



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérien Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي
Université Echahid Hamma Lakhdar - El Oued

كلية علوم الطبيعة والحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية
Département de biologie Cellulaire et Moléculaire

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences
biologiques
Spécialité : Biochimie Appliquée

THEME

Valorisation des coproduits d'abricot (*Prunus armeniaca* L.) de la wilaya de Batna

Présentée Par :

M^{elle}. ROUISSI Chaima.

Devant le jury composé de :

Président : Mr. MADJOUR A.	M.A.A	Université d'El Oued.
Examinatrice : M ^{elle} RAMDHANE F.	M.C.B	Université d'El Oued.
Promotrice : M ^{elle} . ALLOUCH D.	M.A.A	Université d'El Oued.

Année universitaire 2017/2018



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérien Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي
Université Echahid Hamma Lakhdar - El OUED

كلية علوم الطبيعة والحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية
Département de biologie Cellulaire et Moléculaire

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences
biologiques
Spécialité : Biochimie Appliquée

THEME

Valorisation des coproduits d'abricot (*Prunus armeniaca* L.) de la wilaya de Batna

Présentée Par :

M^{elle}. ROUISSI Chaima.

Devant le jury composé de :

Président : Mr. MADJOUR A.	M.A.A	Université d'El Oued.
Examinatrice : M ^{elle} RAMDHANE F.	M.C.B	Université d'El Oued.
Promotrice : M ^{elle} . ALLOUCH D.	M.A.A	Université d'El Oued.

Année universitaire 2017/2018

Dédicace

A l'aide de dieu le tout puissant,

J'ai pu réaliser ce travail que mes dédions

*A la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas, le bonheur et la joie de
ma vie, a ceux qui m'ont appris le sens de la persévérance tout au long de
mes études, pour leur patience, sacrifices, soutiens, conseils et
encouragements.*

A PAPA

*Celui qui ma accorder tant d'Attention, d'Amour, d'Aidée d'Encouragement, tout
Ce que je peux te dire ne peut jamais te décrire, ni te remercier assez pour tout ce
Que tu m'apportes en continue, car a mes yeux tu es le Meilleur Papa au monde, et*

A MAMAN

*Celle qui m'a toujours aimer soutenue dans toutes les situations, forte et
tendre et douce tu n'espérer que nous voir réussir et nous ne souhaitons que
te faire plaisir je souhaite être a la hauteur de tes espérances. Je T'aime
Maman, que dieu te protège et te garde pour moi.*

A mes chère frères et sœurs

A toute ma famille.

A tous mes amis, Teber et Imen de partager tous ces bons

Moments ensemble et à la joie d'être si proches

A tous ceux qui m'ont aidée de près ou de loin pour pouvoir réaliser ce travail.

Remercîment

« La connaissance est la seule chose qui s'accroît lorsqu'on la partage ».

Avant toute chose, on remercie Dieu, le tout puissant, pour j'avoir donné la

Force et la patience.

Je tiens à exprimer mon profonde gratitude et mes sincères remerciements à

l'encadreur de ce travail, M^{elle} ALLOUCH DJENET pour son assistance et ses

conseils pour assurer le succès de ce travail.

A Mr MADJOUR A. d'avoir accepté de juger ce travail en qualité

de président de Jury.

A M^{elle}RAMDHANI F. d'avoir accepté d'examiner ce ; modeste travail.

Ce travail a été entrepris au sein de la société Egyptienne Mud Engineering and

Chemicals (EMEC) à Hassi-Messaoud sous la direction de Monsieur

NAFA Samir qui a mis à ma disposition tout le matériel nécessaire et disponible

pour bien mener ce travail.

On adresse mes sincères remerciements à Mr. Khalika Mohammed,

Mr.Laich Khaled et Mr. Saadi Hamza pour leur aide et leurs efforts effectués

pour bien élaborer ce travail.

On vous remercie chaleureusement.

Mes sentiments de reconnaissance et mes remerciements vont également à tous

Mes enseignants de Biologie cellulaire et moléculaire pour leur aide et conseil

On remercie également tous mes amis et la promotion du Master de

Biochimie appliquée 2017/2018

Enfin, je tiens à exprimer mes gratitude éternelle à mes familles, parents, frères,

tous par leur nom, pour leur patience et leur soutien illimité au cours

de mes années scolaires dans les moments difficiles.

