



République Algérienne Démocratique et Populaire



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de La recherche Scientifique

Université Abbas Laghrou Khenchela

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département De Biologie

*Mémoire en vue de l'Obtention du Diplôme de
De Master*

Option : biochimie appliquée

Par

Kemaoun Chiheb-eddine

Thème

Estimation de la teneur en sucres totaux en cellulose
brute des déchets de dattes, d'oranges et de grignons
d'olives

Membres de jury

- Président: Dr. BOUAZZA Lyas université Abbas Laghrou Khenchela
- Encadreur : Dr. BOUFENNARA Souhil université Abbas Laghrou Khenchela
- Examineur: HAMADA Youcef université Abbas Laghrou Khenchela

2013_2014

Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier Allah le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur Dr: BOUFENNARA souhil, pour ses précieux conseils et ses aides durant toute la période du travail.

Je tiens également à exprimer mes sincères remerciements aux membres de jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail en acceptant de le rapporter.

Nous tenons à remercier particulièrement toute la famille pour son soutien moral pendant toutes nos années d'études.

Enfin, on remercie tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Chiheb K

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail:

A celle qui m'a transmis la vie, l'amour, le courage, à toi chère Maman toutes
mes joies, et ma reconnaissance.

À mon très cher Père qui m'a fourni au quotidien un soutien et une confiance, je
ne saurais exprimer ma gratitude seulement par des mots. Que dieu vous protège
et vous garde pour nous.

A mes très chers frères; Nader, Imane, Wissame ,

A mes chères amis; Amine.Z, , Amine.I.Mounir K , Une dédicace toute

Et à Mms; wahiba k. lilia B.

Spéciale à zahra K .M, et tous mes collègues de promotion.

Résumé

Notre travail consiste à une estimation de la teneur en sucres totaux et en fibres brute des déchets de datte, des déchets d'orange et des grignons d'olives

L'analyse de ces échantillons indique une teneur moyenne en sucres totaux de 63,05 % de la MS pour les déchets de datte, de 33.19% de la MS pour les déchets d'orange, et de 5 .01% de la MS pour les grignons d'olives.

La teneur moyenne en fibres brutes est de 7.05 % de la MS pour les déchets de datte, de 33.19% de la MS pour les déchets d'oranges, et de 35.07 % de la MS pour les grignons d'olives.

Le modèle de moindre carré montre une corrélation négative entre le taux de sucres totaux et celui de cellulose brute, ceci nous amène à dire que les sous produits riches en sucres totaux sont pauvres en cellulose brute.

Abstract

Our job consists of contents of total sugars, crude fibers and date, orrange wastes and olive's pomace estimation. The analysis of these samples showed an average total sugar content of 63.05% DM for waste date, 33.19% of the MS for orange waste and 5 .01% of DM for pomace olive.

The average crude fiber content of 7.05% DM for waste date, 33.19% of the MS for orange waste, and 35.07% of the MS to the pomace.

The least squares model shows a negative correlation between the rate of total sugars and the crude fiber, this leads us to say that in total sugar rich food the contents in crude fibbers are low.

ملخص

بحثنا يتمثل في تقييم كمية السكريات الكلية وكمية الالياف الخام لنفايات التمر، نفايات البرتقال و ثقل الزيتون. تحليل هذه العينات اوضح بمتوسط اجمالي ان كمية السكريات الكلية تقدر ب : 63.05 بالمئة من كتلة المادة الجافة لنفايات التمر .ونسبة 33.19 بالمئة من كتلة المادة الجافة من نفايات البرتقال .ونسبة 5.01 بالمئة من كتلة المادة الجافة لثقل الزيتون .وبمتوسط اجمالي لنسبة الالياف الخام تقدر ب :7.05 بالمائة من المادة الخام لنفايات التمر ونسبة نموذج يبين ان هناك . 33.19 بالمئة من المادة الجافة لنفايات البرتقال ونسبة 35.07 بالمئة من المادة الجافة لثقل الزيتون علاقة سلبية بين معدل السكريات الكلية و الالياف الخام ،يقودنا هذا الى القول ان الاغذية الغنية بالسكريات الكلية هي فقيرة بالالياف الخام.

Liste des figures

figure	Page
Figure 1. Représentation schématique de la paroi cellulaire d'un oignon (Lodish Het al., 2002)	4
Figure 2. La structure de la paroi cellulaire secondaire, construit en une série de couches de cellulose (Martine C, 2002).	5
Figure 3. Structure moléculaire de la cellulose (Sophie B, 2007).	8
Figure 4. Représentation schématique des liaisons hydrogènes inter et intramoléculaires (Sophie B, 2007)	9
Figure 5. Les niveaux d'organisation supramoléculaire de la cellulose du bois (Patrick N, 2002)	9
Figure 6. Quelques sucres importants entrant dans la composition des hémicelluloses (Sbiai A, 2011)	11
Figure 7. Structure primaire des substances pectiques (Ranveer S et al., 2005)	12
Figure 8. Représentation des trois unités composant la lignine (Cosgrove D, 2005).	14
Figure 9. Les échantillons utilisées, déchets de datte (hachef daglat nour) et l'écorce d'orange, grignons d'olive.	27
Figure 10. Les échantillons après broyage.	28
Figure 11. La formation du composé fulfural par déshydratation.	30
Figure 12. Courbe étalons des sucres totaux dosés par la méthode décrite par Dubois et al (1956).	32

Liste des tableaux

Tableau	Page
Tableau 1 : Degré de polymérisation (DP) de la cellulose provenant de différentes espèces végétales (Tayebi A. 2008 ; Sophie B, 2007). Chap 2.	8
Tableau 2. Composition chimique des principaux sous produits agricoles et agroindustriels en % de la MS.	18
Tableau 3. Compositions minérales des principales variétés de dattes en Mg/100g de Pulpe (Maatallah, 1970).	21
Tableau 4. Composition chimique de datte entière selon différents auteurs (cité par Mbarrek. Y, 1991).	21
Tableau 5. La composition de grignons d'olives en hémicellulose, cellulose et lignine (Vacarino et al, 1982).	24
Tableau 6. Teneurs en matières azotées et en constituants pariétaux de la pulpe d'agrumes (% MS).	26
Tableau 7. Préparation des dilution de la courbe étalon.	32
Tableau 8. détermination de la matière sèche des déchets de dattes, d'oranges et de grignons d'olives.	36
Tableau 9. Détermination de la matière organique et minérale des déchets de dattes, d'oranges et de grignons d'olives.	37
Tableau 10. Résultats du dosage des sucres totaux des déchets de dattes . d'oranges et de grignons d'olives.	39
Tableau 11. Résultats du dosage des celluloses brutes selon la méthode de weende (1806).	39
Tableau 12: Composition chimique des déchets de datte, d'orange et grignons d'olive.	41

Abréviations

ADF : Acid Detergent Fibre

AFSSA : Agence française de sécurité sanitaire des aliments

AOAC : Association of Analytical Communities

CB : Cellulose brute

CEE : Communauté Economique Européenne

DO : densité optique

DP : Degré de polymérisation.

ENA : Extractif non azoté

HG : homogalacturonane

HM : High Methoxyl.

HRGP : GlycoProtéine Riche en Hydroxyproline.

Hyp : Hydroxyproline.

LM : Low Methoxyl.

LMA : Low Methylated Amidated Pectins.

MAT : Matière azotée total

MG : Matière grasse

MNA : Matière non azoté

MS : Matière sèche

NDF : Neutral Detergent Fibre

NSP : non-starch polysaccharides (polysaccharides non-amylacés).

P : Poids

pH : potentiel hydrogène.

PSA : pulpe sèche d'agrumes

RG : Les rhamnogalacturonanes.

RGI : le rhamnogalacturonane I

RGII : rhamnogalacturonane II.

ST : sucres totaux

UF : Unité fourragère

UFL : Quantité d'énergie nette pour la production laitière contenu dans 1kg d'orge de référence
1UFL=1700kcal

UFV : Quantité d'énergie nette contenu dans 1kg d'orge de référence pour l'entretien et le croît
chez l'animal à l'engrais à un niveau de production de 1,5.UFV=1820kcal

UV : Ultraviolet

SD: déviation standard ou écart type;

Table des matières

Remerciement

Dédicace

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE 1

Chapitre 1: ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Les fibres alimentaires 2

1.1. Définition 2

1.2. Sources alimentaires 3

1.3. Paroi végétale 3

1.3.1. Structure 4

1.3.2. Constituants de la paroi 6

1.3.2.1. Polysaccharides de structure 6

1.3.2.1.1. La cellulose 6

1.3.2.1.2. Les hémicelluloses 10

1.3.2.1.3. Les pectines 11

1.3.2.2. Constituants non polysaccharidique 13

1.3.2.2.1. La lignine 13

1.3.2.2.2. Les extensines 14

1.3.2.3. Polysaccharides cytoplasmiques (ou polyosides non structuraux) 15

2. Les sous produits agricoles et agro-industriels dans l'alimentation des bétails 15

2.1. Les pailles 15

2.2. Les sous produits de blé et d'orge 16

2.3. Les sous produits de maïs 16

2.4. Les pulpes de betterave 17

2.5. La mélasse 17

2.6. Le marc de raisins 18

2.7. Rebut, déchets de dattes 19

2.7.1. La composition chimique des déchets dattes entier 21

2.7.2. Noyaux de dattes	22
2.8. Les sous produits de l'industrie oléicole	22
2.8.1. Les sous-produits d'huilerie	22
2.8.2. Les résidus de la taille et de la récolte	23
2.8.3. La composition chimique des grignons d'olives	23
2.9. Les sous - produits des agrumes	24
2.9.1. Composition chimique	24

Chapitre 2: MATERIELS ET METHODES

1. Localisation d'expérimentation:	27
2. Objectif	27
3. Le matériel végétal	27
4. Caractérisation chimiques des sous produits	29
4.1 Détermination de la matière sèche	29
4.2 Détermination des sels minéraux	29
4.3 Dosage des sucres totaux selon la méthode de Dubois et <i>al</i> (1956)	29
4.4 Dosage de la cellulose brute selon la méthode de Weende (1806)	33

Chapitre 3: RÉSULTAT ET DISCUSSION

1. Détermination de la matière sèche	36
2. Teneur en matière minérale et en matière organique	37
3. Résultats du Dosage des sucres totaux	38
4. Résultats du dosage des celluloses brutes	39
5. Composition chimique des échantillons	40
Conclusions générales	42
Références bibliographiques	43

Introduction générale

La population algérienne comme celle des autres pays du tiers monde souffre d'une malnutrition due surtout à un déséquilibre alimentaire entre protéine animales et végétale. Cela est dû au fait que la production animale en Algérie n'arrive pas à satisfaire les besoins du marché, laissant le pays en dépendance continue de l'étranger particulièrement en matière d'aliment du bétail.

Il se trouve, que l'industrie agro-alimentaire algérienne connaît actuellement un essor considérable engendrant par la même occasion une accumulation très importante de sous produits. Ces derniers peuvent constituer, soit une source de pollution dans le cas où ils sont jetés tels quels, soit une source d'énergie, s'ils sont revalorisés et utilisés en tant qu'aliment de bétail. Cependant, la plupart des sous produits agricoles possèdent une teneur très élevée en paroi végétale de nature très complexe et imparfaitement connue (essentiellement de nature ligno-cellulosique).

Les ruminants ont la capacité de dégrader l'aliment riche en ligno-cellulose et d'utiliser l'azote non protéique grâce à leur population microbienne du rumen. Par conséquent la connaissance de la composition chimique des sous produits agricoles est indispensable pour estimer leur valeur nutritionnelle. Plusieurs travaux de recherche sur la revalorisation des sous produits agricoles ont été entrepris. (Ghamri ,1979 ;Benattia , 1989).

Dans ce contexte, il serait intéressant de connaître la composition chimique et notamment la teneur en sucres totaux et en fibre brutes de ces sous produits.

1. Les fibres alimentaires

1.1. Définition

Depuis la définition des fibres alimentaires proposée par Trowell (1972), qui incluait dans les fibres tous les composants de la paroi végétale, très peu digérés par les êtres humains, de très nombreuses définitions plus ou moins restrictives ont été proposées par des chercheurs, industriels ou organismes publics nationaux ou internationaux. Les points abordés (ou pas, pour certaines des définitions) dans ces définitions sont les suivants :

- l'origine biologique ou synthétique des fibres (exemple: plantes, paroi cellulaire des plantes, analogues synthétiques...).
- la nature chimique des composés (exemple: glucides, polysaccharides, polysaccharides non amylacés, dérivés hydrophiles des oligo-polysaccharides, lignine...).
- le degré de polymérisation des polymères glucidiques.
- leur résistance à l'hydrolyse par les enzymes endogènes du tube digestif.
- la notion d'aliment ou de composé « comestible ».
- la référence à une méthode d'analyse (méthode AOAC, NSP...).
- une référence à leur fermentescibilité dans le côlon (exemple : fermentation totale ou partielle dans le gros intestin),
- la référence à des effets physiologiques qui peuvent être précisés (exemple: diminution de la glycémie, de la cholestérolémie) ou simplement « typiques » des fibres alimentaires (Liu S et *al.*, 1999).

Selon la définition de l'AFSSA (Agence française de sécurité sanitaire des aliments), les fibres alimentaires sont des polymères glucidiques non digérés ni absorbés dans l'intestin grêle.

Il existe une grande variété de fibres alimentaires. Elles regroupent essentiellement des constituants végétaux: cellulose, hémicellulose, pectines, lignine, gommés, alginate, amidons résistants (fraction non digérée de l'amidon dans l'intestin grêle).

D'autres composés non végétaux peuvent également échapper à la digestion dans l'intestin grêle. Il s'agit des oligosides (fructo-oligosides, α -galactosides), de produits microbiens (xanthanes) et de constituants de la carapace des crustacés (Martine C, 2002).

1.2. Sources alimentaires

Les principales sources de fibres sont les céréales et produits céréaliers, les légumes, les fruits et les légumineuses.

Les fibres insolubles se trouvent dans bon nombre d'aliments : le son de blé, les graines entières (blé, kamut, épeautre, tournesol...), les noix ainsi que les légumes riches en cellulose (brocolis, asperges, poireau...).

Les fibres solubles quant à elles sont surtout présentes dans les légumineuses (soja, pois chiches, haricots secs, lentilles...) mais aussi dans certaines céréales comme l'avoine ou l'orge et certains fruits comme les poires, pommes, agrumes, prunes (Safi N et *al.*, 2003).

