubles de structures complexes et variées qui sont constitués de pentoses (D-xylose et L-arabinose), d'hexoses (D-glucose, D-galactose, L-fructose, D-mannose et L-rhamnose) et d'acides uroniques (acide D-glucuronique et 4-Ométhyl-D glucuronique). Les hémicelluloses présentes dans les parois végétales sont : les xyloglucanes, les xylanes, les mannanes (galacto-/glucomannanes), les glucuronomannanes et les glucanes

mixtes. La structure des hémicelluloses dépend de leur origine variétale, du tissu ou du type cellulaire, de l'âge des cellules et de leur localisation dans la paroi végétale.

Dans la plupart des cas une hémicellulose est prédominante tandis que d'autres sont présentes en plus faibles quantités. Ainsi les xyloglucanes sont les hémicelluloses majoritaires dans les parois primaires des Dicotylédones alors que chez les Monocotylédones se sont les arabinoxyanes. De même, dans les parois secondaires, les xylanes sont prédominants chez les angiospermes et les glucomannanes chez les gymnospermes. Les hémicelluloses présentent un haut degré de variabilité en fonction des espèces végétales, du type de tissus et des stades de maturité. Les monosaccharides les plus représentés dans ce type de structure sont le glucose, le mannose ou le xylose (Adler, 2014 ; Moine, 2005). Même si ces polysaccharides sont principalement de nature hétéropolymériques (xyloglucanes, arabinoxyanes, glucomannanes, glucuronoxyanes ou glucuronoarabinoxyanes) quelques hémicelluloses homopolymériques (glucanes, mannanes et xylanes) ont été décrites dans la littérature (Habibi, 2004, Moine, 2005). La structure des hémicelluloses consiste en un squelette de base de monosaccharides liés en (1,4) et de type D-pyranoses, (O'Neill et York, 2003). D'une façon générale et comme il a été mentionné précédemment, les hémicelluloses sont solubles dans des solutions alcalines.

2-2-1) Structures des hemicelluloses:

Les galactoglucomannanes qui correspondent à des chaînes osidiques assez courtes de 45 à 150 unités osidiques. Ces galactoglucomannane sont généralement la famille dominante de mannanes dans les bois de résineux (De Cherisey, 2015). Leur structure se compose d'une chaîne principale de glucomannane, similaire à celle précédemment décrite, régulièrement substituée (1,6) par des résidus galactopyranoses.

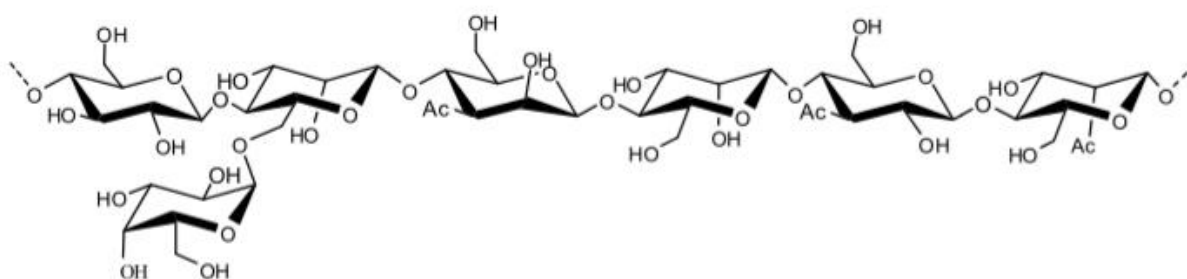


fig: 09 structure d'un galactoglucomannane de bois de résineux (De Cherisey,2015)

2-3) Les pectines :

Les pectines sont des macromolécules exclusivement végétales de nature glucidique. Chez les végétaux supérieurs, les pectines représentent environ 30% de la masse des parois primaires de dicotylédones (Carpita et al., 1993 ; Perez et al., 2003). Les pectines sont décrites comme étant soumises à des voies de biosynthèses très complexes et leurs structures peuvent évoluer au cours du développement cellulaire (Voragen et al., 1995 ; Perez et al., 2003). Elles sont les principaux constituants de la lamelle moyenne des parois des cellules et sont essentiellement composées d'acides galacturoniques (Carpita et al., 1993). Elles forment alors un véritable ciment biologique (ciment pectique) qui rattache les cellules les unes aux autres (Voragen et al., 1995). On retrouve également des pectines dans la matrice des parois primaires et en plus faibles quantités dans les parois secondaires des cellules. Les pectines sont abondantes dans les fruits tels que la pomme et le citron (Saulnier et al., 1988 ; Renard, 1995). De manière générale, leur nature évolue avec l'âge des tissus : d'abord insolubles elles assurent la rigidité des tissus, elles sont ensuite dégradées en sucres et en acides par voie enzymatique au cours du mûrissement. Au niveau industriel, elles sont utilisées comme additifs dans l'industrie textile et agro-alimentaire pour leurs propriétés stabilisantes, épaississantes et gélifiantes (ex : les confitures).

Il sont très utilisés dans l'industrie agroalimentaire. Ils forment une pâte plus ou moins épaisse pour donner du volume aux produits alimentaires.

2-3-1) Composition chimique des pectines :

Les pectines sont des macromolécules qui se situent dans les parois végétales d'un grand nombre de végétaux. Elles sont composées d'une chaîne principale d'acide galacturonique ($C_6H_{10}O_7$) lié en 1-4.

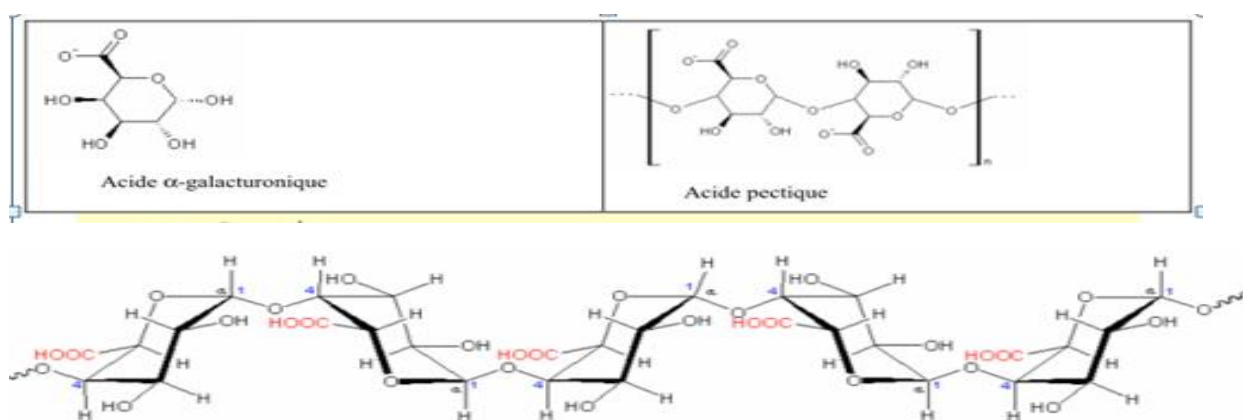


Fig 10: Pectine ou acide polygalacturonique en zig –zag

Les pectines faiblement méthylées sont capables de lier avec les cations divalents de calcium en formant des structures en **boîtes à oeufs** (fig. 11). (Grant 1973).

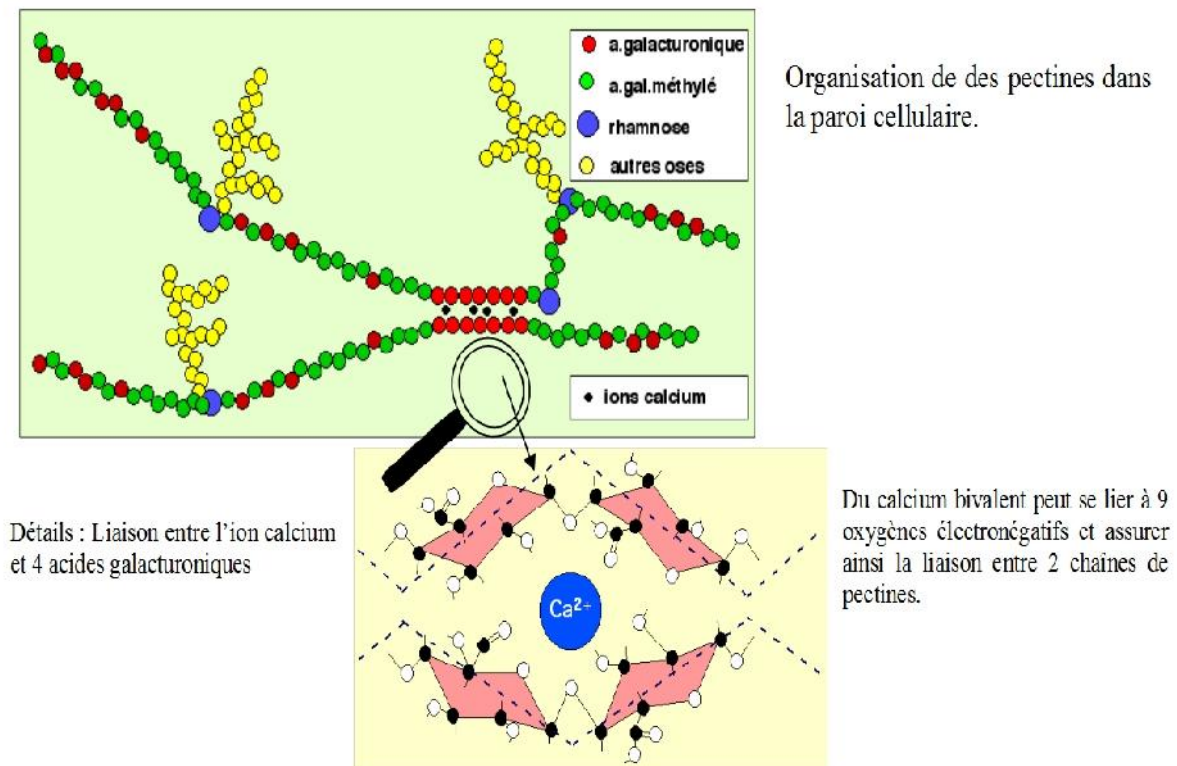


Fig 11 : la structure de pectine “boîtes à oeuf “

3) Applications des polysaccharides:

La production de fibre de cellulose comme matériau de base pour la fabrication du papier a été pendant des siècles un processus essentiellement physique le lin ,la ramie ,le coton et autre fibres Végétales sont composés de cellulose plus au moins pure.