Liste d'abréviation

API	American Petroléum institue
CMC	Carboxyle methylcellulose
COV	Composes Organiques Volatils
CA	Charbon actif
FAO	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
H₂SO₄	Acide sulfurique
H₃PO₄	Acide phosphorique
HTHP	Haute Température, Haute Pression
IUPAC	Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée
KOH	Hydroxyde de potassium
Na OH	Hydroxyde de sodium
NA	Noyaux d'abricot
NaCl	Chlorure de sodium
PAC	Cellulose Poly Anionique
ZnCl₂	Chlorure de zinc

LISTE DES FIGURES

Numéro	Titre	Page
Figure 01	Les fruits d'abricots	4
Figure 02	<i>Prunus armeniaca L</i>	5
Figure 03	Evolution de la culture de l'abricotier dans la wilaya de Batna (2000/2012)	9
Figure 04	Les coproduits d'abricot (la couque et l'amande)	13
Figure 05	Les lipides	21
Figure 06	La production mondiale des huiles végétales)	22
Figure 07	Les triglycérides d'acides gras (TAG)	23
Figure 08	Structure générale d'un acide gras.	24
Figure 09	Extracteur (Soxhlet)	28
Figure 10	Structure des pores de Charbon Actif	31
Figure11	Structure des fonctions de surface à caractère acide	32
Figure12	Structure des fonctions de surface à caractère basique	32
Figure13	Sites actifs générés au cours d'un traitement thermique	33
Figure14	Représentation schématique des étapes de fabrication classique du charbon actif	35
Figure15	Représentation de la microstructure d'un charbon activé	36
Figure 16	L'application des charbons actifs dans les domaines cosmétiques	44
Figure17	la région des Aurès	45
Figure18	Situation géographique de la région de Menaa	47
Figure 19	Image satellite de la région Menaa	48
Figure 20	L'unité d'étude L'ENAJUC	49
Figure 21	L'unité d'étude EMEC	50
Figure22	L'échantillon des noyaux d'abricot (<i>Prunus armeniaca</i>)	52
Figure 23	L'extracteur Soxhlet	57
Figure 24	Schéma des étapes de fabrication de noir de carbone à partir des noyaux d'abricot (NA)	58
Figure 25	L'activation chimique de charbon par l'acide phosphorique	60
Figure 26	Prétraitement des coques d'abricot	61
Figure 27	Le traitement des coques d'abricot	62
Figure 28	Granulomètre	63
Figure 29	Préparation des colmatants dans l'homogénéisateur Hamilton Beach	66
Figure 30	cellule de filtration API	67
Figure 31	la préparation de la boue de forage à base d'huile à partir du charbon actif	68
Figure 32	Le Filter press d'API	69
Figure 33	Teneur en Eau des Amandes d'abricot <i>Prunus armeniaca L</i>	72
Figure 34	Le rendement d'huile végétale d'amande d'abricot	73
Figure 35	L'huile végétale d'amande d'abricot	74

Figure 36	Le rendement en charbon actif des coques d'abricot	75
Figure 37	le taux de perte de filtre API des différents colmatants	79
Figure 38	le taux de perte de filtre API de la boue de forage à base d'huile	80

LISTE DES TABLEAUX

Numéro	Titre	Page
Tableau 01	Position systématique du <i>Prunus armeniaca</i> L	5
Tableau 02	Production mondiale en tonnes	7
Tableau 03	Valeurs nutritionnelles d'abricot	10
Tableau 04	Caractéristiques des vieilles variétés d'abricot	11
Tableau 05	Composition chimique des amandes d'abricot	13
Tableau 06	Digestibilité en % de matière sèche de la matière protéique, de la matière organique et teneurs en énergie brute des différents types d'amande et de leurs tourteaux	18
Tableau 07	Conditions d'extraction des huiles (lipides) par ASE (200 DIONEX)	29
Tableau 08	Comparaison des méthodes d'activation utilisées dans la préparation des CA	39
Tableau 09	Caractéristiques des principaux adsorbants industriels	41
Tableau 10	Les différentes variétés cultivés à Menaa	51
Tableau 11	Liste des matériels et consommables nécessaires	53
Tableau 12	Les compositions de boue de forage à base d'huile standard et à base du charbon actif	68
Tableau 13	Caractères organoleptiques d'huile végétale d'amandes de <i>Prunus armeniaca</i>	74
Tableau 14	Paramètre de granulométrie	76
Tableau 15	L'humidité, l'indice d'iode des charbons actifs étudiés	77