1.3. Paroi végétale

Les parois végétales sont composées de polymères ainsi que de molécules de faible poids moléculaire, comme les sucres circulants. Nous sommes particulièrement intéressés aux polymères végétaux.

Il en existe deux types : les polymères non glucidiques (lignines et tanins) et les polymères glucidiques (cellulose, hémicelluloses, substances pectiques) (Carpita N and, Cann M.C, 2000).

La paroi végétale est une structure extracellulaire organisée et complexe, semi rigide et dynamique qui enveloppe la membrane cytoplasmique des cellules végétales. (Aman P et *al.*, 1993).

Elle présente des particularités uniques et joue un rôle biologique crucial elle cimente les cellules entre elle et influence leurs modalités d'interaction réciproque entourant le plasmalemma. Elle représente l'influence avec le milieu extérieur, dans laquelle s'élaborent les premières réponses cellulaires (processus de reconnaissance résistance aux agents pathogènes, rapport de symbiose etc.) (Somen A and Anita C. 2012, Ricardo A, 2009).

De plus, par une série de signaux, elle constitue aussi la voie privilégiée de passage de l'eau dans la plante, en régulant l'entrée et la sortie dans chaque cellule vivante.

Elles se construisent à partir du protoplasme lui-même, selon un plan (lamelle moyenne, paroi primaire, paroi secondaire) qui suit les étapes de l'histoire de la cellule (Sophie B, 2007).

1.3.1. Structure

La paroi de la cellule est de 0.2 μm d'épaisseur et elle recouvre complètement l'extérieur de la plante (Figure 1). La combinaison conjuguée de la pression et de la force contribue à la rigidité d'une plante. Étant donné que la paroi cellulaire ne se dilate pas, certaines protéines de la matrice sont responsables de desserrage de la structure de la paroi lorsque la cellule se développe.

En outre, la porosité de la matrice des facteurs solubles permet de diffuser à travers la paroi cellulaire et d'interagir avec des récepteurs sur la membrane plasmique de la plante. Cependant, la paroi cellulaire est un filtre sélectif.

Elle est plus imperméable que les matrices entourant les cellules animales. Alors que l'eau et les ions diffusent librement dans les parois cellulaires, la diffusion des particules avec un diamètre supérieur à 4 nm, comprenant des protéines ayant un poids moléculaire inférieur à 20 000 Da, est réduite.

C'est une des raisons pour lesquelles des hormones végétales sont des petites molécules, solubles dans l'eau (Lodish H. et *al.*, 2002; Ricardo A, 2009).

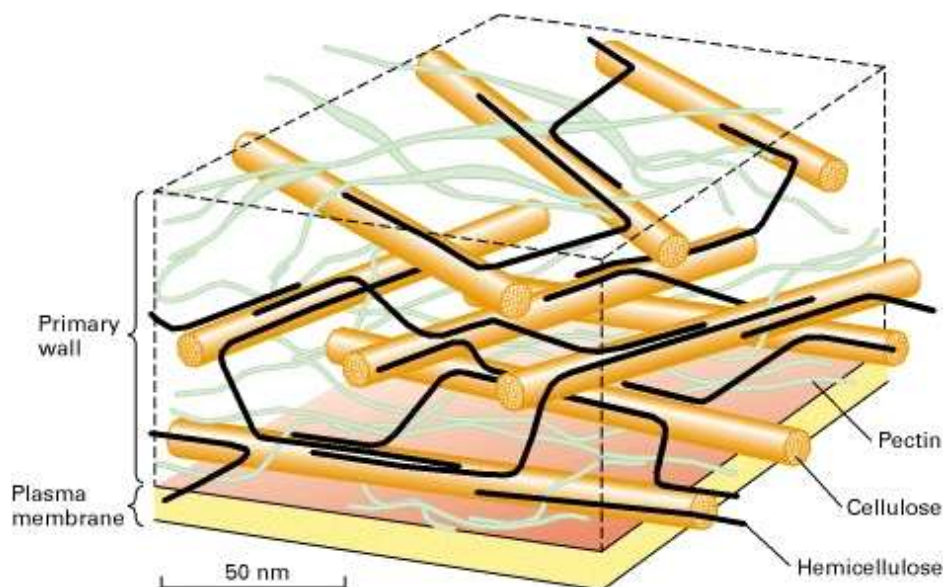


Figure 1. Représentation schématique de la paroi cellulaire d'un oignon
(Lodish H et *al.*, 2002)

La cellulose et l'hémicellulose sont disposés en au moins trois couches dans une matrice de polymères de pectine. La taille des polymères et leurs séparations sont à l'échelle (5 nm), Pour simplifier le schéma, la plupart des liaisons transversales des hémicellulose ne sont pas représentés.

Quand une cellule arrive à maturité, une paroi secondaire interne est créée (Figure 2). Cette paroi intérieure peut avoir plusieurs couches; au sein de chaque couche, les fibrilles de cellulose sont parallèles les uns aux autres, mais l'orientation est différente dans les couches adjacentes.

Une telle construction de contreplaqué ajoute une force considérable à la paroi, Comme il convient à son rôle structurel central, la cellulose constitue 20 - 30 % du poids sec de la paroi et est la molécule la plus abondante dans la paroi cellulaire (Lodish H et *al.*, 2002)

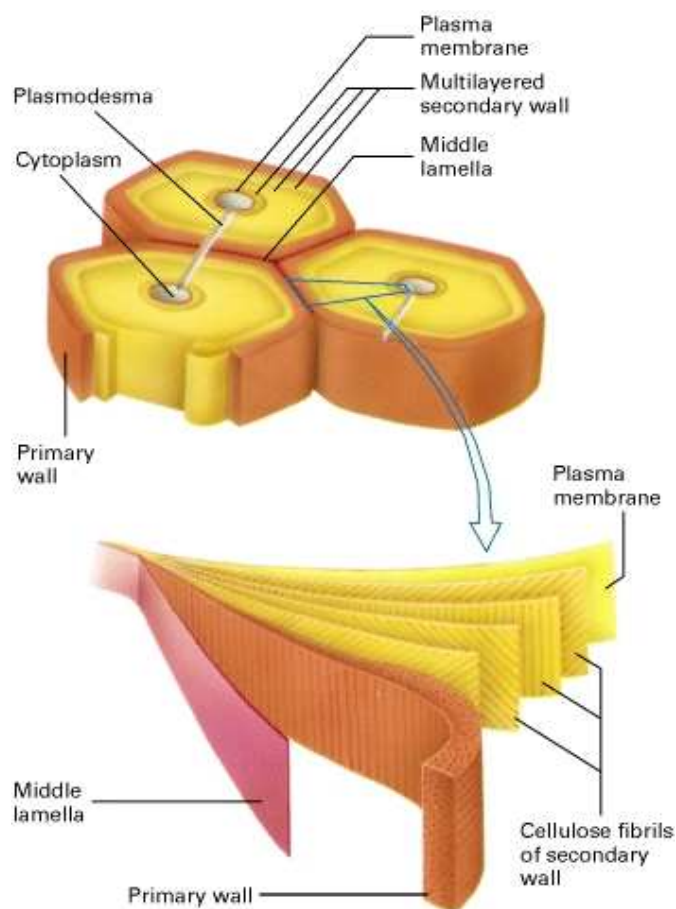


Figure 2. La structure de la paroi cellulaire secondaire, construite en une série de couches de cellulose (Lodish H *et al.*, 2002)

Au niveau de chaque couche les fibres de cellulose sont stratifiées plus ou moins dans le même sens alors que cela change au niveau de chaque couche différente (comme dans le cas de la croissance des cellules d'une plante). Elles disposent de nouvelles couches de cellulose adjacentes à la membrane plasmique. Ainsi, les couches les plus anciennes se trouvent dans la paroi principale (la paroi extérieure) et dans la lamelle moyenne (la partie

riche en pectine de la paroi de la cellule prévue entre deux cellules filles qu'elles clivent au cours de la division cellulaire).

Les plus jeunes des régions de la paroi, collectivement la paroi cellulaire secondaire, sont prévues en couches successives, à côté de la membrane plasmique.

Les cytoplasmes des cellules adjacentes sont généralement connectés par des plasmodesmes qui traversent les couches de la paroi cellulaire (Lodish H et al., 2002).

1.3.2. Constituants de la paroi

1.3.2.1. Polysaccharides de structure

Les polysaccharides présents dans la paroi des cellules végétales sont répartis en trois catégories selon leur solubilité.

1.3.2.1.1. La cellulose

Bien que la cellulose ait été utilisée pendant des siècles dans des applications très diversifiées, sa composition chimique, sa structure et sa morphologie sont restées très longtemps ignorées.

La découverte de la cellulose en tant que substance chimique revient à Payen (1838) qui suggère que les cellules des plantes sont presque toutes composées d'une même substance fibreuse qui subsiste à des traitements à l'acide ou à l'ammoniaque.

Le terme « cellulose » a été utilisé pour la première fois en 1839 dans un rapport de l'académie française sur les travaux de Payen.

Ce polysaccharide est le constituant majeur des organismes photosynthétiques et assure la protection et le soutien dans les organismes végétaux dont il constitue entre 30 et 99 % du poids sec.

On le rencontre également dans un grand nombre d'autres organismes vivants comme certaines algues (*Valonia*), quelques champignons (*Allomyces*, oomycètes (*Saprolegnia*), des bactéries, certains protozoaires (*Dyctostelium discoideum*), des procaryotes comme (*Acetobacter*) ou *rhizobium* la synthétisent également. Enfin, la cellulose est présente dans le monde animal, notamment dans la tunique d'animaux marins comme les tuniciers ou les salpes (Sophie B, 2007).

La cellulose constitue en moyenne 45% des parois des plantes fourragères, un peu moins dans les parois primaires et un peu plus dans les parois secondaires et elle contient en général plus de la moitié de leurs oses (Jarrige R et al., 1995)

L'intérêt porté à ce bio polymère est le résultat d'une structure très spécifique. Les propriétés de la cellulose et de ses dérivés sont déterminées par la longueur des chaînes, les interactions inter et intramoléculaires, la répartition des groupes fonctionnels. Contrairement aux polymères de synthèse, la cellulose n'est pas produite par un système catalytique chimique, mais résulte d'un processus enzymatique dans lequel les précurseurs glucosidiques sont assemblés pour donner naissance aux molécules de cellulose.

Dans les organismes vivants qui produisent la cellulose, les enzymes de synthèse ou "cellulose synthases" sont regroupées dans des complexes terminaux, véritable filières enzymatiques qui coordonne de façon rigoureuse l'extrusion et la cristallisation quasi-simultanée d'un nombre bien déterminé de molécules de cellulose, donnant ainsi naissance à des microfibrilles cristallines calibrées.

Du fait de cette biogenèse, la cellulose présente une perfection de structure et de morphologie inégalée dans le monde des polymères synthétiques.

En plus des propriétés macromoléculaires classiques de tous les polymères, la cellulose possède également un caractère biologique qui la rend modifiable par une série d'agents biochimiques tels que les hydrolases, les transglycosidases (Patrick N, 2002)

➤ La structure de la cellulose

La cellulose est un homopolymère constitué d'unités D-anhydroglucopyranose liées entre elles par des liaisons glycosidiques β -(1→4). Des investigations plus récentes ont montré que les maillons de D-glucopyranose avaient une conformation chaise 4C_1 .

L'unité de répétition est le glucose (Figure 3). Les deux extrémités des chaînes de cellulose ne sont pas équivalentes chimiquement. Une extrémité est constituée d'un D-glucopyranose dont le carbone anomère est engagé dans une liaison glycosidique et qui possède une fonction alcool secondaire libre sur le C₄. L'autre extrémité est une unité D-glucopyranose dont le carbone anomère est libre : on a donc à ce niveau une fonction hémiacétal cyclique qui est en équilibre avec une forme aldéhydique minoritaire. Cette extrémité est appelée réductrice car elle a la capacité de réduire des ions Cu²⁺ dans une solution de Fehlings en ions Cu⁺. Cela confère à la cellulose native une certaine polarité chimique (Sophie B, 2007).

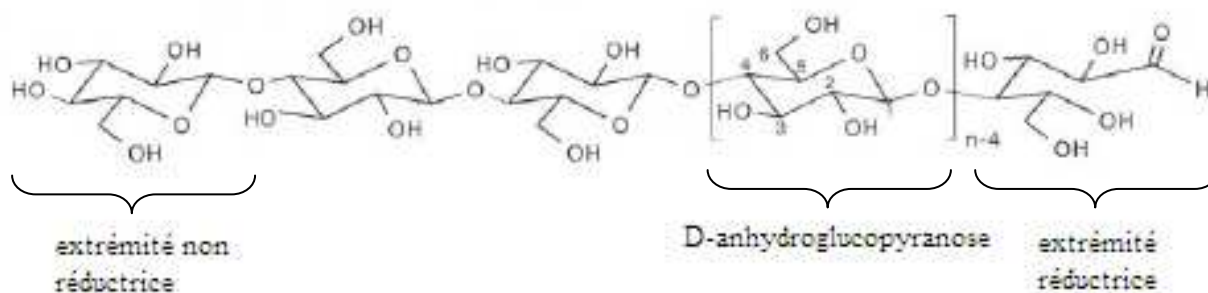


Figure 3. Structure moléculaire de la cellulose (Sophie B, 2007).

Le degré de polymérisation varie suivant l'origine des fibres et le type de procédés d'isolement. Par exemple, il est supérieur à 3000 pour le coton et égal à environ 1500 pour les pâtes de bois obtenues avec le minimum de dégradation.

Le nombre de maillons glucose, ou degré de polymérisation (DP), varie selon l'espèce végétale, comme le montre le (Tableau 1) (Tayebi A, 2008 ; Sophie B, 2007).

Tableau 1. Degré de polymérisation (DP) de la cellulose provenant de différentes espèces végétales (Tayebi A, 2008 ; Sophie B, 2007).

Espèce végétale	DP
Algue valonia	26500
Coton, bouleau	10000
Chanvre, lin, ramie	9000
Épicéa	8000

➤ Structure des microfibrilles de cellulose

Comme nous l'avons vu précédemment, la présence de nombreux groupes hydroxyles le long de la chaîne est à l'origine d'un réseau de liaisons hydrogène intra et intermoléculaires fortes (Sophie B, 2007) donnant ainsi aux fibres une bonne ténacité et une insolubilité parfaite dans la plupart de solvants. Elles protègent également la cellulose des phénomènes de fusion (Patrick N, 2002).

De plus, un réseau de liaisons Van der Waals est établi entre les feuillets de chaînes, ces deux réseaux de liaisons permettent l'établissement d'édifices cristallins ordonnés.