De véritables transformations sont intervenues au niveau de la fibre de cellulose et dont les plus importantes sont suivantes:

L'acétate de cellulose obtenu par estérification des groupes hydroxyles par l'anhydride acétique, permet la fabrication des acetates et de certains plastiques transparents (Barnod,2009).

Transformation de cellulose en hydroxyéthylcellulose ,il est soluble dans l'eau ,formant des colloïdes autour des salures et de les éliminer par la suite .

Les hémicelluloses ont une place très importante dans le domaine alimentaire et pharmaceutique , notamment le xylose , il entre dans :

La preparation d'alcool tels que le butanol qui est obtenue par le mélange de l'acétone avec le xylose.

La formation d'un édulcorant intéressant comme substituant Du sirop de sucre **(Thompson,1981)**.

Le xylose est utilise dans la fabrication des bombons sans sucre **(Thompson,1981)**.

Les pectines extraites des végétaux sont largement utilisées en agroalimentaire comme additifs alimentaires ,stabilisantes épaississantes et gélifiantes .elles sont utilisées dans la fabrication des gelés ,des marmelades et confiseries gélifiées .

Les pectines de pamplemousse , les pommes et d'autres fruits pouvaient avoir ces mêmes effets **(francois et al .,2002)**.

Les pectines et la cellulose ,ont une action physicochimique dans l'organisme absorption du cholesterol et des agents toxiques jusqu'a leur elimination **(francois et al .,2002)**.

la retention de l'eau ,en poussant les aliments vers le colon ,elles accelerant la digestion l'élimination des acides biliaries et sterols.



CHAPITRE : 02

1. Matériels

1.1. Matériel végétal :

Les feuilles *Chamaerops humilis* ont été prélevées en mois de juillet 2019, dans trois régions de la wilaya de Saïda : El-hassasna et daïra de Saïda et sidi-boubkeur.

Dans cette expérimentation nous nous sommes intéressés par la partie « feuille » de la plante. Pour ce fait, les feuille ont été séchées à l'ombre à une température ambiante jusqu'à la stabilisation de leur poids sec. Une fois les feuilles ont été séchés, nous avons les broyés à l'aide d'un broyeur électronique, (à usage domestique).



Fig. 12 : Séchage des feuilles de *Chamaerops humilis*

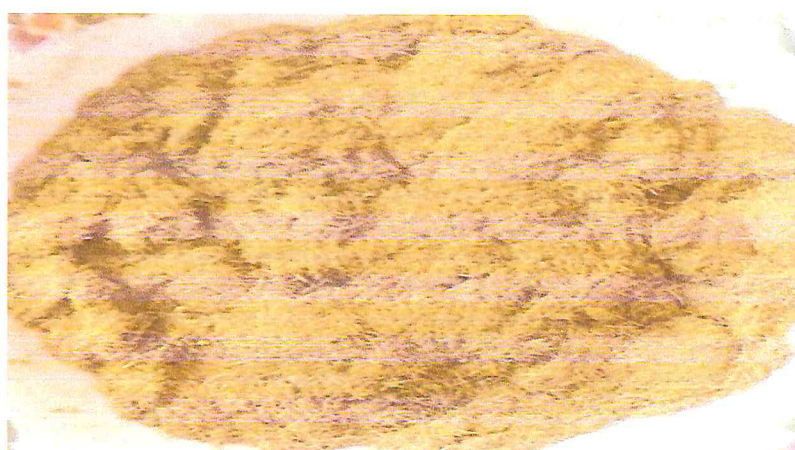


Fig.13 : poudre des feuilles de *Chamaerops humilis*

2. Méthode

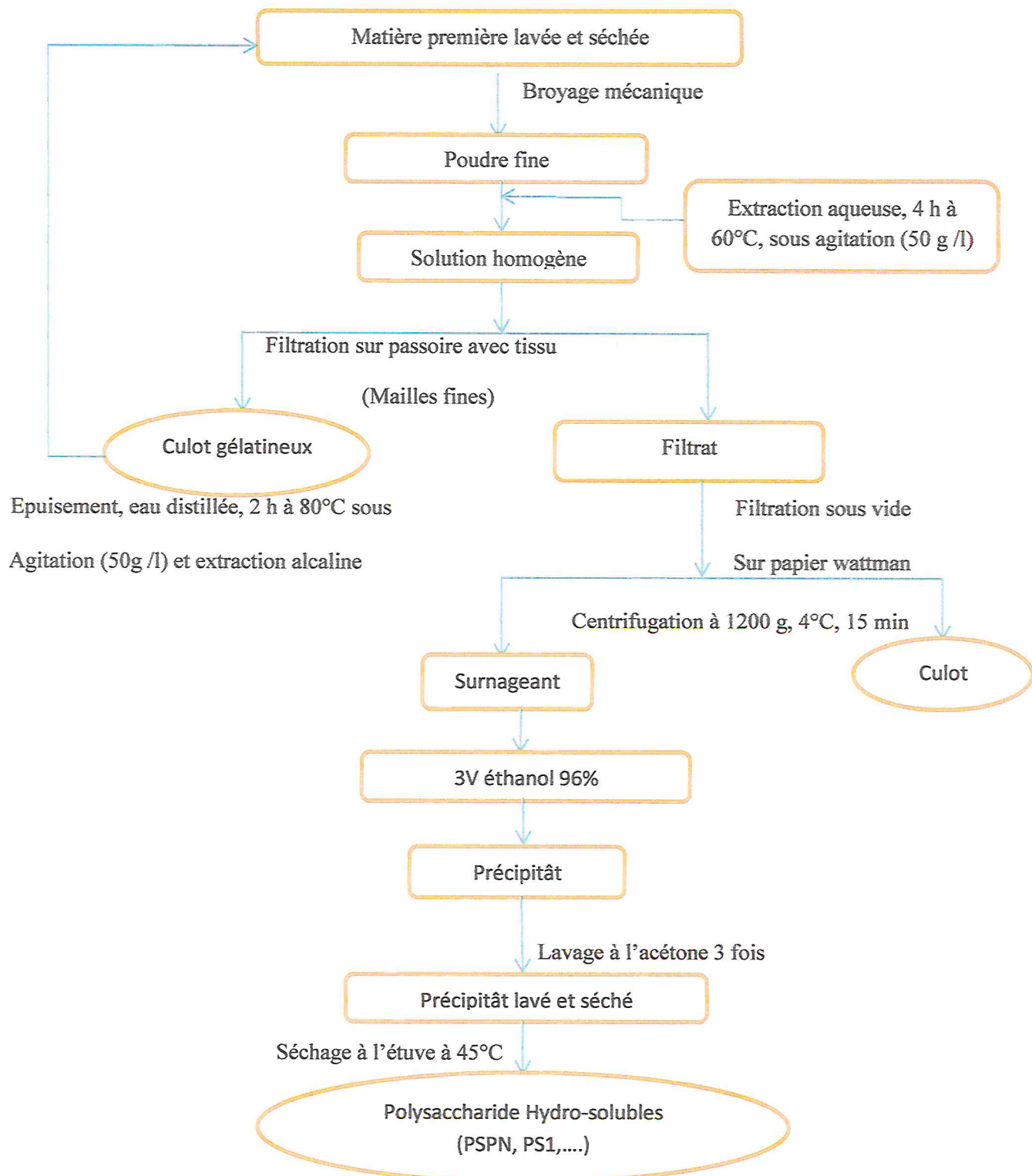


Fig.14: L'extraction des polysaccharides hydrosolubles le protocole de Benaoun, F. (2017).

2.1 Extraction des polysaccharides aqueuse

Mode opératoire :

On a ajouté 50 g poudre fine dans 100 ml l'eau distillé 4 h à 60°C , sous agitation (50 g /L) pour obtenir sur solution homogène ; et après filtration le solution sur passoire avec tissu (mailles fines) ,il est donné culot (gélatineux) et filtrat, le filtrat est gardée dans des tubes à centrifuge pour centrifugation à 1200 g,4°C ,15min , et après filtration sous vide sur papier Wattman , le culot rejeté mais j'ai conservé sur le surnageant ,on a ajouté 3v éthanol 96% (-20°C) sur le surnageant abandonné dans la frigo à 24 h pour obtenir sur précipitât ,le précipitât est gardée dans des tubes à centrifuge , donc il est donnée le précipitât completif et le surnageant est rejeté , à la fin le précipitât lavé à l'acétone 3fois et récupérer le précipitât dans la cristallisoir et séché à l'étuve à 45°C .