SOMMAIRE

Dédicace	
Remercement	
Liste d'abréviation	
Liste de figures	
Liste des tableaux	
Introduction	1
I. Synthèse bibliographique	
Chapitre 1 : l'abricot <i>Prunus armeniaca</i> L.	
I.1.1. Généralités	4
I.1.2. Description du fruit	4
I.1.3. Position systématique	5
I.1.4. Histoire et origine	6
I.1.5. Etymologie de l'abricot	6
I.1.6. Production mondiale	6
I.1.7. Production des abricots en Algérie	7
I.1.7.1 Production de la région des Aurès	7
I.1.8. Valeur nutritionnelle	9
I.1.9. Variétés des abricots	11
I.1.10. Composition biochimique de l'amande d'abricot	12
I.1.11. L'huile de noyau d'abricot	14
I.1.12. Importance Economique des abricots	15
Chapitre 2 : Les huiles végétales	
I.2.1. Les lipides	20
I.2.2. Le marché mondial des huiles végétales	22
I.2.3 Composition général des huiles végétales	23
I.2.3.1 Constituants <i>majeurs</i>	23
I.2.3.2 Les constituants mineurs	25
I.2.4. Importance des lipides	25
I.2.5. Les différentes applications des huiles végétales	26
I.2.6 Procédés d'extractions des huiles végétales	27
Chapitre 3:Le charbon actif	
I.3.1 Généralités sur le charbon actif	30

Sommaire

I.3.2. Texture et nature chimique de la surface des charbons actifs	30
I.3.2.1. Structure poreuse d'un charbon actif	30
I.3.2.2. Nature chimique de la surface d'un charbon actif	31
I.3.2.3. Formation de sites actifs a partir des groupements fonctionnels	33
I.3.3. Sources du charbon actif	33
I.3.4. Fabrication des charbons actifs	34
I.3.4.1. Activation physique	37
I.3.4.2. Activation chimique	37
I.3.4.3. L'oxydation	37
I.3.4.4. Avantages et inconvénients des méthodes d'activation physique et chimique	37
I.3.5. L'adsorption	40
I.3.5.1. Mécanismes d'adsorption	40
I.3.6. Les différents domaines d'application du charbon actif	41
I.3.6.1. Utilisation dans les domaines pétroliers	41
I.3.6.2. Utilisation dans la filtration	42
I.3.6.3. Utilisation dans les domaines médicaux	43
I.3.6.4. Utilisation dans le traitement d'eau	43
I.3.6.5. Utilisation dans les domaines cosmétiques	43
II. Partie Expérimentale	
Matériels et méthodes	
II.1. Présentation de site d'étude	45
II.1.1. Description du massif des Aurès	45
II.1.1.2 Climat et zonage lithologique	46
II.1.1.3 Situation géographique de la wilaya de Batna	46
II.1.1.4 Situation géographique de la région de Menaâ	47
II.1.1.5. Présentation de l'unité d'étude « L'ENAJUC »	48
II.1.2. Présentation de l'unité d'étude « EMEC »	49
II.2. Matériel biologique	51
II.2.1 Matériel végétale	51
II.3. Matériel techniques d'étude au laboratoire	53
II.4. Méthodes d'analyses	54

Sommaire

II.4.1. Détermination de la teneur en eau (NF V 03-903)	55
II.4.2. Détermination de la teneur en matière grasse	56
II.4.3 Préparation de charbon actif à partir des coques d'abricot	58
II.4.3.1.Préparation du charbon actif à partir des coques d'abricot par méthode physique	58
II.4.3.1.1 Activation physique	59
II.4.3.2.Préparation du charbon actif à partir des coques d'abricot par méthode chimique	59
II.4.3.2.1 Activation chimique par l'acide phosphorique	59
II.4.3.2.2 Activation chimique par alcalinisation	61
II.4.3.3 Le rendement de synthèse des charbons actifs	62
II.4.4. Détermination des paramètres physicochimiques du charbon actif	63
II.4.4.1. L'analyse granulométrique	63
II.4.4.2.Taux d'humidité	64
II.4.4.3.L'indice d'iode	64
II.4.5. Analyse des colmatants des puits de forage	65
II.4.5.1 Le taux de perte de filtre API de colmatant	65
II.4.6 Les analyses de la boue de forage	67
II.4.6.1 Préparation de la boue à base d'huile	67
II.4.6.2 Le taux de perte de filtre API de la boue de forage	69
II.4.7 Etude statistique	71
III. Résultats et discussions	
III.1 La composition biochimique d'amande d'abricot <i>Prunus armeniaca L.</i>	72
III.1.1 Le taux d'humidité	72
III.1.2 La matière grasse (teneur en huile végétale)	73
III.1.2.1 Propriétés physiques	74
III.2. Le rendement en charbon actif des coques d'abricot	75
III.4.Les paramètres physicochimiques du charbon actif	76
III.4.1.L'analyse de la granulométrie	76
II.4.2 L'humidité et l'indice d'iode	77
III.5. Le taux de perte de filtre API de colmatant	79

Sommaire

III.6. Le taux de perte de filtre API de la boue de forage	80
Conclusion	82
Références bibliographiques	84
Annexes	
Résumé	

Introduction

L'intérêt mondial croissant porté à la préservation de l'environnement des déchets solides induits par les différentes activités et transformations humaines due à l'essor industriel qui envahit le monde, a suscité l'attention des industriels à trouver des moyens techniques pour réduire sinon valoriser ces déchets.