Les liaisons hydrogène intramoléculaires se font principalement entre l'hydrogène porté par le groupement OH du carbone C₃ d'un cycle et l'oxygène du cycle adjacent (O-5) (Figure 4).

Il peut également y avoir une interaction entre l'hydrogène porté par le groupement OH primaire du carbone C₆ et l'oxygène de l'hydroxyle du carbone 2 du cycle adjacent.

Les liaisons intermoléculaires se font entre l'hydrogène de l'hydroxyle primaire HO-6 et l'oxygène en position O-3 d'un cycle d'une unité voisine (Sophie B, 2007).

Dans les zones moins ordonnées les chaînes sont plus disposées à se lier avec d'autres molécules, comme l'eau, par exemple.

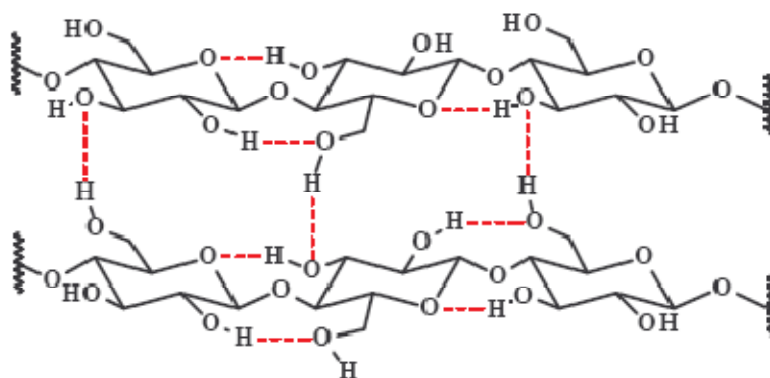


Figure 4. Représentation schématique des liaisons hydrogènes inter et intramoléculaires (Sophie B, 2007).

L'arrangement cristallin de base est la microfibrille dont la taille peut varier de 2nm à 20nm selon l'espèce. Elle est constituée d'un ensemble de chaînes cellulosiques associées d'une façon parallèle. Les microfibrilles s'associent pour donner des structures ordonnées de taille plus importante, qui sont les fibres. Ces dernières sont composées de plusieurs couches de microfibrilles orientées de manière unique qui dépend de l'origine de la cellulose (Figure 5) (Patrick N, 2002).

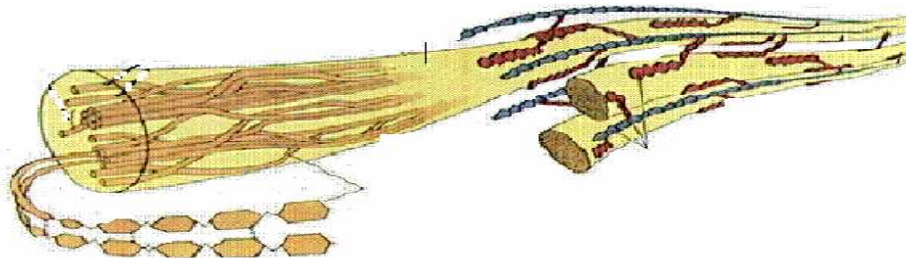


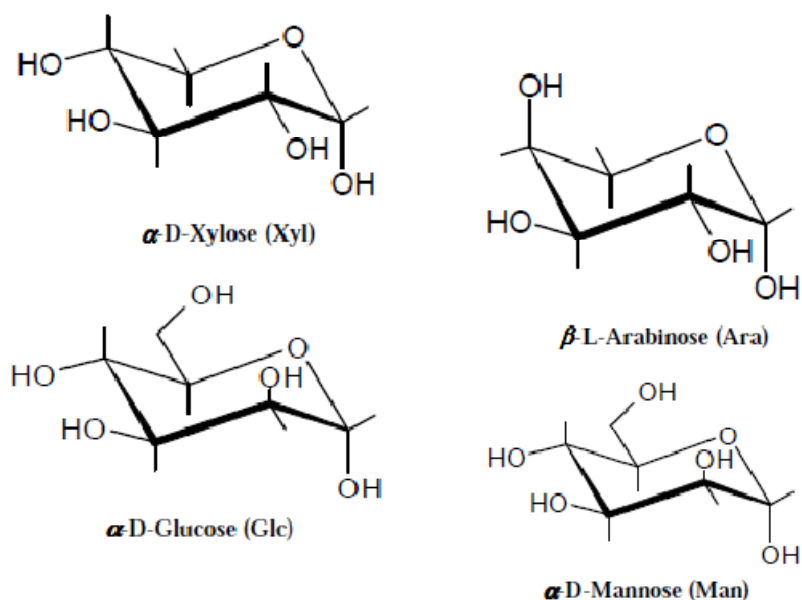
Figure 5. Les niveaux d'organisation supramoléculaire de la cellulose du bois (Patrick N, 2002)

1.3.2.1.2. Les hémicelluloses

Les hémicelluloses constituent l'un des trois composants principaux de la biomasse lignocellulosique, représentant de 20 à 40 % de la biomasse en poids. Elles constituent un groupe de polysaccharides complexes qui se caractérisent par leur solubilité dans des solutions alcalines (par exemple KOH 1M) et leur insolubilité dans l'eau. (Hamidi Y et al., 200 ; Sbiai A, 2011).

Elles ont un degré de polymérisation compris entre 200 et 300 et leur structure est une fonction de l'espèce végétale (Tayebi A, 2008).

Au sein de la paroi cellulaire végétale, les hémicelluloses sont un groupe hétérogène de polymères de bas poids moléculaire. Elles sont associées à la cellulose et à d'autres polymères. Elles se lient étroitement à la surface des microfibrilles de la cellulose et d'une microfibrille à l'autre côté, par liaison hydrogène. Contrairement à la cellulose, les hémicelluloses contiennent plusieurs sucres à 5 atomes de carbone tels que, la xylose et l'arabinose (principalement dans la configuration furanose), des sucres à 6 carbones tels que le glucose, le mannose, le galactose, l'acide galacturonique et l'acide glucuronique et le sucre 7 carbones l'acide 4-O-méthyl glucuronique (Figure 6) (Sbiai A, 2011).



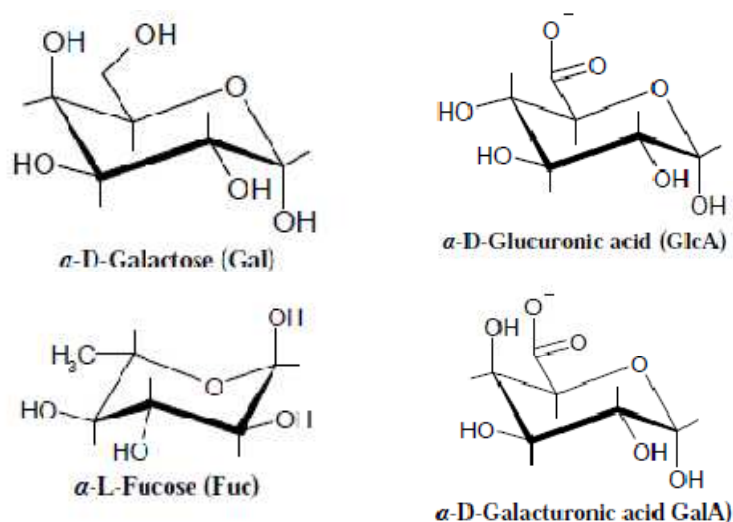


Figure 6. Quelques sucres importants entrant dans la composition des hémicelluloses
(Sbiai A, 2011)

➤ Les hémicelluloses dans les parois cellulaires végétales

La similarité structurale entre la cellulose et les hémicelluloses favorise une forte association non covalente entre les microfibrilles de cellulose et les hémicelluloses.

- **Réseau cellulose-xyloglucanes**

Les xyloglucanes revêtent la surface des microfibrilles cellulosiques, limitant leur agrégation et les connectant les unes aux autres via des attaches qui régulent directement ou indirectement les propriétés mécaniques de la paroi (Hamidi Y et *al.*, 2005).

- **Réseau cellulose-xylanes**

Les xylanes sont les principales hémicelluloses qui réticulent avec la cellulose dans les parois secondaires des plantes dicots (Hamidi Y et *al.*, 2005).

1.3.2.1.3. Les pectines

Les pectines forment un groupe de polysaccharides complexes qui ont comme caractéristique d'être extraits de la paroi par de l'eau chaude, des acides dilués ou des chélateurs de calcium (Donato L, 2004), ce sont des polysides complexes entrant dans la composition des parois cellulaires de la plupart des végétaux supérieurs. Elles sont majoritairement présentes dans la lamelle moyenne et la paroi primaire, Elles participent à la cohésion de la cellule et au maintien des parois par le biais d'interactions mécaniques et chimiques avec les autres constituants de la paroi (Donato L, 2004).

Les pectines sont généralement présentes en plus petite quantité que les autres substances de la paroi cellulaire.

La matière sèche des légumineuses fourragères contient de 6 à 10% de pectines, au lieu de 1 à 3% pour les graminées (Boufennara S, 2012).

La quantité de substances pectiques dans le végétal varie fortement en fonction de son origine botanique et de son histoire (mode de culture, période de croissance (Charbel M, 2007).

La structure des pectines est influencée par des réactions enzymatiques et des modifications chimiques pendant la croissance, la maturation et le stockage des fruits et des légumes (Shuryo N, 2003).

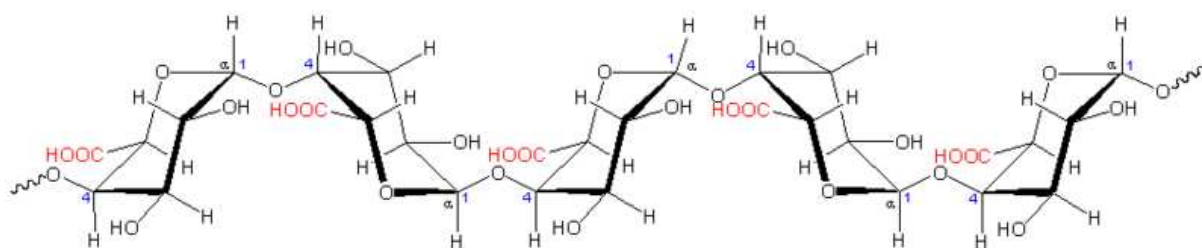


Figure 7.Structure primaire des substances pectiques (Ranveer S et *al.*, 2005)

Les pectines neutres sont localisées au niveau de la paroi primaire. Elles se composent de galactanes, d'arabinanes dont principalement les arabinogalactones. Les pectines acides possèdent un squelette formé d'acide d'unités α D -galacturonique, liés en α 1-4. Cette chaîne constitue l'acide polygalacturonique, (Boufennara S, 2012).dont la fonction acide est plus ou moins estérifiée par du méthanol (pectines hautement méthylées et pectines faiblement méthylées) (Schols H et *al.*, 2002)

Vincken(2003) a considéré que qu'il existe trois domaines parmi les pectines : L'homogalacturonane (HG), le rhamnogalacturonane I (RGI) et le rhamnogalacturonane II (RGII).

On parle de domaines car à ce jour une discussion est ouverte quant à savoir le(s)quel(s) parmi ces trois polysaccharides constitue(nt) le squelette et le(s)quel(s) constitue(nt) les chaînes latérales.

Les pectines les plus méthylées sont celles qui contiennent plus d'arabinose. Elles sont moins digestibles ; par contre les moins méthylées sont plus digestibles .Généralement, les pectines sont constituées essentiellement de trois unités structurales distinctes : (Schols H et *al.*, 2002)

- **Les homogalacturonanes:** sont composés principalement de chaînes d'acides D - galacturonique liés en α (1→4).
- **Les rhamnogalacturonanes (RG):** les RG représentent la liaison entre l'acide galacturonique et le rhamnose, ce dernier est suivi de chaînes d'arabinane et d'arabinogalactane.
- **Les xylogalacturonanes :** sont des résidus de xyloses liés à l'acide galacturonique.

➤ Types de pectines

Les pectines sont divisées en référence par rapport à leur degré de méthylation en deux catégories : (Leroux H et *al.*, 1983)

- **Les pectines hautement méthylées** ou HM (High Methoxyl), ce sont les pectines dont plus de 50% des groupements carboxyles sont estérifiés avec le méthanol.

- **Les pectines faiblement méthylées** ou LM (Low Methoxyl), ce sont les pectines dont moins de 50% de groupements carboxyles sont estérifiés. Chez certaines pectines LM, les fonctions acides sont neutralisées par de l'ammoniac (NH₃) et forment une fonction amide. Ce sont les pectines amidées ou pectines LMA (Low Methylated Amidated Pectins).

1.3.2.2. Constituants non polysaccharidique

1.3.2.2.1. La lignine

En 1819, Braconnot isole à partir du bois un composé insoluble dans l'acide concentré.

Ille nommera «lignine» du latin lignum qui signifie bois. La lignine est l'un des polymères biosources les plus abondants sur terre. Elle constitue de 15 à 40% de la matière sèche des arbres et de 5 à 20% des tiges des plantes annuelles (Mcneil M et *al.*, 1975).

La lignine incruste la paroi des cellules végétales et leur confère leur rigidité. C'est un polymère hautement condensés provenant de la co-polymérisation de trois alvéoles phénylpropanique : L'alcool commarilique, l'alcool coniférylique et l'alcool sinapylique. Qui, lors de leur incorporation dans le polymère, donnent lieu aux unités p-hydroxyphenyl.

À l'inverse de la cellulose, la lignine ne comporte pas de motifs répétitifs et possède une grande diversité de liaisons inter-monomères. Sa composition est différente en fonction des espèces végétales. L'organisation s'effectue autour des micros fibrilles de

cellulose et aboutit à un treillis dense et mécaniquement résistant (Figure 8) (Dallel M, 2012).

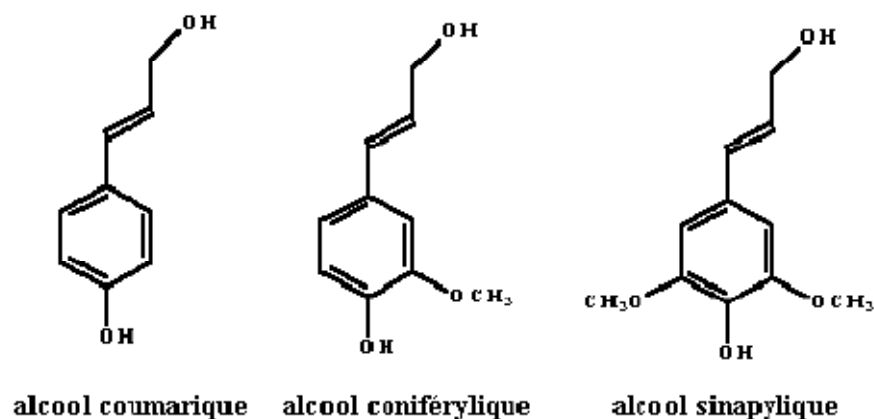


Figure 8. Représentation des trois unités composant la lignine (Dallel M, 2012).