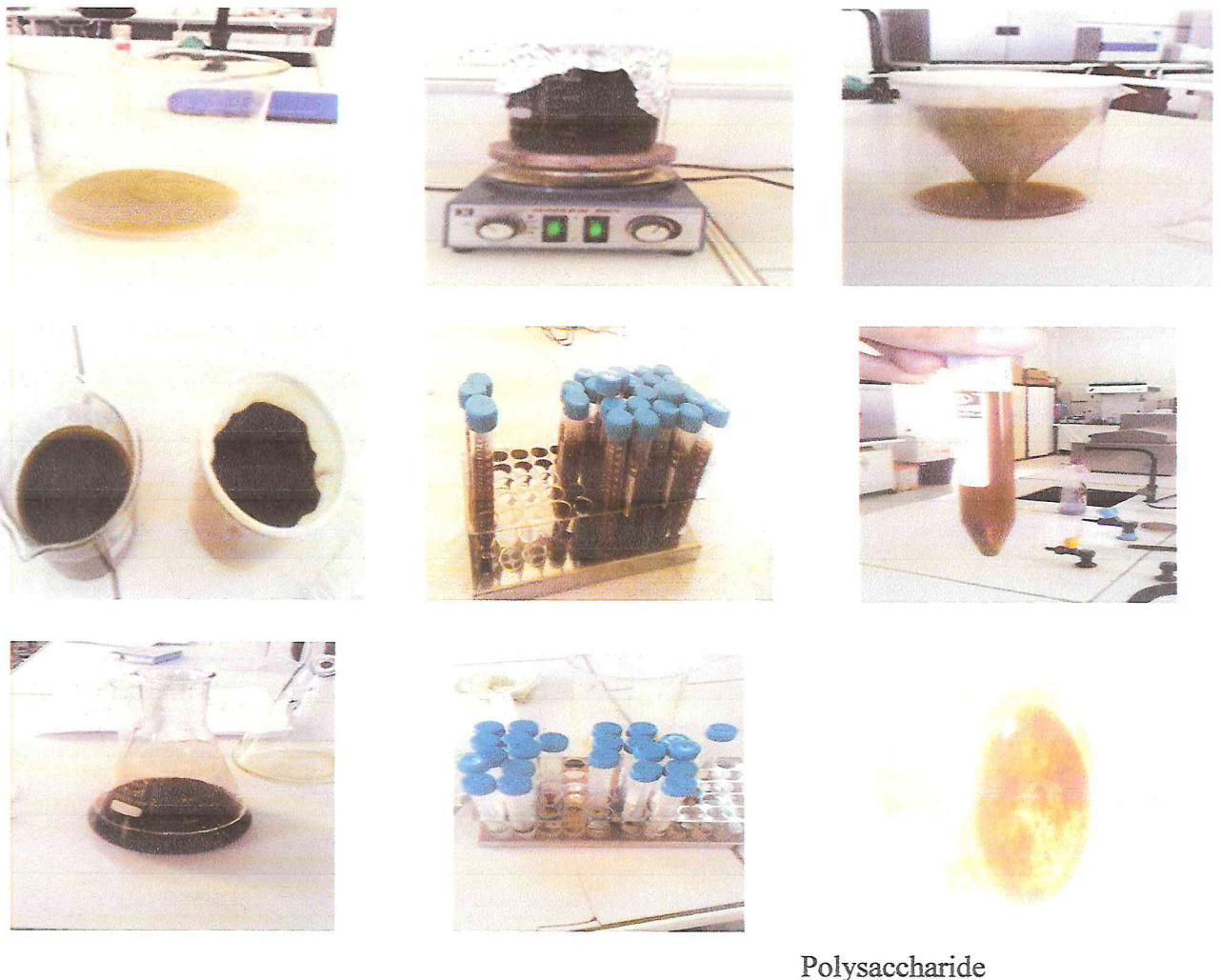


Fig.15 : photos des différentes étapes d'extraction aqueuse

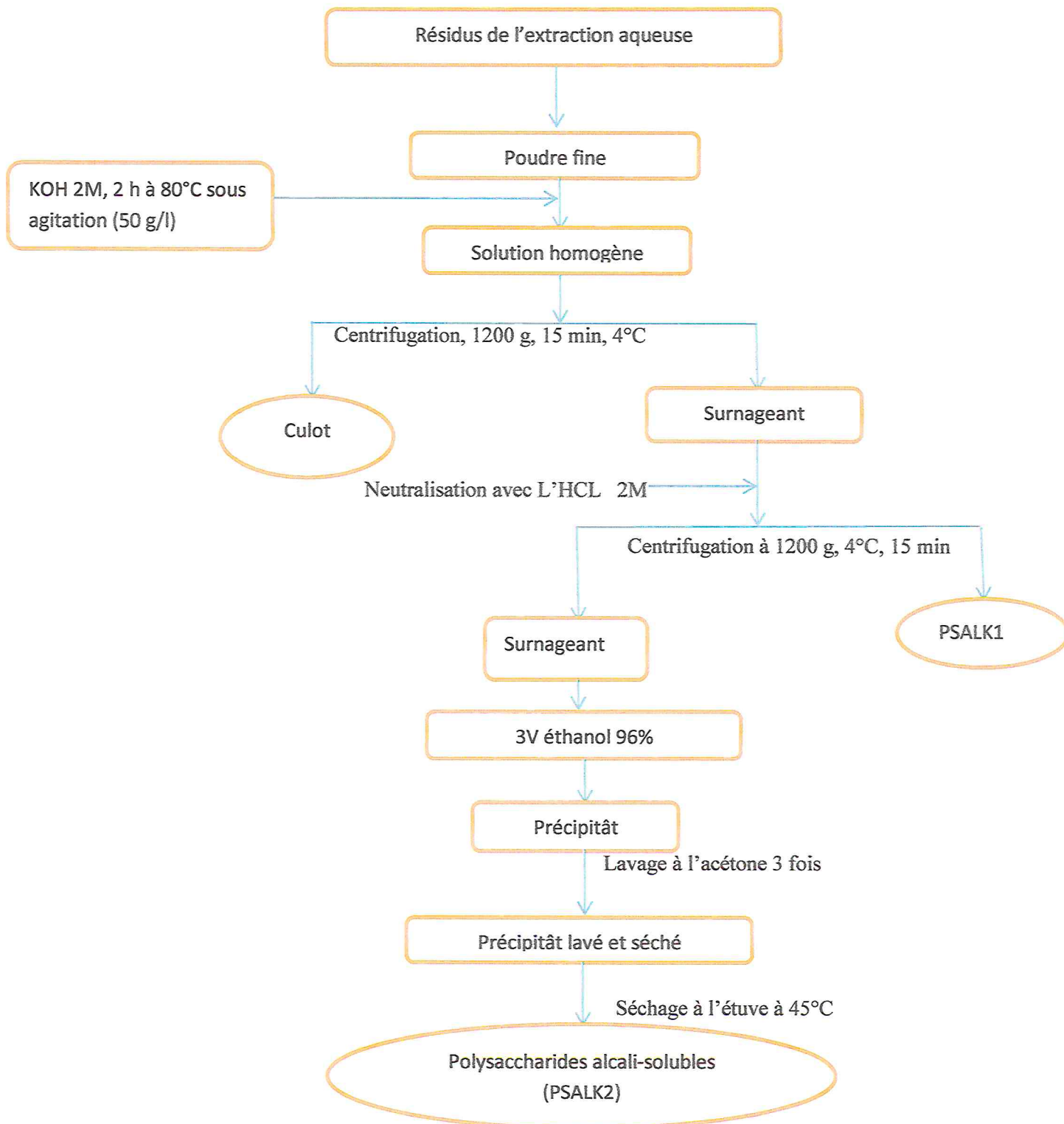
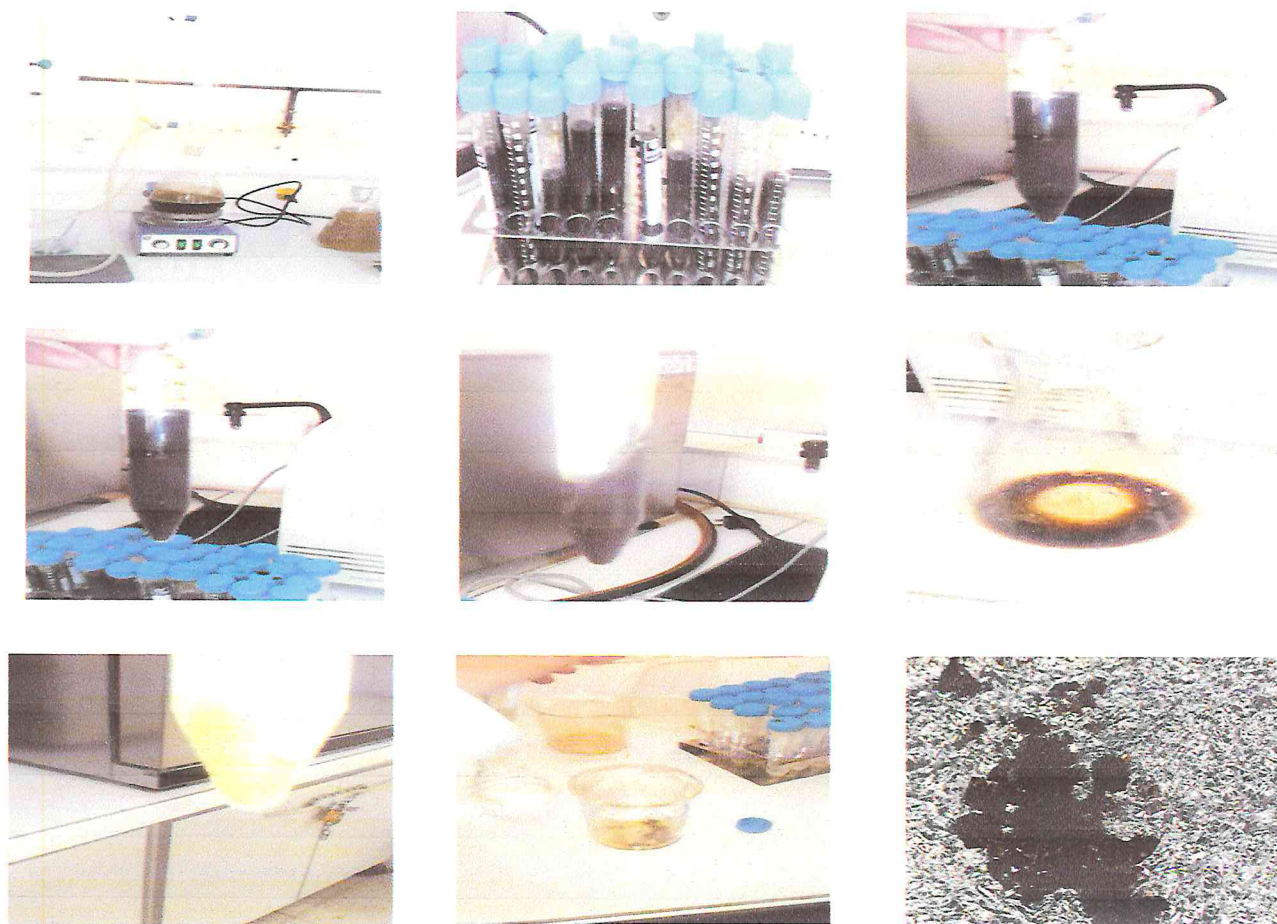


Fig. 16 : d'extractions des polysaccharides alcali-solubles de Benaoun, F. (2017).

2.2 Extraction des polysaccharides alcalins

Mode opératoire

Les résidus de l'extraction aqueuse ont été séchés pour donner la poudre fine, et pesé la poudre nous avons trouvé 27,05g et on a ajout 270,5 ml KOH 2h à 80°C sous agitation à reflux pour à cause de obtenir sur solution homogène, il est gardée dans les tubes de centrifuge pour centrifugations ,1200 g ,15min, 4°C et donnée culot est rejeté et le surnageant neutralisation avec L'HCL 2M et après centrifugé le surnageant et donc donner surnageant et PSALK1 , PSAKL1 lavée à éthanol et après à l'acétone ;Alors récupérer PSALK1 dans la cristallisoir et séché. On à ajouter l'éthanol sur le surnageant et filtration sous vide sur papier wattman le culot rejeté et centrifugée le surnageant, rejeter le surnageant et conserver le culot (PSALK2) et laver 3 fois à l'acétone, à la fin récupérer PSLK2 dans les cristallisoirs et séché dans l'étuve à 45°C



PSALK1, PSAKL2

Fig.17 : photos des différentes étapes d'extraction alcaline

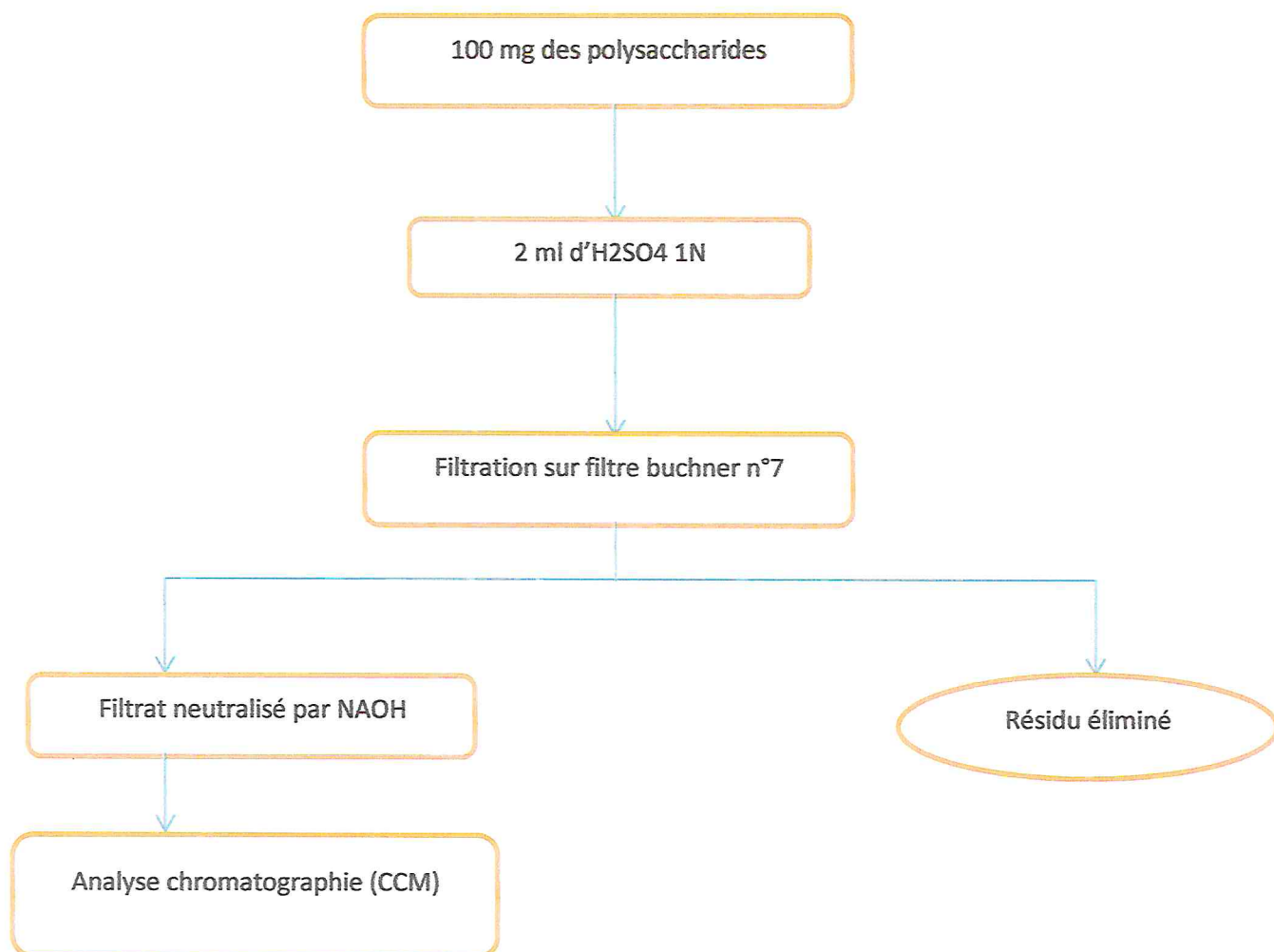


Fig. 18 : Hydrolyse acide partielle des polysaccharides (d'après REIS, 1975)

2.3. Analyse chromatographie :

L'analyse qualitative par chromatographie sur couche mince (CCM) est utilisée pour déterminer les oses neutre dans les fractions polysaccharidiques pariétale, cette technique a été utilisée par (Randerth, 1971). A cet effet, des chromatographies monodimensionnelles ont été effectuées sur des plaques en gel de silice 60G Polygram (Merk) de 0.25mm d'épaisseur.

2.3.1 Hydrolyse partielle :

Les polysaccharides sont hydrolysables par les acides dilués comme (H_2SO_4).

Dans des flacons contenant 100mg de polysaccharide, on ajoute 2ml d' H_2SO_4 1N, ces flacons sont bien fermés et placés pendant 4heures au bain marie à une température de $100^{\circ}C$. Les hydrolysats sont filtrés sous vide sur filtre Buchner en verre fritté n°7. Le résidu est éliminé, les filtrats sont neutralisés par NAOH.

2.3.2 Préparation des solutions des sucres témoin :

Les sucres témoins sont préparés à concentrations de 0.025g /ml dans l'eau distillé, il s'agit de D-glycose, D-galactose, D-manose, D-arabinose, D-xylose, L-fructose.

2.3.3 Préparation du solvant de migration :

Le Solvant utilisé pour l'étude chromatographique des polysaccharides pariétaux des palmes de *chamaerops humilis* L, le solvant de migration est préparé de (60ml d'acétate d'éthyle sont mélangés à 15ml d'acide acétique, 15ml de méthanol et 10ml d'eau distillée) (ADACHI 1965).

2.3.4 Préparation du révélateur des sucres :

Le révélateur utilisé pour l'étude chromatographique des polysaccharides pariétaux des palmes de *chamaerops humilis* L, la préparation du révélateur des sucres, qui est l'aniline diphénylamine (DPA)-acide phosphorique à 85% dont la composition est la suivante :

Solution A : 2% d'aniline dans l'acétone.