La lignine empêche la digestion des autres constituants de la paroi végétale. Elle réduit ainsi l'énergie disponible de la plupart des fourrages communs au ruminant. Elle est totalement indigestible (Jarrige R et *a.l.*, 1995).

1.3.2.2.2. Les extensines

Les extensines représentent une classe de HRGP (GlycoProtéine Riche en Hydroxyproline) modérément à fortement O-glycosylée et largement distribuée dans le règne végétal. Les extensines se caractérisent par une richesse en Hydroxyproline et en Serines, mais aussi en d'autres acides aminés comme Val, Tyr, Lys et His.

Elles sont aussi caractérisées par la présence du motif Ser-(Hyp)_n qui peut représenter jusqu'à 60 % de la chaîne polypeptidique. Ce motif répétitif assure l'agencement de la molécule en hélices alpha gauches de type polyproline II visualisée en microscopie électronique sous forme de bâtonnet.

Les extensines sont rapidement insolubilisées après leur sécrétion dans les parois. Ceci est dû aux liaisons intermoléculaires qui s'établissent entre des Tyr pour former des ponts isodityrosine, ou entre trois Tyr pour former des trimères de pulcherosine, ou encore entre ponts isodityrosine intramoléculaires pour former des liaisons di-isodityrosine.

Il existe également des interactions ioniques et des liaisons covalentes entre les extensines et les pectines pariétales. Enfin, des données récentes suggèrent que les extensines sont capables d'auto-assemblage pour former des complexes chargés positivement au pH extracellulaire (environ 4,5) du fait de l'abondance des résidus Lys et

capables d'interagir avec les domaines pectiques chargés négativement. L'ensemble de ces données suggère que ces protéines joueraient un rôle important dans la rigidité de la structure pariétale (May H, 2011).

1.3.2.3. Polysaccharides cytoplasmiques (ou polyosides non structuraux)

Les gommés et les mucilages ne sont pas strictement des composants de la paroi cellulaire mais ils sont définis comme étant des fibres (Andersen J and Cnem W, 1979).

Ils sont des polysaccharides hétérogènes fortement ramifiés et de haut poids moléculaire. Ils sont majoritairement hydrosolubles à pH neutre. Les principaux monomères de ces polysaccharides sont le α -L-arabinose, le β -D-galactose, l'acide α -D-galacturonique, le α -L rhamnose et le α -D-xylose. S'ils contiennent des acides uroniques alors ils sont qualifiés « d'acide » ou sinon ils sont qualifiés « de neutre » (Southgate D, 1995 ; Medina T et al., 2000).

2. Les sous produits agricoles et agro-industriels dans l'alimentation des bétails

Les sous produits sont issus des différentes branches de l'industrie agro-alimentaire.

Il existe un très grand nombre de sous produits qui représentent un gisement national relativement important.

Elles se caractérisent par des compositions assez variables, ils offrent aussi une appétence différente.

Comme tous les aliments, les sous produits sont déséquilibrés: certains apportent de l'énergie et moins d'azote et inversement, leur mise à la disposition des animaux doit se faire progressivement.

2.1. Les pailles

Les pailles de céréales sont des aliments très celluloseux avec 40 à 50% de MS. leur coefficient d'encombrement varie entre de 2.6 à 4.

Ils sont très pauvres en matière azotée 3 à 3.5% de la MS. Elles ont une valeur énergétique très faible, allant de 0.42UFL et 0.34UFV. (Ghamri A, 1979).

Les pailles ne peuvent intervenir qu'en petite quantité dans la ration de ruminants.

Selon Taherti, (1985) les pailles ne peuvent même pas couvrir les besoins d'entretien, utilisées seules elles peuvent entraîner de pertes de poids. Donc elles doivent être utilisées

en association avec des aliments peu celluloses tels que les racines et tubercule, les fourrages très jeunes...etc.

La paille d'orge est peu utilisée parce que difficilement consommable. (Besse J, 1969). Les céréales de printemps donnent une paille moins dure que les céréales d'automne.

Il existe une technique de désincrustation des pailles qui consiste à laisser s'ajourner la paille dans un bain de soude pendant une journée puis à les laver très abondamment, une partie des glucides et des matières azotées est dissoute et la perte de matière sèche est d'environ 20%, mais la cellulose étant devenue plus digestible le coefficient MS/UF passe de 3.5 à 1.36%.

Donc l'amélioration de la valeur alimentaires de la paille à toujours retenu l'attention des nutritionnistes par des complémentations alimentaires ou des traitements chimiques (soude ou ammoniac) (Besse J, 1969).

2.2. Les sous produits de blé et d'orge

Les sous produits de blé sont de différentes catégories, farines basses, remoulages, son fin et gros, ils sont traditionnellement distingués en fonction de leur teneur en parois cellulaires mis à part la farine basse, ils sont protéiques et riches en matières azotées (15 à 18% de la MS. (Sauvani D et *al.*, 1988).

L'orge est prise comme base pour le calcul de la ration animale, puisque 1kg d'orge équivaut à 1 unité fourragère.

Les sous produits d'orge sont les drèches et les radicules issues de la brasserie; les drèches sont énergétiques (0.93UFL et 0.85UFV/kg de MS) grâce à la valeur élevée de matière grasse 8 à 9% de la MS et sont peu dégradables dans le rumen 45%. (Sauvani D et *al.*, 1988). L'orge est la céréale la plus utilisée en alimentation animale: Chez les bovins: elle peut entrer jusqu'à concurrence de 60% dans les complémentaires de la ration de base destinés aux vaches laitières ou aux bovins à l'engrais, mieux vaut la distribuer après broyage grossier.

Chez les ovins: elle convient bien aux agneaux d'élevage, l'orge a la réputation bien établie d'être rafraîchissante et adoucissante; elle exercerait une action des plus favorables sur les fonctions digestives des animaux. (Carre G et *al.*, 1968).

2.3. Les sous produits de maïs

La valeur fourragère du maïs est très étroitement en fonction du stade de récolte. Au stade du grain laiteux la valeur fourragère varie entre 0.2 et 0.14 UF/Kg mais les matières

protéiques à quantité minimale 8g de matière protéique digestible /Kg de vert. Mais au stade du grain pâteux, la valeur fourragère varie entre 0.14 à 0.18 UF/Kg, et plus riche en protéines.

Sa faible teneur en matière protéique digestible est certainement le défaut principal du maïs fourrage. De ce fait il ne peut guère s'utiliser que mélanger à un fourrage de légumineuse ou bien accompagné d'une forte ration d'aliments concentrés riches en matière azotée.

Les sous produits de maïs sont nombreux et de valeurs nutritives et composition chimique variables. Le germe du maïs est très riche en matière grasse 35 à 45% de la MS (Sauvani D et *al.*, 1988).

Le son de maïs est riche en lipides 63g/kg d'aliment (Piccioni M, 1965) et riche en cellulose brute 15% de la MS (Sauvani D et *al.* 1988).

Donc il est moins énergétique que le grain. Le maïs c'est un aliment excellent pour le bétail comme l'engraissement des bovins, ovins et utilisée pour l'alimentation des volailles. (Carre G et *al.*, 1968).

2.4. Les pulpes de betterave

C'est un aliment peu coûteux mais de faible valeur nutritive environ 6 à 10% de matière azotée totale et possèdent une teneur de matière sèche très élevée, environ 89% (Piccioni M, 1965). Et dont la conservation est souvent défectueuse en raison du peu de soins qu'on lui accorde, A cause de son faible prix de revient et de son abondance, la pulpe est distribuée fréquemment en quantité excessive et pendant une trop longue période, il est donc indispensable de soigner la conservation, et traitée à l'acide formique.

La pulpe est une ressource extrêmement précieuse à ensiler pour l'alimentation des bovins. (Carre G et *al.*, 1968). Il est possible que la pulpe sèche de betterave puisse être utilisée sans danger comme substituant de foin qui peut fournir jusqu'à 67% de l'énergie utilisée pour l'entretien des brebis (Taheriti M, 1985).

2.5. La mélasse

C'est un liquide sirupeux, contenant environ la moitié de son poids de sucre, elle a donc de ce fait une grande valeur alimentaire; selon Ghamri (1979). La mélasse à une valeur énergétique de 0.95g/kg de MS, elle contient 60% à 65% de sucres totaux dont la majorité est du saccharose, sa digestibilité est très élevée: 90%.

Elle est très précieuse pour l'alimentation des chevaux, qui la digèrent très bien et qu'elle rafraîchit. Elle risque de fermenter dans leur long tube digestif des bovins et ovins, donc il faut la donner en moins grande quantité.

On l'interdit pour la production du lait à gruyère; la mélasse peut être utilisée pour la fabrication de fourrages mélasse susceptibles de remplacer l'avoine. (Carre G et al., 1968).

2.6. Le marc de raisins

Selon Lawrence et al (1983) cité par Taheriti (1985); les marcs de raisin ont une composition intéressante avec 23% CB, 14% MAT de la MS. Les matières grasses ne sont pas élevées avec 5 à 9% de la matière sèche, la digestibilité de la MO est de 30 à 45%. La matière azotée est de 9 à 19% (Piccioni M, 1965).

Les marcs de raisin ne peuvent être distribués isolément aux animaux car ils ne peuvent couvrir les besoins d'entretiens; donc ils nécessitent un apport d'azote et d'énergie dans la ration.

L'Algérie dispose d'une quantité appréciable des sous produits agricoles et agro-industriels, ayant une bonne valeur nutritive, l'utilisation des résidus des récoltes s'avère donc intéressante dans l'alimentation du bétail; le (Tableau 2) dons une synthèse sur la composition chimique des principaux sous produits agricoles et agro-industriel.

Tableau 2. Composition chimique des principaux sous produits agricoles et agroindustriels en % de la MS.

	MS	MAT	MG	ENA	CB	Cendre	Source
1)-S/produits d'olives							
-grignons d'olives	87.08	15.00	05,05	33,07	34,03	14,00	Laalouhna, (1989) cité par Hannani et Benabdelhafid, (1996)
Déshuilés							
-pulpe d'olive	78.00	10.03	07,03	-	22,07	05,00	Ghamri, (1979)
-grignons d'olives	88.91	09.52	16,06	-	36,25	03,34	Laalouhna, (1989)
2)-S/produits de vinification							
-marcs de raisins	90.01	11.04	07,06	34,04	28,01	08,07	Apria, (1969)
3)-S/produits de							

Tomates							Ghamri, (1979) APRIA, (1969) Apria, (1969)
-pulpe sèches	93.00	12.02	12,05	25,07	39,03	04,03	
-tourteaux de graines	92.06	03.09	02,00	28,00	10,03	04,01	
-pellicules	97.09	10.09	04,01	28,06	52,02	02,01	
4)-S/produits d'agrumes							Ghamri,(1979) Paralorani, (1969) cité par Hannani et Benabdelhafid, (1996)
-farine d'écorce	90.00	-	03,04	62,05	11,06	06,03	
-pulpe	89.00	06.05	03,00	06,01	12,00	06,00	
5)-paille	93.00	03.00	-	-	39,05	06,05	Gacem, (1983)

MS : matière sèche ;MG : Matière grasse ;MAT : matière azotée totale ;CB : cellulose brute ; ENA : Extractif non azoté

2.7. Rebut, déchets de dattes

Ce sont toutes les dattes non commercialisées et qui sont utilisées dans l'alimentation du bétail. (Bentouati M, 1987; Bouchrika A, 1988; Jraidi Z, 1989).

Selon Chehma et *al* (2000), les sous produits sont disponibles avec des tonnages annuels estimés à 135 000 tonnes de palmes sèches, 5 000 tonnes de pédicelles de dattes et 67 500 tonnes de rebuts de dattes, et l'étude de leur valeur alimentaire a donné des résultats plaçant les rebuts de dattes dans la catégorie des concentrés énergétiques avec 0,94 unité fourragère / kg de matière sèche.

Les sous produits du palmier dattier peuvent être utilisés pour:

- l'engraissement des ovins et la croissance.
- les vaches laitières.
- pour l'alimentation des volailles.

D'après Maatallah (1970); Derkaoui (1985) et Bouchrika (1988), les principales catégories de rebuts de dattes sont:

MESSOUASSA:

les verrues, datte attaqué par l'ectomyelosis.

KEHLA :

datte noire ayant été oxydée.

SICHE:	datte non fécondée ou avortée ne possédant pas de noyau.
BELHA:	datte immature contenant beaucoup d'eau.
SEKSAK:	datte tardive immature.
BOUFAROUA:	datte attaquée par le boufaroua (olygonochus afrasiaticus).
HACHEF:	datte sèche avariée, n'ayant pas atteint la date de maturation, manquant d'eau et d'éléments nutritifs, sa présence est due soit à la cassure de la branchette ou à la présence sur l'arbre de beaucoup de fruits supérieurs à ce qu'il peut nourri correctement.
MAAKOUFA:	datte recroquevillée.
MALBOUZA:	datte écrasée.
CAOUTCHOUTEE:	datte déshydratée, dure et élastique.
MENTOUCHA OU MENGOUBA:	datte attaquée par les oiseaux et autres.
MAKHMUDJA:	datte pourrie.
MAAGOURA:	datte pourrie au niveau du calice.
DATTE BAILLE:	datte naine.

En Algérie, la culture du palmier dattier est essentiellement localisée dans les wilayas sahariennes. On estime le nombre à 10 millions de palmiers dattiers dont 76 % productifs donnant une production annuelle d 270000 tonnes de dattes dont 45 % de Deglet Nours. (chehma H et *al .*, 2001).

La matière sèche des dattes entières oscille entre 73,3% et 97,5% de MS respectivement selon Afifi (1966) et Khal (1982).

Alors que Robinson et Lucasia, (1974) apportent des valeurs de l'ordre de 88% et 84,7% de MS. Selon Maatallah (1970) et Munier (1973); la datte est un aliment riche en éléments minéraux, elle renferme du Mg, Ca, P, S, ...etc. comme l'indique le (Tableau 3).

Tableau 3. Compositions minérales des principales variétés de dattes en Mg/100g de Pulpe (Maatallah S, 1970).