Solution B : 2% de DPA dans l'acétone.

A l'emploi, on mélange les deux solutions avec 10ml d'acide phosphorique. (GIRI et NIGAM 1953).

Le dépôt des échantillons s'effectue sur des repères distante à l'aide d'une seringue, qui permet de déposer des gouttes qui ne dépassant pas 2mm de diamètres. Les témoins sont déposés dans les mêmes conditions pour pouvoir identifier les échantillons.

Après le séchage des chromatogrammes, la plaque est placée verticalement dans la cuve contenant le solvant de migration et à saturation.

La migration est arrêtée au bout de 3 heures lorsque le front du solvant atteint une hauteur de 16cm. Après séchage à l'air libre, des oses est révélée par pulvérisation du révélateur sous hotte.

2.4 Dosage des sucres totaux :

La composition en sucres totaux constitutifs des différentes fractions a été déterminée *via* l'utilisation de la méthode de dosage colorimétrique développée par Dubois et al. (1956). On peut noter que les acides uroniques sont également détectés par cette méthode.

2.4.1 Principe :

Sous l'action d'acides minéraux concentrés et à chaud, les hexoses et pentoses du milieu subissent une déshydratation interne poussée, suivie d'une cyclisation aboutissant à la formation de dérivés du furfural et 5-hydroxyméthylfurfural, réagissant avec le phénol. La formation d'un complexe jaune-rouge permet de suivre la concentration en sucres totaux de l'échantillon en lisant l'absorbance à 485 nm.

2.4.2 Matériels et réactifs :

Phénol. Acide sulfurique 95-97%. Solution aqueuse de phénol à 5% (m/v). Glucose. Eau ultra pure. Echantillons à analyser (1 à 10 g/L selon l'analyse, avec dilutions si nécessaire. Bain marie. Spectrophotomètre.

2.4.3 Mode opératoire :

Dans des tubes de dosage en verre, introduire 1 ml d'échantillon et placer les tubes. On ajoute ensuite 1 ml de la solution aqueuse de phénol 5%, les tubes sont soigneusement agités

Après ajouter à l'aide d'une pipette 5ml d'acide sulfurique concentré 96% avec vortex, les tubes sont maintenus à 100°C pendant 5 min. Refroidir Les tubes dans un bain glacé ensuite incubés à l'obscurité pendant 30 mn. L'absorbance est mesurée à $\lambda=485$ nm.



Fig. 19 : photos des différentes étapes du Dosage des sucres totaux.

2.5 Activité antioxydant

2.5.1 Principe :

Les activités anti oxydantes des extraits et de l'acide ascorbique ont été évaluées en utilisant le 2,2'-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH) selon le protocole adapté de Yamaguchi et al. (1998). Le pourcentage d'inhibition de DPPH est calculé selon l'*Équation suivante* :

$$\text{Inhibition de DPPH(\%)} = \left(1 - \frac{A \text{ échantillon}}{A \text{ témoin}}\right) \times 100$$

Avec *A échantillon* est l'absorbance à 517 nm de 1mL d'échantillon (0-5 g/L) avec 1 ml de méthanol.

; *A témoin* est l'absorbance à 517 nm de 1 ml de l'eau distillée avec 1mL de DPPH 0.04 mM dans méthanol et *A0* est l'absorbance à 517 nm de 1 ml de l'échantillon (0-5 g/L) avec 1 ml de méthanol.

2.5.2 Matériels et réactifs :

Méthanol. DPPH. Solution de DPPH 0,04M dans méthanol. Echantillons à analyser (0, 01à 0.05 g/L selon l'analyse). Eau ultra pure. Spectrophotomètre

2.5.3 Protocole :

Les échantillons sont solubilisés à des concentrations comprises entre (0,01 à 0,05 g/L) dans l'eau ultra pure. 1 ml de la solution (ou échantillon témoin) est mélangé à 1mL d'une solution de DPPH (0,04 mM dans méthanol). Après homogénéisation, le mélange est incubé 30 min à température ambiante (25 °C) à l'obscurité. L'absorbance est lue à $\lambda=517$ nm.

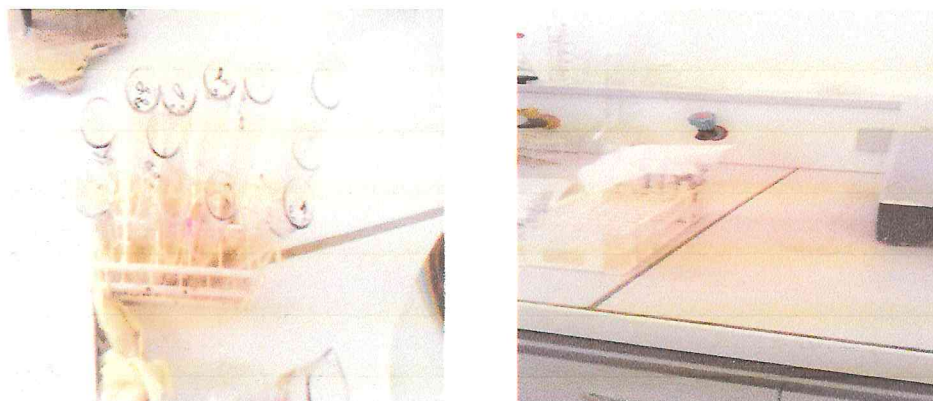


Fig.20 : photos des différentes étapes des activités antioxydants



Chapitre 03

Résultats et discussion :

Les résultats des différents extraits bruts de polysaccharides hydro- et alcali-solubles des feuilles du *Chamaerops humilis* sont développés dans ce chapitre.

1. Rendement d'extraction des différentes fractions polysaccharidiques:

Le tab (2) représente les rendements massiques de la fraction hydrosolubles (PSAQ) et la fraction alcali-solubles (PSALK) isolés des feuilles de *chamaerops humilis*. Les rendements relatifs sont calculés par rapport à la masse de matières sèches ayant servi à l'extraction. Il apparait que les rendements massiques des extraits polysaccharides hydrosolubles par rapport aux matières sèches sont de l'ordre de 3,66% pour PSAQ et 4,62% pour PSALK.

Tableau 2 : Rendement des polysaccharides les palmes du *Chamaerops humilis L.*:

	E aq	E al
Poudre végétal (g)	50 g	27,05g
Matière finale (g)	1.83 g	1.23 g
Pourcentages (%)	3.66 %	4.62 %

Ces rendements sont, en général en dessous de ceux décrits dans la littérature. **Benaoum (2017)** ont obtenu un rendement similaire de 3,4% pour PSAQ des feuilles de *Urginea horticiflora*. **Boual et al (2015)** ont obtenu des rendements très faible pour un extrait de polysaccharides hydrosolubles issus des feuilles de *P. notata*.

De manière générale, l'hétérogénéité des rendements d'extraction est à la fois due aux plantes concernés et aux parties de la plante à analyser mais aussi au protocole d'extraction utilisés. Les procédures associées à leurs extractions seront également variables, le mucilage étant par exemple plus facilement extractibles en condition aqueuse que des xylanes de paroi, qui pourront nécessiter des traitements alcalins ou acide.

Plus récemment, **Yu et al (2017)** ont respectivement obtenu des rendements d'extractions de 4,5%.

2.Taux en sucres totaux :

Le dosage des oses totaux est réalisé par la méthode de **Dubois et al. (2015)**. Les extraits provenant des feuilles de *chamaerops humilis* (PSAQ) et (PSALK) semblent riches aux oses

totaux. De part de ces résultats, la plante présente un rendement d'extraction assez faible pour l'extrait aqueux et alcalin mais une composition en oses totaux supérieure (22).

Les résultats obtenus, nous remarquons que les concentrations d'oses neutres d'extrait aqueux plus élevés que d'extrait alcalin. Des études réalisées par d'autres chercheurs, ont montré que le taux d'acides uroniques et d'oses neutre subis des variations considérables d'un matériel végétal à l'autre.

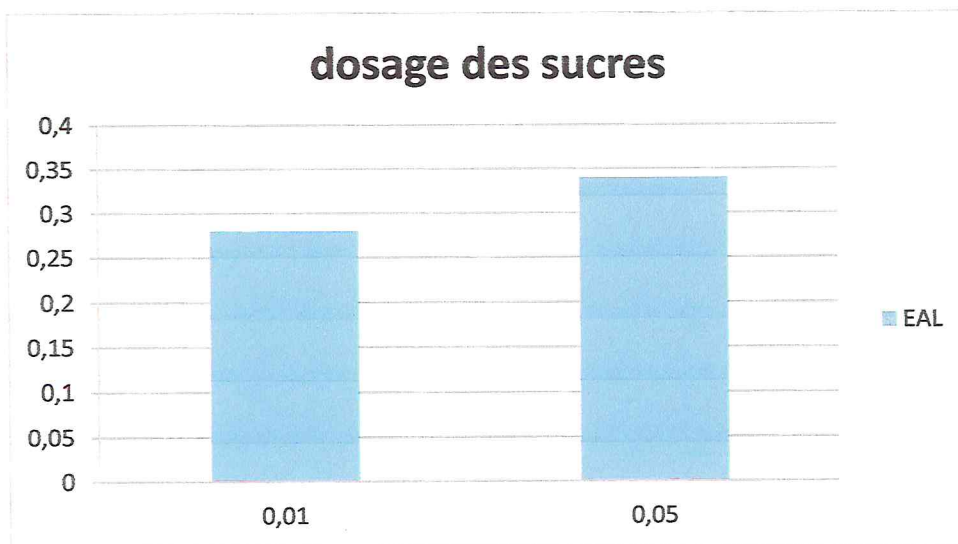


Fig.21: Histogramme montrant le taux de sucre des polysaccharides (EAL) de *Chamaerops humilis L.*

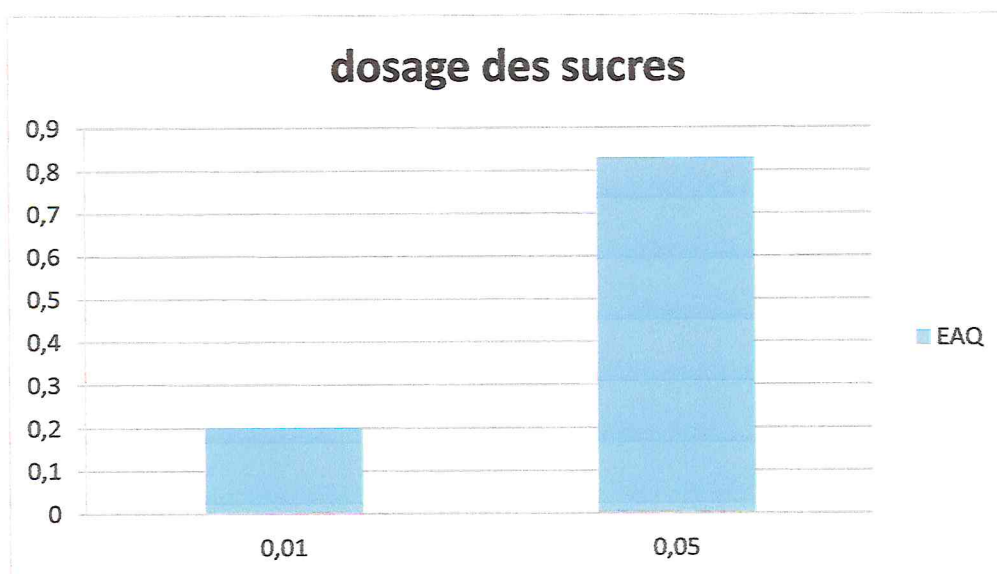


Fig.22: Histogramme montrant le taux de sucre des polysaccharides (EAQ) de *Chamaerops humilis L.*

3. Activité antioxydante :

Les espèces réactives de l'oxygène (ERO) et les radicaux libres sont produits en continu au cours du métabolisme. Ces radicaux libres sont, lorsque les systèmes de défense antioxydants sont insuffisants, à l'origine d'un état de stress oxydatif conduisant à diverses maladies dégénératives. En conséquence, l'utilisation de composés antioxydants naturels peut prévenir les troubles du stress oxydatif (**Fakhfakh et al., 2017**). Le DPPH ou 2,2-diphényl-1-picryl(hydrazyl) est un radical stable qui peut être utilisé pour évaluer le pouvoir de réductions des radicaux libres par des antioxydants. En effet, le DPPH absorbe à 517 nm et cette absorbance diminuera proportionnellement à la présence de substances oxydantes, excepté en présence d'antioxydants qui le maintiennent dans un état réduit (**Han et al., 2016**).

Le pouvoir antioxydant de certains extraits des feuilles de *Chamaerops humilis L.* ainsi été évalué par le dosage du pourcentage d'inhibition de l'oxydation du DPPH (**Figure.23,24**).

Les résultats observés sur la **Figure 23,24** montrent que les deux extraits de plante investie présentent des activités antioxydantes vis à vis des radicaux DPPH. Elles restent cependant nettement inférieures à celle de l'acide ascorbique utilisé comme témoin.

Les résultats obtenus par le protocole de **Yamaguchi et al.(1998)**, montrent les pourcentages d'inhibition des polysaccharides de l'extrait aqueuse plus importante par rapports d'extrait alcalin.

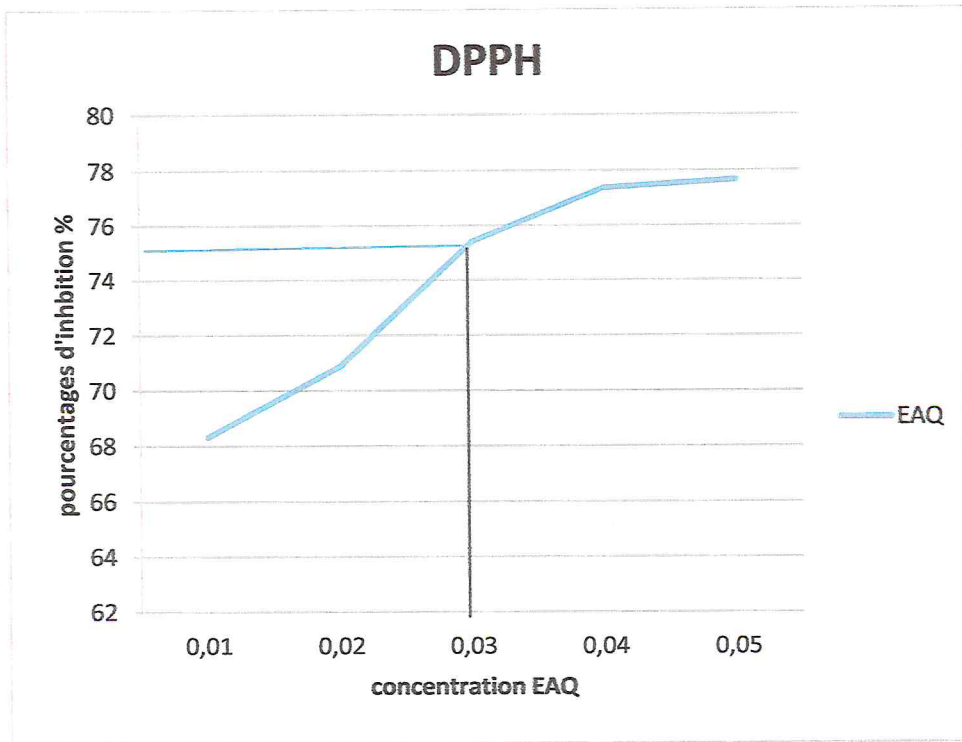


Fig. 23 : Courbe montrant les pourcentages d’inhibitions des polysaccharides (EAQ) de *chamaerops humilis L.*

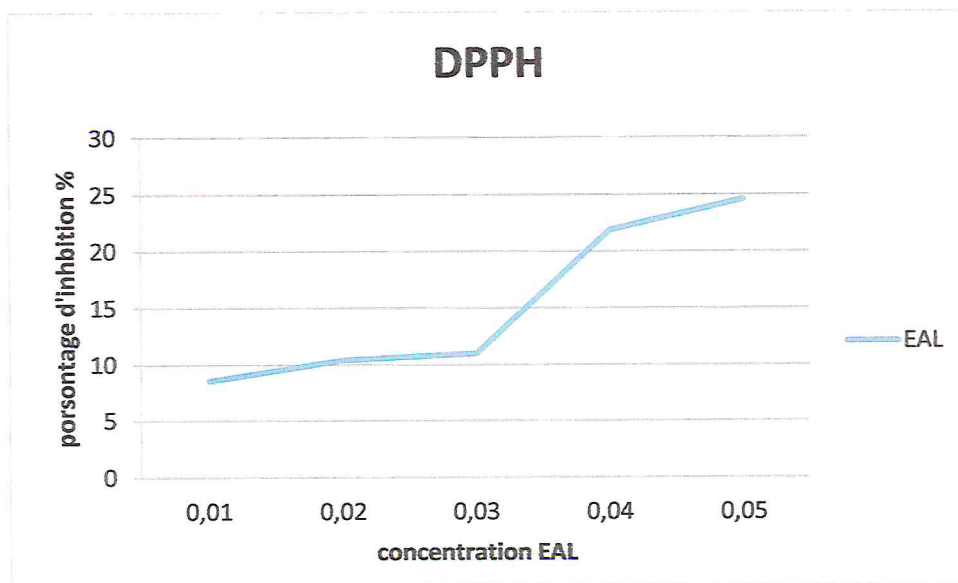


Fig. 24 : Courbe montrant les pourcentages d’inhibitions des polysaccharides (EAL) de *Chamaerops humilis L.*

Le pouvoir antioxydant des polysaccharides extrait des feuilles de *chamaerops humilis L* a été évalué par le dosage de l’activité anti-radical DPPH. Le test anti-radical DPPH est sans conteste la principale méthode utilisée pour évaluer le pouvoir de réduction des radicaux

Libres par des molécules antioxydants (Delattre et al, 2014; Elboutachfaiti et al, 2011). Comme observé sur la Figure, pour chaque concentration testée, les polysaccharides extraits des feuilles de *Chamaerops humilis L*, présente une activité antioxydant vis à vis des radicaux DPPH. Cependant, il est à noter que pour toutes les concentrations testées (de 0,01 à 0.05 g/L), ces activités anti radicalaires d'extrait aqueuse sont toujours plus élevée. A partir de ces mesures, une CI50 (concentration efficace médiane) de 0.03 g/L a été estimée pour les polysaccharides des feuilles de *Chamaerops humilis L*.