éléments chimiques	Ca	Cl	p	S	Si	Ca	Fe	Mg	Mn
teneurs	750	225	41	52,5	-	15,3	3,1	63	0,7

2.7.1. La composition chimique des déchets dattes entier

La composition chimique des déchets de dattes est donnée dans le (Tableau 4).

Pour les déchets de datte entières, la valeur en matière sèche dépasse les 80%, elle est de 88.51% (Djeroudi L, 1991) et de 89.66% (Benattia A, 1989).

La cellulose brute dont la teneur est relativement variable et faible, est localisée surtout dans la paroi cellulaire. Dans les déchets de dattes entières, cette teneur varie entre 3.65% de la matière sèche (Bentouati M, 1987) et de 10.30% de la matière sèche (Rihani N ; Guessous M, 1985)

Tableau 4. Composition chimique de datte entière selon différents auteurs (cité par Mbarrek Y, 1991)

Matière sèche (MS %)	Matière minérale (MM %)	Matière azoté (MA %)	Cellulose brute (CB %)	Matière grasse (MG %)	Matières non azotés (MNA %)	Sucre totaux (ST)	Source
80.00	-	3.56	-	4.00	70.00	-	Piccioni (1965)
80.80	1.15	2.21	6.5	-	-	-	Bentouati(1987)
89.66	2.46	3.50	6.69	1.60	-	-	Benttia(1989)
88.51	7.29	7.95	8.19	3.77	-	-	Djeroudi(1991)

Les matières grasses sont faiblement représentées dans les déchets des dattes, elles sont de 1.60% de la matière sèche (Benattia A, 1989), et de 3.77% de matière sèche (Djerroudi L, 1991) pour les dattes entières.

Les teneurs en extractifs non azotés (ENA) sont de 1.15% de la matière sèche (Bentouati M, 1987) et de 2.46% de la matière sèche (Benattia A, 1989) et peuvent arriver à 7.29% de la matière sèche (Djerroudi L, 1991).

La composition d'aliments concentrée et convient à l'engraissement des animaux, c'est un produit appétissant qui peut fournir une grande quantité d'énergie, environ 1 unité fourragère /kg d'aliment (Maatallah S, 1970)

A partir des données actuelles sur les résidus de dattes nous constatons que leur utilisation dans l'alimentation animale présente un intérêt certain pour l'élevage, particulièrement en zones phoenicoles.

On constate également que la datte est riche en éléments minéraux. Tandis qu'elle est pauvre en matières azotées et renferme une proportion élevée en fibres brutes.

2.7.2. Noyaux de dattes

Le noyau ou graine de forme allongée et de grosseur variable a un poids moyen qui oscille autour du gramme il représente de 7% à 35% du poids de la datte et constitué d'un albumen corné de consistance dur, protégé par une enveloppe cellulosique.

Les noyaux de dattes sont utilisés comme aliment du bétail s'ils sont broyés ou trempés dans l'eau. (Munier P, 1973).

Dans ce dernier cas les noyaux doivent être trempés durant sept jours successifs avec changement de l'eau chaque jour ; ainsi le noyau devient plus digestible et accepté par les animaux. (Albekra J, 1971).

2.8. Les sous produits de l'industrie oléicole

Il est important de définir les différents sous-produits car il existe une certaine confusion dans les publications qui ne permet pas toujours d'identifier clairement de quel sous-produit il s'agit. L'on distinguera donc:

2.8.1. Les sous-produits d'huilerie

L'Algérie se classe au 7eme rang des producteurs d'olive dans le monde. Dont le vergé occupe 280 000 hectares.

Les sous produits de l'extraction de l'huile laissent un résidu dont le poids représente 80% de celui des olives traités.

En Algérie, l'industrie oléicole laisse chaque année un sous produit solide abondant et abandonné. Ce résidu peut constituer une ressource fourragère importante pour les ruminants grâce à l'aptitude de ces derniers à utiliser et valoriser les aliments lignocellulosiques. (Khelifa Z. M, 2009).

➤ **le grignon brut**

C'est le résidu de la première extraction de l'huile par pression de l'olive entière, ses teneurs relativement élevées en eau (24%) et en huile (9%) favorisent son altération rapide lorsqu'il est laissé à l'air libre.(Zoïopoulos P.E, 1983).

➤ **Le grignon épuisé**

C'est le résidu obtenu après déshuilage du grignon brut par un solvant, généralement l'hexane (Zoïopoulos P.E, 1983).

➤ **Le grignon partiellement dénoyauté**

Résulte de la séparation partielle du noyau de la pulpe par tamisage ou ventilation il est dit "gras" si son huile n'est pas extraite par solvant il est dit "dégraissé ou épuisé" si son huile est extraite par solvant la pulpe d'olive: c'est la pâte obtenue lorsque le noyau a été séparé de la pulpe préalablement à l'extraction de l'huile. Elle est riche en eau (60%) et de conservation très difficile (Zoïopoulos P.E, 1983).

➤ **La pulpe d'olive**

C'est la pâte obtenue lorsque le noyau a été séparé de la pulpe préalablement à l'extraction de l'huile. Elle est riche en eau (60%) et de conservation très difficile (Zoïopoulos P.E, 1983).

2.8.2. Les résidus de la taille et de la récolte

Les oliviers subissent en général une taille sévère un an sur deux et une taille légère l'autre année. Après séparation des grosses branches les feuilles et ramilles (diamètre inférieur à 3 cm) peuvent être distribuées aux ruminants.

2.8.3. La composition chimique des grignons d'olives

La composition chimique des grignons d'olives varie selon le type de grignons. Ils renferment des teneurs assez élevées de minéraux et matières grasses 11% de MS, une

valeur de 0.39 UF/kg d'aliment. Les grignons bruts sont pauvres en MAT à 6% de la MS en plus, leurs digestibilités sont faibles.

En hiver une consommation journalière de drèches à l'état forcés pour les animaux est sans aucun inconvénient. (Piccioni M, 1965).

Il est recommande de donner les drèches fraîches pour les animaux à l'engrais, pour les veaux et pour les vaches laitières à raison de 15 à 20 kg/j/tête. Les drèches constituent une matière alimentaire plus importante que le tourteau de soja et la farine de poisson.

Tableau 5. La composition de grignons d'olives en hémicellulose, cellulose et lignine (Vaccarino C et al, 1982)

Auteurs	Hémicellulose (%)	Cellulose (%)	Lignine(%)
Demibas, 2004	23.6	24	48.4
Jauhainen et al., 2005	44		45
Garcia-l et al., 2006	21.5	24.3	38

2.9. Les sous - produits des agrumes

Le mot « agrumes » d'origine italienne, désigne les fruits comestibles et par extension les arbres qu'ils portent, appartenant au genre citrus.

Parmi les principaux agrumes, on peut citer : les oranges, les mandarines, les clémentines, les citronniers, les pomelos (dont le fruit est plus connu sous le nom de pamplemousse) et d'autres espèces d'importance moindre.

Les agrumes représentent un des principaux produits agricoles en Algérie (entre 185 et 190 quintaux à l'hectare en 2014) (Lakhdar A, 2014).

2.9.1. Composition chimique

La composition chimique de la PSA (pulpe sèche d'agrumes) (Tableau 6) a été Étudiée par plusieurs auteurs en région méditerranéenne (pascual, 1980 ; Lanza, 1982 ; Rihani N et al., 1986).

En Amérique (Ammerman, 1980). La PSA se caractérise par des teneurs faibles en MAT (6 à 7% MS).Hultton (1987) a rapporté que seulement la moitié de cet azote est sous forme de protéines vraies. De plus, ces protéines ont des valeurs de solubilité faibles de l'ordre de 25 %.

Ceci étant vraisemblablement lié à la déshydratation que subit la pulpe lors de la fabrication. Avec une teneur en lignine ne dépassant pas 2 à 3 % de la MS, la PSA peut être classée parmi les aliments à cellulose facilement digestible.

Elle est modérément riche en extrait éthéré (2 à 5%) et fortement riche en calcium (1 à 2%) à cause de l'addition de chaux. En revanche la PSA est pauvre en phosphore (0.03 à 0.2%) et quasiment dépourvue de vitamine A.

Ces teneurs en substances pectiques et en sucres hydrosolubles sont particulièrement élevées. Rihani et *al.* (1985) ont rapporté des valeurs respectives de 11 et 31 %. Les substances pectiques sont essentiellement des acides pectiques et pectiniques et des protopectines, alors que la fraction des sucres hydrosolubles renferme surtout du sucrose.

Cette composition est en fait très variable selon la variété et la proportion relative des divers agrumes utilisées. A titre indicatif, les pulpes d'oranges sont plus pauvres en extrait éthéré, en minéraux en en parois et plus riches en matières azotées que les pulpes de citrons ou de pamplemousses.

Les différences dans les proportions relatives des pépins, de l'écorce dans particules fines sont à l'origine de ces variations.

En effet, Ammerman (1972) a noté que les pépins sont très riches en matière azotées et en extrait éthéré alors que les autres fractions apportent plus de composés pariétaux et de matières minérales.

La raison de la production des agrumes peut ainsi influencer la proportion des pépins. Kesterson (1966) a observé pour différentes variétés d'oranges et de pamplemousses, que les fruits récoltés en Octobre contenaient beaucoup plus des pépins que ceux du mois d'Avril.

Ammerman et *al.* (1966) rapportent qu'une augmentation de 1% de pépins dans la PSA accroît sa teneur en matières grasses de 0.39% et celle des MAT de 0.1%.

Enfin des facteurs d'ordre technologique peuvent aussi modifier cette composition : les quantités de chaux et de mélasse ajoutées affectent respectivement les teneurs en calcium en en sucres solubles. La température de séchage agit également sur la quantité de la PSA (Rihani N. 1991).

Tableau 6. Teneurs en matières azotées et en constituants pariétaux de la pulpe d'agrumes (% MS).(Rihani N. 1991).

MAT	CB	NDF	ADF	lignine	auteurs
6.4	10.5	-	-	-	Alteor, 1986
6.8	13.3	-	-	-	Ammerman, 1976
6.2	12.3	-	-	-	Huttort, 1987
-	-	27.0	24.0	1.5	Pascual, 1980
6.3	10.1	-	-	-	Velloso, 1985
4.8	13.7	-	-	-	Lanza, 1982
6.2	-	-	-	-	Bartsh 1979
-	12.0	21.5	14.0	0.5	Suvant, 1979
6.7	-	23.0	-	3.0	NRC, 1982
7.0	13.7	22.3	15.8	1.4	INRA, 1988
6.2	-	15.0	9.2	2.7	Rihan et al ., 1986
6.8	11.5	17.8	-	-	Berrami
6.5	10.7	14.5	10.8	3.7	El kabbaj, 1986
7.4	10.8	17.3	11.5	-	El hilali, 1987

ADF : Acid Detergent Fibre ; MAT : Matière azotée total ; CB : cellulose brute ; NDF : Neutral Detergent Fibre

1. Localisation d'expérimentation

Notre expérimentation a eu lieu au niveau du laboratoire de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Abbès Laghrour-Khenchela, l'Algérie.

2. Objectif

Ce travail s'inscrit dans le cadre d'un projet de recherche portant sur la valorisation des sous produits agro-alimentaire dans l'alimentation du bétail.

Notre étude a pour but la caractérisation de la fraction soluble des sous produits d'olive, d'orange et de dattes, en précisant leur teneur en sucres totaux, et de la fraction insoluble pour la détermination de leur teneur en cellulose brute.

3. Le matériel végétal

Nos échantillons sont des sous produits de dattes (hachef deglet noir), dont on a ramené de la région de biskra, Les sous produits d'orange constitué de pulpe et d'écorce ainsi que les grignons d'olives. Ces derniers on les a eus du marché de khenchela (Figure11).

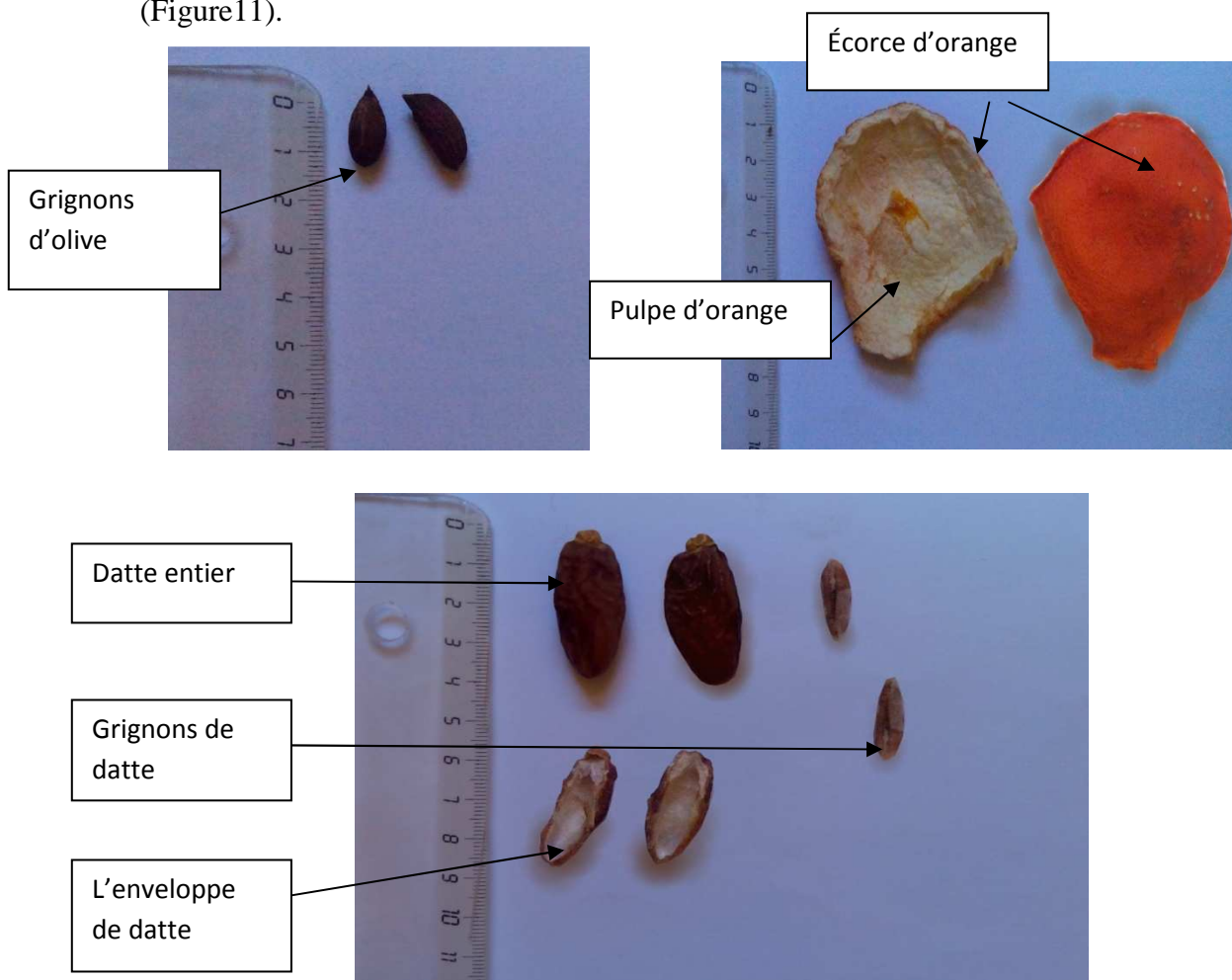


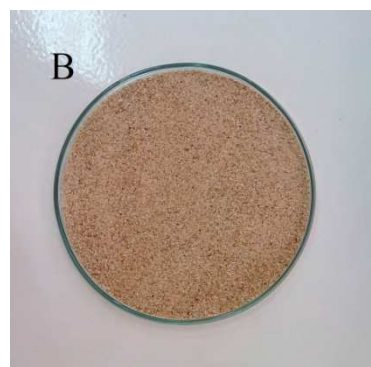
Figure 9. Les échantillons utilisées, déchets de datte (hachef daglat noir) et l'écorce d'orange, grignons d'olive.