Cette valeur est supérieure à celles d'autres polysaccharides antioxydants décrits tels que les polysaccharides d'*Allanblackia floribunda* possédant une CI50 de 0,003 g/L ou encore les polysaccharides de *Chromolaena odorata* possédant une CE50 d'environ 0,004 g/L (Boudjeko, 2015). Toutefois notons que pour un grand nombre de polysaccharides décrits comme antioxydants efficaces (CI50<0,1g/L) la présence de contaminants phénoliques (composés phénoliques antioxydants) vient fausser l'estimation de leurs capacités antioxydants intrinsèques entraînant ainsi des surestimations concernant les valeurs de CI50 (Hu et al, 2016). En règle générale, les propriétés anti-radical DPPH des antioxydants naturels tels que les polysaccharides peuvent être corrélées à leur capacité de donneur d'hydrogène (Hu et al., 2016 ; Delattre et al., 2015).

4. Analyse qualitative de deux extraits polysaccharidiques aqueux et alcalins :

L'identification des monosaccharidique de PSAQ et PSALK ont été étudiés par CCM après hydrolyse acide partielle ce qui permet la libération des différentes monosaccharidiques constitutifs sont représentés dans la (planche I).

PSAQ :

Le calcul de son Rf montre la présence d'un ose majoritaire qui est la glucose et un autre spot bien représenté qui est le galactose.

Ces résultats montrent bien que la fraction d'extrait aqueux est de type **galactoglucane**.

PSALK :

La fraction du polysaccharide d'extrait aqueux est composée principalement de résidus de glucose et galactose. Cette composition suggère la présence d'un hétéroglucane. Ce résultat est cohérent avec d'autres études décrites dans la littérature (**Bouhafoun, 2010**).

Des résultats similaires ont été trouvés dans les hémicelluloses des tissus foliaires de *stipa ténacissima* et (**Benyamina, 1996**).

Le galactose est le composé prédominant avec le glucose et le glucose des polysaccharides isolés des feuilles de *chamaerops humilis*, ce qui suggère probablement la présence d'un polysaccharide de type galactoglucane.

	Extrait aqueux	Extrait alcalins
<i>Chameorops humilis</i>	Galactose Glucose	Galactose Glucose

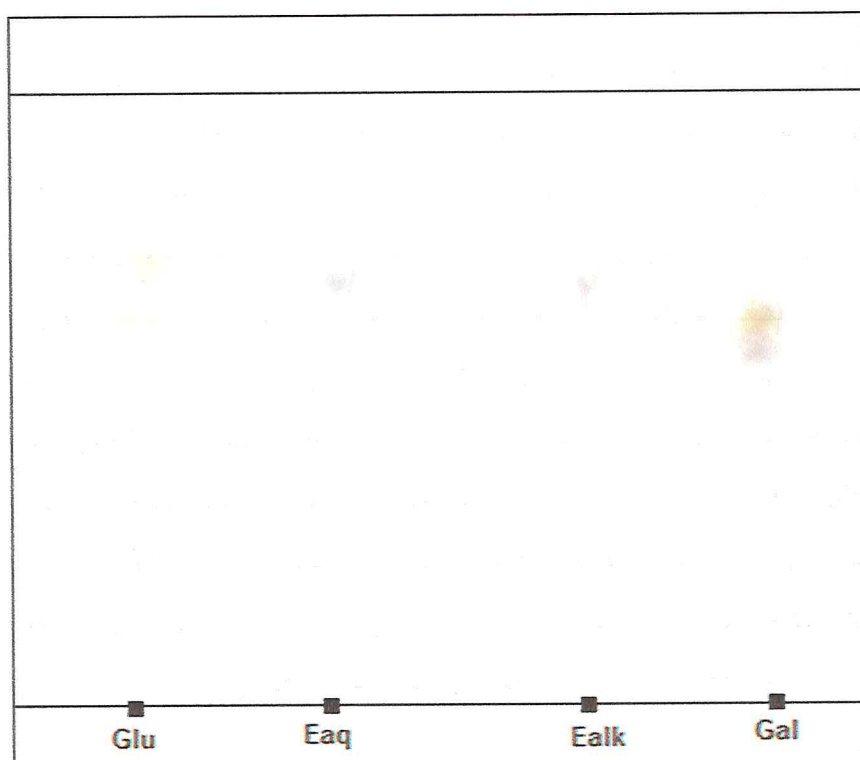


Planche.I : montrant la composition osidique des extrait aqueux et alcalins des polysaccharides des feuilles de *Chamaerops humillis*.

Légendes :

Glu : glucose

Gal : galactose

Eaq : extrait aqueux

Ealk : extrait alcalin

Conclusion :

L'objectif de cette étude était d'extraire et d'évaluer le potentiel des polysaccharides hydro et alcali-solubles de polysaccharides des feuilles. Les résultats obtenus montrent que les rendements des différents extraits polysaccharidiques sont de 3,66% pour l'extrait aqueux et 4,62% pour l'extrait alcalin. Le taux de sucres totaux de l'extrait aqueux est plus important par rapport à l'extrait alcalin, nous observons que le taux de sucres augmente proportionnellement avec la concentration utilisée.

Les polysaccharides se révèlent être d'excellents antioxydants, présente une activité antioxydant vis à vis des radicaux DPPH, ces activités anti-radicalaires d'extrait aqueux sont toujours plus élevée. A partir de ces mesures, une CI50 (concentration inhibition médiane) de 0.03 g/L a été révélé. L'intérêt porté aux antioxydants naturels, tel que les polysaccharides montrent une propriété thérapeutique caractérisée par une réduction du nombre des radicaux libres.

La chromatographie par couche mince des polysaccharides hydrosolubles et alcalisolubles des feuilles *C. humilis* indique la présence de galactose et de glucose comme oses majoritairement présents en grande quantité.

Une analyse de la composition des 'extrait des polysaccharides des feuilles *C. humilis* semble être nécessaire pour révéler l'hétérogénéité et la prédominance des oses neutres. Une cinétique d'hydrolyse acide partielle est importante pour donner des meilleurs résultats. La recherche de certaines activités biologiques associées à ces polysaccharides à savoir l'effet prébiotique sera appréciable et très recherché.



Bin marie



Etuve



Centrifugeuse



Spectrophotomètre

Référence

Ahmed, S. A., Hassan, H. M., Ahmed, S. A., & Elghandour, A. H. (2015). Comparative Investigation of Minerals, Amino acids, Lipoidal Contents and General Analysis of *Chamaerops humilis* L. Organs Growing in Egypt. *Journal of American Science*, 11(9).

Aliotta G. & Pollio A., 1994. Useful plants in renal therapy according to Pliny the Elder. *American Journal of Nephrology*, 14: 399-411.

ANDERTH, 1971

Barkaoui ., (2016) Activité antibactérienne des extraits flavonoïdiques de *Chamaerops humilis* L.

Beccari O. et Pichi-Sermolli R.E.G., 1956. Subfamiliae Arecoidearum palmae gerontogaeae. *Webbia*, Vol. 11: 1-188.

Beghalia M., Ghalem S., Allali H., Belouatek A. & Marouf A., 2008. Inhibition of calcium oxalate monohydrate crystal growth using Algerian medicinal plants. *Journal of Medicinal Plants Research*, 2: 66-70.

Bellakhdar J., Claisse R., Fleurentain J. & Younos C., 1991. Repertory of standard herbal drugs in the Moroccan pharmacopoeia. *Journal of Ethnopharmacology*, 35: 123-143.

Benjamin., P (2016) Extraction et caractérisations (structurale et physico-chimique) de polysaccharides hydrosolubles issus de cladoces de *Cereus triangularis*.

Benmehdi H., Hasnaoui O., Benali O., Salhi F., 2012. Phytochemical investigation of leaves and fruits extracts of *Chamaerops humilis* L. *J. Mater. Environ. Sci.* 3 (2) 320-237.

Benyamina H., 1996 . Analyse qualitative et quantitative des fractions parietales : Cellulose , hemicelluloses et pectines des tissus foliaires d'*Aristida pungens* L. des hauts plateaux Algériens. Thèse de Magister . ISN, Oran. 121P.

Blombery A. & Rodd T., 1988. An informative, practical guide to palms of the world. Their cultivation, care and landscape use. Angus & Robertson Publishers.

Blumenthal M., Goldberg A. & Brinckmann J (Ed)., 2000. *Herbal Medicine: Expanded Commission E Monographs*. Austin, Texas, American Botanical Council; Boston, Integrative Medicine Communications, p.640.

Barnod F.1980 .la cellulose In :Monties B ,1980. Les polymères végétaux. Ed .Gauthier villards , Paris , 66-86 P.

Référence

Benaoun, F., 2017. caractérisation structurale et potentiel biologique des polysaccharides issus de *Plantagonotata Lagasca* (plantaginaceae) et *Urgineanotctiflora Batt. Trab* (Liliaceae) (Doctoral dissertation, Clermont Auvergne).

Boudjeko T., Megnekou R., Woguia A.L., Kegne F.M., Ngomoyogoli J. E.K.T., Chapoum C.D.N., Koum O., 2015. Antioxidant and immunomodulatory properties of polysaccharides from *Allanblackia floribunda* Oliv stem bark and *Chromolaena odorata* (L.) King and H.E. Robins leaves. *BMC Research Notes* 8 : 759.

Boual Z, Pierre G, Delattre C, Benaoun F, Pett E, Gardarin C, Michaud P. et Ould el hadj M. D., 2015. Mediterranean semi-arid plant *Astragalus armatus* as source of bioactive galactomannan. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, vol.5 : 10-18

Bouhafsoun 2010

Brunie Geoff, Forrester Sue, Greige, Guest Sarah, Harmony Michelle, Hopley Sue, Jackson Gregory, Lavark Peter, Ledgett Melanie, McDonald Ross, Macoboy Stirling, Molyneux Bill, Moodie Douglas, Moore Judy, Newman Dalys, North Tim, Pienaar Kristo, Purdy Graeme, Ryan Stephen, Schien Gina Et Silk Julie, 2003. *Botanica. Encyclopédie de botanique et d'horticulture. Plus de 10 000 plantes du monde entier*. Editions Konemann.

Carpita N.C., Gibeaut D.M., 1993. Structural models of primary cell walls in flowering plants : consistency of molecular structure with the physical properties of the walls during growth. *Plant Journal: for cell and molecular biology* 3 : 1-30.

Chemchame Y., 2011. Caractérisation, mise en évidence et quantification des formes des colorants réactifs bifonctionnels. Université Mohammed V-AGDAL Faculté des sciences Rabat, Thesis Rabat Maroc, 216 p. Adler S., Verdeil J., Lartaud M., Fock-Bastide I., Joët T., Conéjéro G., Noirot M., 2014. Morphological and histological impacts of the laurina mutation on fructification and seed characteristics in *Coffea arabica* L. *Trees* 28 : 585-595.

De Cherisey H., 2015. Etat de l'art sur la production de molécules chimiques issues du bois en France. Agence de l'environnement et de la Maitrise de l'Environnement, 12 p.

Delattre C., Pierre G., Gardarin C., Traikia M., Elboutachfati R., Isogai A., Michaud P., 2014. Antioxidant activities of a polyglucuronic acid sodium salt obtained from TEMPO mediated oxidation of xanthan. *Carbohydrate Polymers* 116 : 34-41.

Référence

Dubois M., Gilles K.A hamilton J.K Rebers P.A Smiith F.,1965 coloremtric methode dfor determination of sugar and related substances Anal .Chem .,28 :350-356

enhatsoun,2014

Francois J., Michel n .,Janvier A .,2002 . les cahiers de medecine naturelle du S .O.E.In [www.campa.net/soe/choleste/moyen .htm](http://www.campa.net/soe/choleste/moyen.htm)

Giri et Nigam ., 1953 In : Benahmed A 1997 .Analyse qualitative et quantitative des fraction partiels : cellulose, hemicelluloses pectines des tissus foliaires d'Aristida pungens L .des hauts plateaux Algérien.Thèse de Magister ,ISN.Oran

Grant G.T., Morris E.R., Rees D.A., Smith P.J. C., Thom D., 1973. Biologicalinteractions between polysaccharides and divalent cations: The egg-box model. Federation of European Biochemical Societies Letters 32 : 195–198.

Hachme ., (2014) Biochimie et valorisation des macromolécules à intérêt industriel

Habibi Y., Mahrouz M., Vignon M.R., 2005. Isolation and structural characterization of protopectin from the skin of *Opuntia ficus-indica* prickly pear fruits. Carbohydrate Polymers 60 : 205-213.

Hasnaoui O ., Bouazza M ., Benali O.et Thinon M., 2011.Ethnobotanical study of *chamaerops humilis* L.var .*argentea* André (Areaceae).Agriculture journal, Vol .3 Is. 2 P.N°76-80.2011

Hasnaoui O., Bouazza M., Thinon M., 2006. Contribution à l'étude de la régénération naturelle de *Chamaerops humilis* L.var.*argentea* André dans les zones arides et semi arides de la région de Tlemcen (Algérie occidentale). Bull. Soc. linn. Provence, t.57.

Hijazi, 2011. Caractérisation structurale et fonctionnelle d'AGP31, une glycoprotéine atypique de la paroi chez *Arabidopsis thaliana*.Université Toulouse III Paul Sabatier, Thesis Toulouse, 148 p.

Hu S., Yin J., Nie S., Wang J., Phillips G.O., Xie M., Cui S.W., 2016. In vitro evaluation of the antioxidant activities of carbohydrates Bioactive . Carbohydrates and Dietary Fibre 7 : 19-27.

Jonson D .and the IUCN/SSC palm Specialiste Groupe , 1996.Palms : their conservation and sustained utilisation .status survery and conservation action plan .

Khoudali S., Benmessaoud D. , Essaqui1 A., Zertoubi M., Azzi M., Benaissa M. (2014). Étude de l'activité antioxydante et de l'action anti corrosion de l'extrait méthanolique des

Référence

- Fakhfakh N., 2016 Hamida J., Mourad J., Mostafa R., Lassaad B., Moncef N., Nacim Z., the mallow malva ageptiaca L (Malvaceae); phytochemistry analysis ane feuilles du palmier nain (*Chamaerops humilis* L.) du Maroc. *Journal of Materials and Environmental Science*. 5 (3), 887-898
- Kokwaro J.O., 1976. *Medicinal Plants of East Africa*. East African Literature Bureau, Nairobi, Kenya.
- Maire R., 1957 flore de l'Afrique du Nord .Edition Paul Lechevalier , Paris. Volume IV .407 P
- Mazliak P., 1982. Croissance et développement. *Physiologie végétale II*. Collection
- McCann M.C., Shi J., Roberts K., Carpita N.C., 1994. Changes in pectin structure and localization during the growth and NaCl-adapted tobacco cells. *Plant Journal* 5 : 773-785.
- McNeil M., Daevill A.G., Fry S.C., Albersheim P., 1984. Structure and functions of primary cell walls of plants. *Annual Review of Biochemistry* 53 : 625-663.
- Medjati N. (2014) Contribution à l'étude biologique et phytoécologique du *Chamaerops humilis* L., dans la partie occidentale de l'Algérie.
- Moine C., 2005. Extraction, caractérisation structurale et valorisation d'une famille d'hémicelluloses du bois. Université de Limoges. Thesis Limoge, 240 p.
- Motti, R., Antignani, V., & Idolo, M. (2009). Traditional plant use in the Phlegraean Fields Regional Park (Campania, Southern Italy). *Human ecology*, 37(6), 775-782.
- Muschitz A., Faugeron C., Morvan H., 2009. Response of cultured tomato cells subjected to excess zinc: role of cell wall in zinc compartmentation. *Acta Physiologiae Plantarum* 31 : 1197-1204.
- O'Neill M., York W., 2003. The composition and structure of plant primary walls. In Rose JKC (ed) *The plant cell wall*. Blackwell, Oxford :1-54.
- Pérez.S, Rodriguez-Carjaval M.A., Doco T., 2003. A complex plant cell wall polysaccharide: rhamnogalacturonan II. A structure in quest of a function, *Biochimie* 85 : 109-121.
- Quezel P. et Santa S. avec la collaboration technique de M me Schotter O., 1962 .Nouvelle flore de et des regions désertiques méridionales .Tome I. Edition du centre national de la recherché scientifique , Paris .20 planches phto , 558 p .
- RADACHI1965**
- REIS, D 1975 Etud.e préliminaire des polysaccharide des parois cellulaires dans l'hypocotyle en croissance des phaseolus aureus C.R.Acad .Sci., paris , Sér.D , 281 : 123-126
- Renard C.M.G. C.; Crépeau M.J.; Thibault J.F., 1995. Structure of the repeating units in the rhamnogalacturonic backbone of apple, beet and citrus pectins. *Carbohydrate Research* 275 : 155-165.

Référence

Thompson N.S ., 1981 .In Benahmed ., A ., 1997 .Analyse qualitative et quantitative des fraction partiels : cellulose, hemicelluloses pectines des tissus foliaires d' Aristida pungens L .des hauts plateaux Algérien.Thèse de Magister ,ISN.Oran.

Saulnier L., Brillouet J. M., Moutounet M., 1988. Nouvelles acquisitions structurales sur les substances pectiques de la pulpe de raisin (New structural data on petic substances from grape pulp). *Connaiss. Vigne Vin* 22 : 135-158.

Savo, V., La Rocca, A., Caneva, G., Rapallo, F., & Cornara, L. (2013). Plants used in artisanal fisheries on the Western Mediterranean coasts of Italy. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, 9(1), 1.

Simon J., Müller H.P., Koch R., Müller V., 1998. Thermoplastic and Biodegradable Polymers of Cellulose. *Polymer Degradation and Stability* 59 : 107-115.

Voragen A.G.J., Pilnik W., Thibault J.F., Axelos M.A.V., Renard C.M.G.C., 1995. Pectins In *Food polysaccharides and their applications*: Stephen, A.M., Ed. Marcel Dekker., New York, 287-339.

Walter H et straka H., Areal Kunde, Ulmer Verlag, Stuttgart, 1970, 478 p.Citer dans M. Gast, « Doum », in 17 | Douiret – Eropaei, Aix-en-Provence, Edisud (« Volumes », no 17), 1996 [En ligne], mis en ligne le 01 juin 2011, consulté le 28 mars 2016. URL: <http://encyclopedieiberbere.revues.org/2090>.

Yamaguchi-iwai y, et al. (1998) homologous recombination, but not dna repair, is reduced in vertebrate cells deficient in rad52. *Mol cell biol* 18(11):6430-5

Yu et al (2017