Les échantillons sont préalablement séchés dans une étuve (binder) à 45°C pour les résidus de dattes et d'orange. Cependant les grignons d'olives son séchés à 105°C pendant 24 heures

Les différents échantillons sont broyés à l'aide d'un broyeur de particule fin tamisé de 1mm. Le broyage permet de faciliter la dégradation des polysides pariétaux en augmentant la surface d'attaque des réactifs, et en rompant une partie des liaisons lignine-hémicellulose. Nos échantillons sont conservés dans des flacons hermétiques afin de les préserver de l'humidité.



A : grignons d'olives



B : écorce d'orange



Déchets de datte : C 1. Grignon de datte



C 2. Enveloppe de datte

Figure 10. Les échantillons après broyage.

4. Caractérisation chimiques des sous produits

Toutes les analyses sont faites en quatre répétitions sauf le dosage des sucres totaux et la détermination de la matière sèche qui sont faites en trois répétitions.

4.1 Détermination de la matière sèche.

L'intérêt de cette analyse est de déterminer la teneur en (%) de l'eau contenue dans l'échantillon. Elle est déterminée par dessiccation à 105 °C, dans une étuve ventilée jusqu'à poids constant.

3 grammes de substrat est introduits dans un cristalliseur préalablement taré. Ce dernier est placé dans l'étuve pendant 48 heures. Le résidu caractérise la teneur en matière sèche de l'échantillon.

4.2 Détermination des sels minéraux

Cette analyse permet le calcul des sels minéraux contenus dans l'échantillon. 1g de substrat préalablement séchés, sont placés dans un creuset en porcelaine, taré puis incinéré dans un four à moufle à 550°C pendant 6 heures. La perte de poids observée au cours de la calcination correspond à la matière organique et le résidu à la matière minérale.

Donc : $MM = MS - MO$

MM : matière minérale ; MS matière sèche ; matière organique.

4.3 Dosage des sucres totaux (méthode de Dubois et *al.*, 1956)

Cette méthode est très sensible puisqu'elle permet de détecter des quantités de glucides pouvant atteindre 1 µg.

Elle permet la détermination de la teneur en glucides totaux (sucres simples, sucres complexes et polyols).

Une hydrolyse acide à chaud (acide sulfurique 96% dans un bain à 30°C pendant 20min) est réalisée sur la calibration au glucose et les échantillons à doser.

Les glucides totaux libérés sont quantifiés par spectrophotométrie, après réaction colorimétrique au phénol 5%.

La quantification des sucres totaux se fait par destruction des liaisons glycosidiques des sucres complexes (polysaccharides) qui se convertissent alors en sucres simples (monosaccharides).

L'ajout du phénol se fait directement après l'ajout de l'acide sulfurique (après destruction des sucres complexes).

La concentration des sucres totaux dans les échantillons à doser a été calculée par rapport à la calibration au glucose.

Le dosage des sucres totaux est réalisé par la méthode de « Dubois » dont le principe est le suivant:

Les sucres (hexoses ou pentose) en présence d'acide sulfurique concentré à 96% et à chaud se déshydratent et forment des composé méthylfulfuralique ou fulfural, ces derniers se condensent avec un agent organique « le phénol » pour donner une couleur jaune orange dont l'intensité est mesurée à 490nm selon la figure 12 (Dubois *el al.*, 1956).

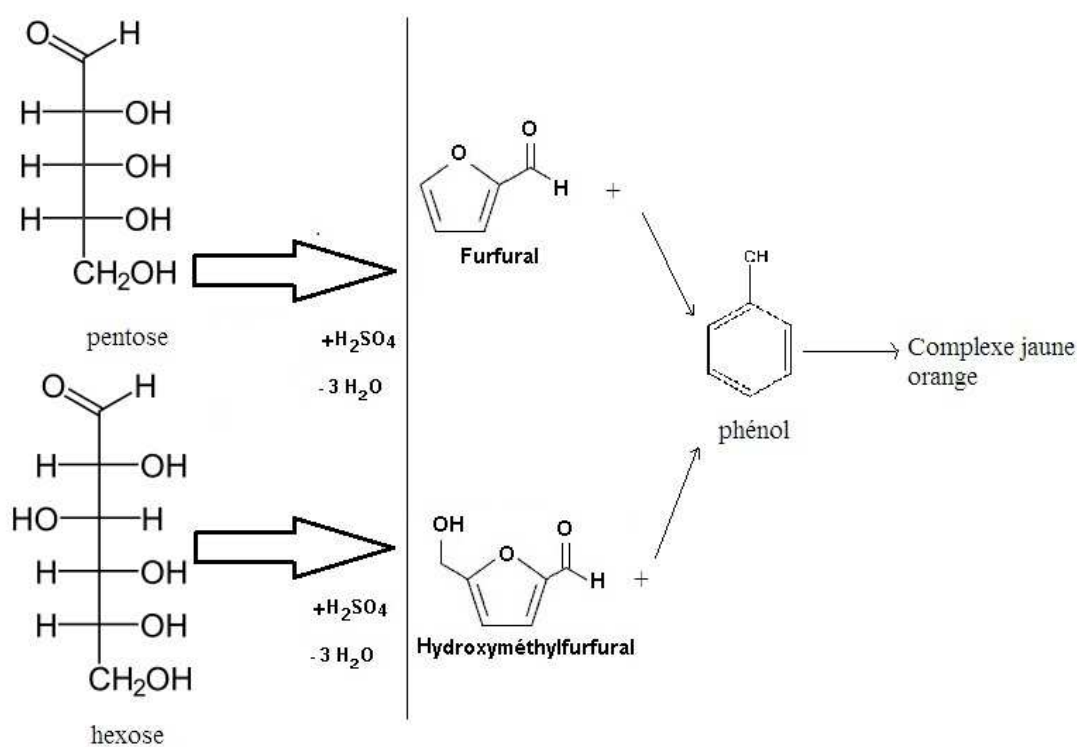


Figure 11. La formation du composé fulfural par déshydratation.

1. Équipement

Etuve (binder)

Bain-marie (Memmert)

Spectrophotomètre (Jenway 6305)

Balance de précision (Ohaus)

Verrerie ordinaire

Micro-pipette

2. Réactifs

Éther

Phénol à 5%

Acide sulfurique 96%

Échantillons

Eau distillée

Glucose

3. Mode opératoire

- 100 mg d'échantillons sont pesés puis dissous dans 50 ml d'éther.
- Laisser l'éther s'évaporer. Puis ajouter 50 ml d'eau distillée dans une fiole jaugé de 50 ml,
- a partir de cette dernière solution une dilution au 1/20 ème est préparée dans un tube à essai,
- 2 ml de la solution dernière est ajoutée à 1 ml de phénol et à 5 ml d'acide sulfurique (soit au total, un volume de dilution de 8 ml).
- On laisse la réaction chimique se faire pendant 10 minutes, puis on agite et on place le tube à essai dans un bain marie 30 °C pendant 20 minutes.
- La lecture de la densité optique à 490 nm.

Par ailleurs, une gamme étalon est réalisée à partir d'une solution mère 0.01 % ainsi leurs absorbances à 490 nm sont donnés par le tableau 7.

Le courbe étalon présenté dans figure 12, permet de calculer la pente ϵ ($\epsilon= 10.9$)

DO: $\epsilon L C$

DO: densité optique (nm)

ϵ : coefficient d'extinction molaire (la pente dela courbe étalon $\epsilon=10.9$)

C : la concentration (mg/ml)

$D_0 = \epsilon L C$. Donc $C = D_0 / \epsilon l$

$L = 1 \text{ cm}$. Donc $C = D_0 / \epsilon$

	Témoin	Tube 1	Tube 2	Tube 3	Tube 4
Volume de la solution de glucose (ml)	0	0.5	1	1.5	2
Eau distillé (ml)	2	1.5	1	0.5	0
Concentration (mg/ml)	0	0.025	0.05	0.075	0.1
Densité optique (nm)	0	0.275	0.55	0.8	1.1

Tableau 7. Préparation des dilution de la courbe étalon.

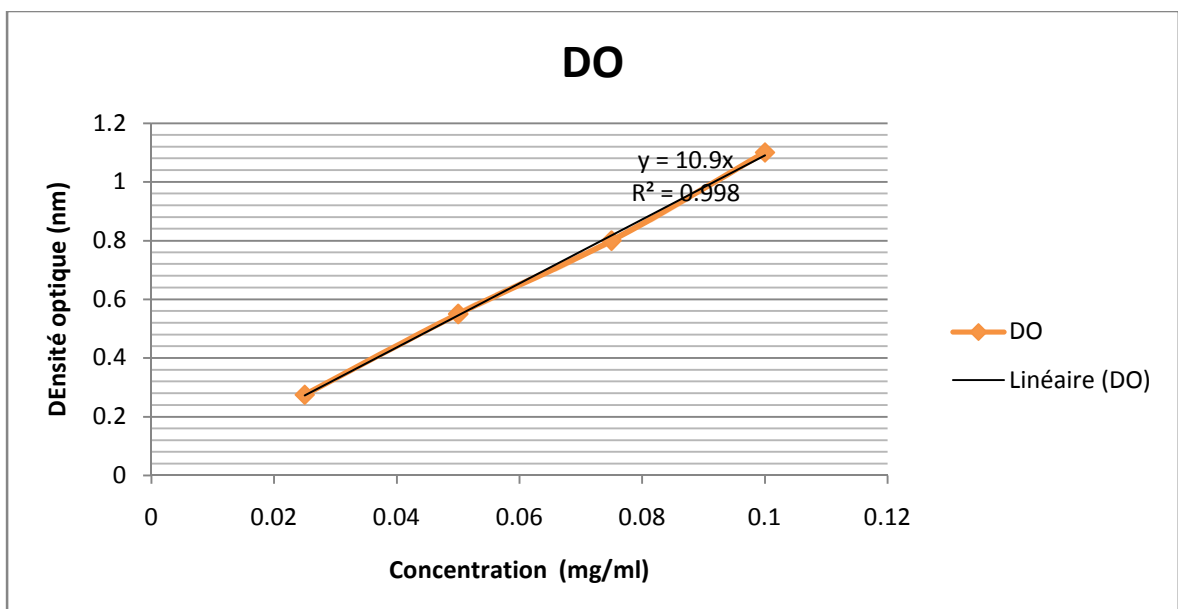


Figure 12. Courbe étalons des sucres totaux dosés par la méthode décrite par Dubois et al (1956).

4.4 Dosage de la cellulose brute, weende (1809) (cité par Adogla T and Duven G,1955)

Le dosage de cellulose du matériel végétal reste une opération délicate. Les procédés sont fondés sur l'élimination par des procédés chimiques convenables, des substances qui sont associés à la cellulose.

Ils doivent tenir compte de la résistance tant aux agents oxydant qu'aux acides et bases diluées, réactifs qui détruisent plus ou moins les autres constituant de la membrane.

Selon la commission française de normalisation internationale, on entend convenablement par indice d'insoluble dit indice cellulosique (cellulose brute)

La totalité de substances perdues lors de l'incinération de résidus secs obtenus après traitement acide et alcalin du produit de départ.

Elle est applicable au produit agricole et alimentaire mais pas aux matériels dont la teneur en cellulose est inférieure à 1%. Le résidu obtenu dans ces conditions précises ne correspond pas à une cellulose pure. Il peut en effet contenir d'autres composés associés à la cellulose comme les pentosanes et la lignine.

Cette méthode est officielle pour les pays de la CEE (Communauté Économique Européenne), c'est l'un des dosages les plus conventionnels. On convient en effet de désigner sous le nom de « cellulose brute » le résidu qui subsiste après une hydrolyse acide, puis une hydrolyse alcaline de l'aliment.

La méthode est basée sur la solubilisation des composés non-cellulosiques dans des solutions d'acide sulfurique (acide sulfurique : 0.125N), et d'hydroxyde de potassium (KOH : 0.233 N).

1. Équipement

Plaque chauffante (Biocote).

Broyeur.

Etuve (Binder).

Four à moufle (Protherm Furnaces).

Balance analytique (Ohaus).

2. Réactifs

Acide sulfurique 0.125N.

Hydroxyde de potassium à 0.233N.

Octanol.

Acétone.

Eau distillée

3. Mode opératoire

1- Déterminer séparément l'humidité de l'échantillon en le chauffant dans un four à 105°C pour les grignons d'olive et 60 C° pour les déchets datte et l'écorces d'orange. Jusqu'au poids constant. Refroidir dans un dessiccateur.

2- Peser et transférer séparément 1 g (**P0**) environ d'échantillon broyé (1 mm environ) avec une précision de 1 dans un bicher.

3- Ajouter de 150 ml d'acide sulfurique à 0.125 N, après préchauffage à l'aide de la plaque chauffante afin de réduire le temps nécessaire à l'ébullition.

4- Ajouter 3-5 gouttes d'octanol comme agent anti-moussant.

5- Faire bouillir pendant exactement 30 minutes à partir du début de l'ébullition.

6- Ajouter le contenu de bicher dans un verre büchner (porosité comprise entre 40 et 90 um).et plasser le dans une pompe à vide.

7- Brancher le vide pour vidanger l'acide sulfurique.

8- Laver trois fois avec 30 ml (verre büchner rempli jusqu'en haut) d'eau distillée chaude, en connectant à chaque fois l'air comprimé pour mélanger le contenu des creusets.

9- Après avoir vidangé le dernier lavage, ajouter 150 ml d'hydroxyde de potassium (KOH) à 0.233N préchauffé et 3-5 gouttes d'agent anti-moussant.

10- Filtrer et laver comme à l'étape 8.

11- laver trois fois le contenu de verre büchner avec 25 ml d'acétone, en mélangeant chaque fois à l'aide d'air comprimé.

12- Retirer les creusets et déterminer le poids sec (**P1**) après séchage dans un four à 105°C pendant une heure ou jusqu'à poids constant. Laisser refroidir dans un dessiccateur. Ce poids représente les fibres brutes plus la teneur en cendres en comparaison du poids initial (P0).

13- Lorsque la teneur en cendres est également nécessaire, les creusets sont placés dans un four à moufle à 550°C pendant trois heures et repesés après refroidissement dans un dessiccateur. Puis peser (P2).

La différence de poids en comparaison avec l'étape 12 (P1) représente le contenu en fibre brute sans les cendres.

$$\% \text{ de la cellulose brute} = \frac{P1 - P2}{P0} \times 100$$

1. Détermination de la matière sèche

Les résultats obtenus pour l'analyse de la matière sèche des déchets de dattes, des déchets d'oranges et de grignons d'olives sont consignés dans le tableau 8.

Tableau 8. détermination de la matière sèche des déchets de dattes. d'oranges et de grignons d'olives.

	T	P0	T+P0	P1	T+P1	MS (%)	Eau (%)	
Grignons. olive	55,315	3,001	58,317	2.158	57.473	71.907	28.091	
	54,628	3,002	57,631	2.111	56.739	70.326	29.673	
	56,644	3,008	59,652	2.091	58.735	69.531	20,495	
S.D.						1.209	1.2	
C.V						1.71	4.11	
Déchet d'orange	55,656	3,016	58,672	2,4523	58,109	81,309	18,690	
	55,365	3,001	58,367	2,5124	57,878	83,713	16,286	
	53,358	3,002	56,3605	2,4856	55,844	82,798	17,201	
S.D.						1.213	1.21	
C.V						1.4	27.5	
Déchets de dattes	Grignons de datte	55,5487	3,003	58,552	2,895	58,444	96,426	3,573
		57,887	3,004	60,892	2,815	60,703	93,731	6,268
		54,478	3,009	57,488	2,835	57,314	94,233	5,766
	S.D.						1.433	1.25
	C.V						0.015	8.67
	Tissu de datte	56,548	3,012	59,560	2,5545	59.102	84,810	15.189
		54,987	3,010	57,997	2,6187	57.605	87,000	13
		54,978	3,008	57,986	2,5523	57.531	84,850	15.149
	S.D.						1.25	1.25
C.V						1.4	8.67	

T: tare de creuset ; p0: prise d'essai ; p1: poids après séchage ; MS: matière sèche ; S.D: standard déviation ; C.V: coefficient de variation.

L'examen de ce tableau montre que la teneur la plus élevée de la matière sèche (MS) est enregistrée pour les déchets de dattes (90,17%). Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Benattia (1989) dont le taux de MS est de l'ordre de 89.66%. En second lieu, les déchets d'orange affichent une valeur de MS de 82,60%. Ce résultat est inférieur à ceux obtenu par Rihani N. et *al* (1991), qui rapportent un taux de 92%. Les Grignons d'olive observent la plus faible teneur de 70.58%. Ce résultat est similaire par rapport aux travaux de Chaaban K. et *al* (1997) qui notent un taux de 70.2%.

2. Teneur en matière minérale et en matière organique

Les résultats obtenus pour la détermination de la matière minérale et organique des déchets de dattes, d'oranges et de grignons d'olives sont consignés dans le tableau 9.

Tableau 9. Détermination de la matière organique et minérale des déchets de dattes .des déchets d'oranges et de grignons d'olives.

	Tare de creuset (g)	MS. (g)	résidu (g)	MM (%)	MO (%)	
Grignons d'olive	55,352	1,001	55,402	5,016	94,984	
	56,387	1,001	56,453	6,601	93,398	
	51,264	1,001	51,342	7,770	92,229	
	49,789	1,002	49,833	4,330	95,669	
S.D				1.55	1.55	
C.V				26.1	1.6	
Déchets d'Orange	52,142	1,001	52,169	2,648	97,352	
	57,621	1,000	57,660	3,859	96,141	
	55,124	1,001	55,152	2,856	97,143	
	58,358	1,006	58,381	2,266	97,734	
S.D				0.67	0.67	
C.V				23.3	0.7	
Déchets de datte	Grignons de datte	48,248	1,002	48,249	0,229	99,770
		49,355	1,000	49,361	0,649	99,350
		52,316	1,001	52,320	0,419	99,581
		55,222	1,001	55,228	0,639	99,361
	S.D				0.2	0.2
	C.V				0.41	0.002
	L'enveloppe de datte	58,322	1,001	58,332	1,029	98,971
		57,989	1,000	57,999	1,049	98,950
		58,655	1,0011	58,665	0,978	99,021
	S.D				0.046	0.046

	C.V				0.04	44.5
--	------------	--	--	--	------	------

MM : matière minérale; MO : matière organique ; MS : matière sèche ; S.D: standard déviation ; C.V: coefficient de variation.

Nos résultats montrent que les grignons d'olives possèdent le taux le plus élevé en matière minérale (5.92%). La bibliographie montre que ces résultats sont plus élevés par rapport à ceux de Chaaban K. et *al.* (1997) dont le taux de MM est de l'ordre de 3.7%. En seconde position, les déchets d'orange observent une teneur en MM de 2.9%, par contre les déchets de dattes présentent le taux le plus faible de 0.76%. Ainsi, leur valorisation nécessitera un complément minéral. Cette valeur est comparable à celle obtenue par Bentouati (1987), qui rapporte que le taux de MM est de l'ordre de 1.15%. Ceci peut être expliqué par le fait que notre échantillon a été cultivé dans une région où les sols sont relativement pauvres en minéraux.

3. Résultats du Dosage des sucres totaux

Les résultats obtenus pour le dosage des sucres totaux des déchets de dattes, d'oranges et de grignons d'olives sont représentés dans le tableau 10.

La teneur en sucres totaux est importante pour les déchets de dattes (63.05%). Ce résultat est prévisible et attendu car les dattes sont considérées comme étant des fruits très sucrés. Cette valeur est un peu plus élevée que celle enregistrée par Maatallah (1970) (51%). Cette différence est due probablement à la nature et la composition chimique du sol, des conditions atmosphériques et la spécificité du climat pour chaque région. En effet, le climat du désert algérien est relativement chaud. Ces températures excessives et élevées favorisent l'augmentation des teneurs de sucres des fruits, rendant ainsi sa valeur nutritive plus importante pour les ruminants. En seconde position, les déchets d'orange observent un taux de 33.19%. Ce résultat est inférieur à celui trouvé par Ghanem N. et *al.* (2009) qui rapportent que le taux de sucres totaux est de l'ordre de 46,64%. Il est à signaler que cette composition est en fait variable selon la variété d'orange utilisée. Le taux le plus faible est enregistré pour les grignons d'olive (5,01%). L'étude bibliographique montre que cette valeur est plus élevée par rapport à ceux rapportées par (Mosbah F., 1999; Balate, 1975) dont le taux de sucres totaux est de l'ordre de 3.6%.

Tableau 10. Résultats du dosage des sucres totaux de déchets de datte, d'oranges et de grignons d'olives.

	Prise(mg) d'essai	Volume1 Total(ml)	Dilution N° 1 (ml)	Dilution N° 2 (ml)	DO (nm)	C (g/g MS)	ST (%)	
Grignons d'olives	100	50	1/20	2/8	0.013	0.050	5.01	
S.D							1.38	
C.V							22.7	
Déchets d'oranges	100	50	1/20	2/8	0.085	0.3319	33.19	
S.D							1.83	
C.V							5.8	
Déchets de datte	Grignons de dattes	100	50	1/20	2/8	0.127	0.468	46.85
	S.D							0.92
	C.V							0.19
	L'envelop pe de datte	100	50	1/20	2/8	0.216	0.792	79.26
	S.D							1.46
	C.V							1.85

C: concentration ; DO : densité optique ; ST : sucres totaux ; S.D: standard déviation ;
C.V: coefficient de variation.

4. Résultats du dosage des celluloses brutes

Le tableau 11 montre les résultats obtenus lors du dosage de la cellulose brute de déchets des dattes, d'oranges et de grignons d'olives.

Tableau 11. Résultats du dosage des celluloses brutes selon la méthode de weende (1806).
En % de la MS

	Tare de Creuset	T+MS=P0	P1	P2	% CB	X
Grignons d'Olives	45.169	46.170	45.827	45.555	27.226	35.070
	45.959	46.960	46.710	46.362	34.828	
	45.745	46.753	46.348	45.960	38.464	
	45.245	46.247	45.956	45.558	39.764	
S.D						5.63
C.V						16.0
Déchets d'Orange	46,701	47.709	46.803	46.704	9.847	8.709
	44,762	45.767	45.240	44.764	9.294	
	44,458	45.467	44.533	44.462	7.116	
	45,326	46.328	45.414	45.328	8.579	
S.D						1.18
						13.5
Grignons de datte	45.039	46.047	45.165	45.037	10.059	10.12
	45.993	46.998	46.118	46.012	10.527	
	45.321	46.323	45.415	45.330	8.086	
	46.312	47.313	46.442	46.324	11.809	
S.D						1.54
C.V						0.15
Déchets de datte	46.154	47.168	46.195	46.159	3.579	3.986
	45.327	46.334	45.381	45.338	4.191	
	46.354	47.366	46.398	46.357	4.063	
	45.231	46.234	45.2805	45.239	4.112	
S.D						0.27
S.D						6.9

P0 : prise d'essai ; T : tare de creuset ; P1 : le poids après séchage ; MS : Matière Sèche ;
P2 : le poids après incinération ; CB : cellulose brute. ; X : la moyenne ; S.D: standard déviation ;
C.V: coefficient de variation.

La teneur la plus élevée en cellulose brute est observée pour les grignons d'olives (35%). Cette valeur est inférieure à celle rapportée (47.6%) par Chaabane K. et *a.l* (1997). Cette différence pourrait s'expliquer par l'état de la maturité de la pulpe et le moment de la récolte des fruits. La teneur moyenne en cellulose brute pour les déchets d'oranges est de l'ordre de 8.7%. Ce résultat est similaire à celle rapportées par Abani D. et *al.*, 2003 dont la teneur est de 13.19%. Les déchets de datte affichent la plus faible teneur en cellulose

brute (7.5%). Cette valeur est proche à celle mentionnée par plusieurs auteurs (Chehema et al., 2001; Djeroudi ,1991), qui rapportent une concentration de 9.59%, et de 8.19% respectivement.

5. Composition chimique des échantillons

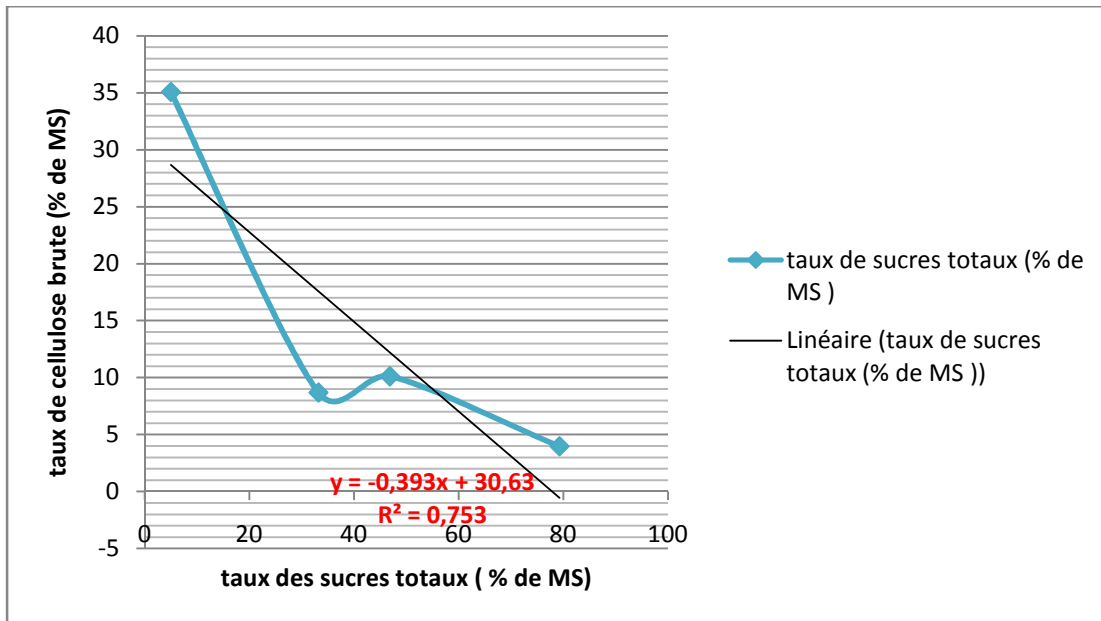
Les différents résultats des déchets de datte, des déchets d'oranges et de grignons d'olive sont représentés dans le tableau 1.

Tableau 12. Composition chimique de déchets de datte, d'orange et de grignons d'olive.

		MS	ST	CB	MO	MM
Grignons d'olive		70.58	5 .01	35.07	94.07	5.92
SD		1.209	1.389	5.631	1.552	1.552
CV		1.71	22.7	16.0	1.6	26.1
Déchets d'orange		82.60	33.19	8.70	97.09	2.90
SD		1.213	1.834	1.181	0.679	0.679
CV		1.4	5.8	13.5	0.7	23.3
Déchets de datte	Grignons de datte	94.79	46.85	10.12	99.515	0.48
	SD	1.433	0.923	1.544	0.2	0.20
	CV	0.015	0.197	0.152	0.002	0.41
	Enveloppe de datte	85.55	79.26	3.98	98.96	1.03
	SD	1.252	1.467	0.276	0.046	0.046
	CV	1.4	1.85	6.9	0.04	44.5

MS : matière sèche ; ST : sucres totaux ; CB : cellulose brute ; MO : matière organique
MM : matière minérale ; S.D: standard déviation ; C.V: coefficient de variation.

Une régression linéaire est déterminée entre le taux de sucres totaux et celui de la cellulose brute. Ceci, nous amène donc à conclure que les sous produit riches en sucres totaux sont pauvres en cellulose brute.



Conclusion

La valeur alimentaire des déchets agro- industrielles est un sujet d'étude de plusieurs travaux réalisés par plusieurs auteurs à travers le monde, à la lumière des résultats de ces derniers, il ressort que l'utilisation des sous produits agricoles dans l'alimentation des bétails est due à leur intérêt potentiel qui réside essentiellement dans leur fraction cellulosique.

C'est pour cela et dans cette même optique que s'inscrit notre travail, qui est une étude préliminaire faisant l'objet de la détermination et l'estimation des polysaccharides pariétaux dans les sous produits agricoles.

Nous avons limité notre étude sur 3 échantillons : les déchets de dattes, les résidus d'oranges et les grignons d'olives.

A partir des résultats obtenus à travers notre étude de la valeur alimentaire des différents sous-produits, il ressort que :

Les déchets de datte et d'orange contiennent une fraction soluble particulièrement riche en sucre totaux, donc ils ont la possibilité d'être utilisé comme substrat énergétique.

Les déchets d'olives sont riches en fibres cellulosiques, donc ils peuvent être utilisés comme substrat cellulosique.(comme aliment grossier).

En outre, ces résultats obtenus sur le dosage des sucres totaux et de cellulose brute ont permis d'ouvrir les portes pour réaliser des dosages d'autres polysaccharides pariétaux comme la lignine, l'hémicellulose, la pectine ...etc.

En Algérie, ces travaux restent jusqu'à maintenant préliminaire, et ces sous produits sont très mal exploités même s'ils sont utilisés traditionnellement comme aliment de bétail d'une façon anarchique et cela à cause du manque de chiffres sur leur valeur alimentaire réelle.

Liste des références

- Abani D., Sahu N. P., Jain K. K. 2003. Utilization of fruit processing wastes in the diet of *Labeo rohita* fingerling. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*. 16(11), P1661-1665.
- Adogla T., Duven G. 1955. *Animal feed science technology*. 55, P300.
- Afifi M., (1966. cité par Gohl B.1982). Les aliments des bétails sous tropique. Collection. FAO production et santé animale. P306.
- Albekra J. 1971. The date palm. Ed. Al. Ani presse Baghdad. P1085.
- Aman P., Jung H.G., Buxton D.R., Hatfield R.D., Ralph J. 1993. Composition and structure of cell wall polysaccharides in forages. in *Forage Cell Wall Structure and Digestibility*. American Society of Agronomy. Madison. P183-196.
- Anderson J. W., Cnem W.l. 1979. Plant fiber carbohydrate and lipid methabolisme. *Animal nutrition* . 32, P346-363.
- Benabdelhafid M., Hannani A.1996. Effet de traitement à l'ammoniac et à l'urée des sous produits du palmier dattier (pédicelle et palmes sèches) sur la composition chimique et la digestibilité "IN-VITRO" de la matière sèche. Thèse de Magister,, INFS/AS. Ouargla. P56 - 61.
- Benattia A. 1989. Valorisation des rebuts de dattes, composition chimique et digestibilité IN VIVO. Thèse de Magister,. INES. Batna. P49.
- Bentouati M.1987. Essai d'engraissement des jeunes ovins en palmeraie à base de résidu de dattes. Thèse de Magister,. I. T. A. Mostaganem. P66-71.
- Besse J. 1969. L'alimentation des ruminants. Ed. INRA publication. P471-475.
- Bouchrika A.1988. Essai d'introduction de rebuts de dattes dans l'alimentation des chèvres alpines en zone saharienne (Ouargla). Thèse de Magister,, ITA Mostaganem. P35.
- Boufennara S. 2012. Effet des tanins sur la fermentescibilité in vitro et la digestibilité in sacco de végétaux et de sous produits de l'agronomie des zones arides. Essai de modélisation des fermentations du microbiote ruminal. Thèse de doctorat. Université Mentouri de Constantine. P7-10
- Carpita N., Cann M.C. 2000. The cell wall. In B. Buchanan (ED.), *Biochemistry and molecular biology of plants*. Rockille. P52-58.

Liste des références

- Carre G., Jussiaux P., Gonde R. 1968. Cour d'agriculture moderne. Ed la maison Rustique. P619.
- Chaabane K., Bergaoui R., Ben Hammouda M. 1997. Utilisation de différents types de grignons d'olive dans l'alimentation des lapereaux. *world rabbit science*. 5 (1), P17-21.
- Charbel M. 2007. Transfert de matière dans un système solide/liquide « ions/eau/pectine»: Interactions, partage ionique et simulation par dynamique moléculaire. Thèse de doctorat. Institut National polytechnique de lorraine. P215-226.
- Chehma A., Longo H.F. 2001. Valorisation des Sous-produits du Palmier Dattier en Vue de leur Utilisation en Alimentation du Bétail. I A S. Centre Universitaire de Ouargla. P59-64
- Cosgrove D.J. 2005. Growth of the plant cell wall. *Nat Rev Mol Cell Biol* 6. P850-861.
- Dallel M. 2012. Evaluation du potentiel textile des fibres d'Alfa (*Stipa Tenacissima* L): Caractérisation physico-chimique de la fibre au fil. Thèse de doctorat. LPMT. Haute Alsace. P135-141.
- Derkaoui F. 1985. Valorisation de rebuts de dattes par voie biologique. Thèse de Magister. INA. El Harrache. P1-36.
- Djerroudi L. 1991. Composition chimique et digestibilité in VIVO des déchets de dattes. Thèse de Magister. INFS/AS. Ouargla. P51.
- Donato L. 2004. Gélification et séparation de phase dans les mélanges protéines globulaires/pectines faiblement méthylées selon les conditions ioniques. Thèse de Doctorat. L'École Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaires. P162-172
- Dubois AI., Gilles G.K., Hamilton J. K., Rebers P. A., Smith F., 1951. Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances *Nature*. P350-356
- Gacem A. 1983. Essai de traitement à l' NH_3 de sous produits du palmier dattier (pédicelles et palmes sèches). Thèse de Magister. Agronomie. INFS/AS. Ouargla. P50-56.
- Ghamri A, 1979. Valorisation des produits et sous produits agro-industriels dans l'alimentation des bovins en algérie. Thèse de doctorat. 3ème cycle, INP. Toulouse. P163.
- Ghanem N., Kammoun A., Mihoubi D., Kechaou N., Boudhrioua N. 2009. Effet du séchage infrarouge sur les cinétiques de séchage, sur les teneurs en phénols totaux et les pouvoirs de rétention de l'eau et de l'huile des écorces et des feuilles d'orange. GPA. École Nationale d'Ingénieurs de Sfax. P66-72
- Hamidi Y. K., Aktas L., Atlan M.C. 2005. Effect of packing on void morphology in resin transfer molded E-Glass/Epoxy composites. *Polymer Composites*. 26(5), P614-627.

Liste des références

- INRA. 1988. Alimentation des bovins, ovins et caprins. INRA publication. Route de St. Cyr. 78000 versailles- France.
- Jarrige R., Dulphy J.P., Faverdin P., Baumont R., Demarquilly C. 1995. Activités d'ingestion et de rumination. In R. JARRIGE et al: Nutrition des ruminants domestiques, ingestion et digestion. INRA Paris. P123-181.
- Jraidi Z. 1989. Principaux constituants et valeurs énergétique des déchets de dattes. Note de recherche N°2. INRA. Ariana. Tunisie. (62), P11-15.
- Kamer J.H., Ginkel, L. 1952. Rapid determination of cruder fiber in cereals. Cereal Chemistry, St. Paul. v.29(4), P239-251.
- Khal M. 1982. Les dattes et leurs sous produits dans l'alimentation animale. Thèse de Magister. I A V Hassan II. MAROC. P75.
- Khelifa Z. M Merouane A. 2009. Essai de prévision de la valeur nutritive des feuilles et la pulpe d'arganier. Thèse de Magister. F S A S B. P85-91.
- Lakhdar A. 2014. Une filière qui se porte bien. L'INR. 4955. [On line]. <http://lnr-dz.com/index.php?page=details&id=9006> . [03 juin 2014].
- Lawrence M. C., Colman P. M. 1993. Shape complementarity at protein/protein interfaces. J. Mol. Biol. 234, P946-950.
- Leroux H., Schubert E.1983. Actualités des industries alimentaires et agroalimentaires: Les applications des pectines HM dans les industries agroalimentaires. Revues des IAA. P615-618.
- Liu S ., Stampfer MJ., Hu FB., Giovannucci E., Rimm E., Manson JE., Hennekens CH ., Willett WC. 1999. Whole-grain consumption and risk of coronary heart disease: results from the nurses's health study. American. Journal of Clinical Nutrition. 70, P412-419.
- Lodish H., Berk A., Zipursky S.L., Matsudaira P., Baltimore D., Darnell J. 2002. Molecular Cell Biology. Freeman & Company. New York.
- Maatallah S. 1970. Contribution à la valorisation de la datte Algérienne. Thèse de Magister,. INA. El Harrache. P102-105.
- Martine C. 2002. Les fibres alimentaires. Définitions, méthodes de dosage, allégations nutritionnelles, rapport du Comité d'experts spécialisé "Nutrition humaine". AFSSA. P26-30

Liste des références

- May H. 2011. Caractérisation structurale et fonctionnelle d'AGP31, une glycoprotéine atypique de la paroi chez *Arabidopsis thaliana*. Thèse de doctorat. L'Université Toulouse III. P261-270.
- Mbarek Y. 1991. Place potentielle des produits et sous produits agro-industriels dans l'alimentation animale. Thèse de Magister. INA.El harrach. P84-88.
- Mcneil M., Albersheim P., Taiz L., Jones R. 1975. The structure of plant cell walls. *Plant Physiology*. P55- 64.
- Medina T., Brito E., Torrestiana S. B., Katthain R. 2000. Rheological properties of the mucilage gum (*Opuntia ficus indica*). *Food Hydrocolloids*. 14, P417–424.
- Mosbah F. 1999. Estimation de la teneur en sucres totaux en cellulose brute des déchets de datte, des déchets d'orange et des grignons d'olive. Thèse de Magister. Faculté de la science .Mentouri. P28-30.
- Munier P. 1973. Le palmier dattier. *Techn-agri et production*. Tropic. Ed. G. P. maison Neuv et Larose. Paris. P211-214.
- Patrick N. 2002. Étude physico-chimique des solutions de cellulose dans la n methylmorpholine-n-oxyde. Thèse doctorat. École des mines de paris. P321-330
- Piccioni M, 1965. Dictionnaire des aliments destinés aux animaux. Ed maison rustique. France. Cité par Lamniai, 1988 in: Incidence d'un aliment à base de datte sèche et de luzerne déshydratée sur la croissance du Poulets de chair. Thèse de Magister. ITAS. Ouargla. P60-64.
- Ranveer S.J., Shivalika S., Reena G.2005. Microbial pectinolytic enzymes: A review. *Process Biochemistry*. 40 (9), P2931–2944.
- Ricardo A. 2009. Caractérisation de mutants et transformant d'a -L-arabinofuranosidase chez *Arabidopsis thaliana*. Thèse de doctorat. Biosciences Végétales. Toulouse 3. P167
- Rihani N. 1991. Valeur alimentaire et utilisation des sous - produits des agrumes en alimentation animale. *Fourrages et sous-produits méditerranéens*. (16), P113- 117 [on line]. <http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=91605053> [22/05/2014]
- Rihani N., Guessous M. 1985. Utilisation de quelques sous produits d'agro industrie pour l'engraissement des ovins. I. A.V. Hassan II. *Rev. Homme, Terre et Eau*. 18(72), P58-86.
- Robinson W. I., Lucasia M.1974. Diets based on luzerne, ground whole date, concentrates and Firsh. For Jersey cows and Bulls. P162.

Liste des références

- Safi N., Cheynier V., Moutounet M. 2003. Implication of phenolic reactions in food organoleptic properties. *Journal of Food Composition and Analysis*. 16, P535-553.
- Sauvani D., Michalet B., Oreau D. 1988. Les aliments concentrés. In *alimentation des bovins, ovins et caprins*. Ed INRA. Paris. P337-349.
- Sbiai A. 2011. Matériaux composites a matrice époxyde chargée par des fibres de palmier dattier : effet de l'oxydation au tempo sur les fibres. Thèse de doctorat. L'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon. P253-259.
- Schols H.A. & Voragen A.G.J., (2002). The chemical structure of pectins. In : *Pectins and their Manipulation*. Blackwell Publishing Ltd (Ed). UK. Chapter 1. P1-29.
- Shuryo N. 2003. Pectins and their Manipulation. Book review. *Food Research International*. 36 (6), P643.
- Somen A., Anita C. 2012. Bioprospecting thermophiles for cellulase production: a review, *Braz J Microbiol*. 43(3), p844–856.
- Sophie B. 2007. Etude de l'estérification de la cellulose par une synthèse sans solvant. Application aux matériaux nanocomposites. Thèse de doctorat. Université Joseph Fourier - Grenoble 1. P6-10.
- Southgate D. 1995. *Dietary fibre analysis*. Cambridge, UK. The Royal Society of Chemistry.
- Taheriti M. 1985. Place potentielle des produits et sous produits agroindustriels dans l'alimentation animale. Thèse de Magister, INA EL Harrach. P90-93.
- Tayebi A. 2008. Obtention de papiers composites à partir d'une cellulose d'origines différentes et de macromolécules synthétiques polystyrène et polyacrylamide. Faculté des sciences exactes département de chimie. Mentouri. P72-76
- Trowell H. 1972. Dietary fibre, coronary heart disease and diabetes mellitus. I. Historical aspects of fibre in the food of Western man. *Plant Foods for man*. 1 (1), P11-16.
- Vaccarino C., Tripodo M.M., de Gregorio A., Salvo F., Lagana G. 1982. Amélioration de la valeur nutritionnelle des grignons par un traitement au carbonate de sodium. *Oléagineux* 37, P307-311.
- Vincken J.P., Schols H.A., Oomen R., Cann MC., Ulvskov P., Voragen A., Visser R. 2003. If homogalacturonan were a side chain of rhamnogalacturonan I. Implications for cell wall architecture. *Plant Physiology*. 132, P1781–1789.

Liste des références

Ying Z. 2012. Étude des relations entre structures et propriétés de films d'arabinoxylanes isolés de co-produits agricoles. Thèse de doctorat. URCA. Reims champagne Ardenne. P154-162.

Zoïopoulos P.E. 1983. The utilization of by-products of brewing, tomato canning and olive oil industries as feedingstuffs. Bulletin of the Hellenic Society of Animal Production (HSAP). 2, P39–56