En effet les déchets agricoles attirent l'attention des chimistes verts pour leur grande disponibilité. En outre, Pour le cas des résidus ligno cellulosiques "noyaux d'abricot" de pêche, les coques d'amandes, etc. Les fabricants ont trouvé des applications dans la production de charbons actifs .Ces charbons sont utilisés à leurs tours dans les filières de traitement des eaux, purification de produits, adsorption de gaz etc. **(Ibrahim T, 2012).**

Aussi ,le choix des polymères naturels pour des applications dans l'industrie pétrolière sont apparues en 1937, avec l'incorporation des gommes naturelles et de dérivés d'amidon qui constituent les premières solutions pour contrôler les propriétés de filtration afin de minimiser l'endommagement causé par l'invasion en formation du filtrat fluide, non seulement dans les réservoirs, mais aussi à proximité des aquifères civils qui ont été pollués . **(Dias et al ., 2012)**

Les sous produits d'abricot et en particulier les amandes sont considérés comme une culture vivrière importante, variantes d'utilisation de la consommation locale comme des noix comestible à l'état naturel à l'inclusion comme des ingrédients majeurs dans les produits alimentaires. Ainsi, Elles peuvent être broyées et transformées en une pâte qui est utilisée dans la fabrication de divers produits de boulangerie (Kester et Asay, 1979). De plus, depuis de nombreuses années, l'amande d'abricot a été utilisé dans la médecine populaire comme remède pour diverses maladies tels que l'infertilité, l'inflammation de l'œil, les spasmes, les hémorragies et les infections vaginales **(Yigit et al ., 2009)**. Ainsi, L'huile d'amande d'abricot est un exemple bien connu qui est utilisé dans les produits cosmétiques et à des fins médicales depuis de nombreuses années (Hallaboet al., 1975).

L'abricot (*Prunus armeniaca* L.) appartient à la famille des Rosaceae qui est largement distribué dans la plupart des pays du monde ; les espèces de *Prunus* ont également une certaine importance économique dans le marché des produits frais et transformés Gao et Mazza, 1995). La production d'abricot pour les différents

usages, comme des fruits frais ou transformés, est économiquement très pertinent (3.210.194 tonnes en 2009, selon les données de la FAO dans les pays méditerranéens, où près de 15 à 60% de la récolte mondiale est générée).

En Algérie, l'abricotier possède une place privilégiée dans la vie des agriculteurs, vue la superficie qu'il occupe et son importance dans le marché national. Les vergers d'abricotiers, constituent l'une des meilleures richesses de l'Algérie, notamment dans la région des Aurès (la wilaya de Batna particulièrement), qui constitue l'une des régions les plus productives. En effet, elle occupe la première place à l'échelle nationale. **(Lahbari M, 2015).**

L'augmentation de 2008 à 2011 des surfaces arboricoles en abricotiers en Algérie, grâce aux différents plans nationaux de développement agricole successifs (PNDA), notamment au niveau du Hodna, entraîne une accumulation des sous produits engendrés par l'agro-industrie au fur et à mesure de la mise en production des jeunes vergers. De tels sous-produits correspondants à cette perte sont pourtant susceptibles de présenter un intérêt économique non négligeable. Par conséquent, il s'avère important de valoriser de tels déchets **(Abbes M, 2015).**

A ce constat ; La création de produits innovants, mettant en valeur les excellentes qualités intrinsèques de ces «déchets», serait un atout important pour la filière de distillation des abricots. C'est dans un cadre de contribution à la valorisation de notre patrimoine végétal que se situe notre étude dont les objectifs principaux se résument dans les volets suivants :

- La valorisation des coproduits d'abricot (*Prunus armeniaca* L.) de l'industrie agro-alimentaire N'GAOUS situé dans de la région de Menaâ wilaya de Batna ; en évaluant le taux de ces coproduits dans cette dernière .
- l'extraction et la détermination de rendement des huiles végétales des amandes d'abricot (*Prunus armeniaca* L.) par la méthode d'extraction de référence soxhlet;
- Préparation de charbon actif à partir des coques d'abricot par un appareillage spécifique (tube de carbonisation en ciment) et chimiques (acide phosphorique et alcalinisation) ;
- Etude des paramètres physicochimique du charbon actif;
- Etude comparative du colmatants (Lcp et Not Plog) des puits de forage avec le colmatant à base des coques d'abricot;

Introduction

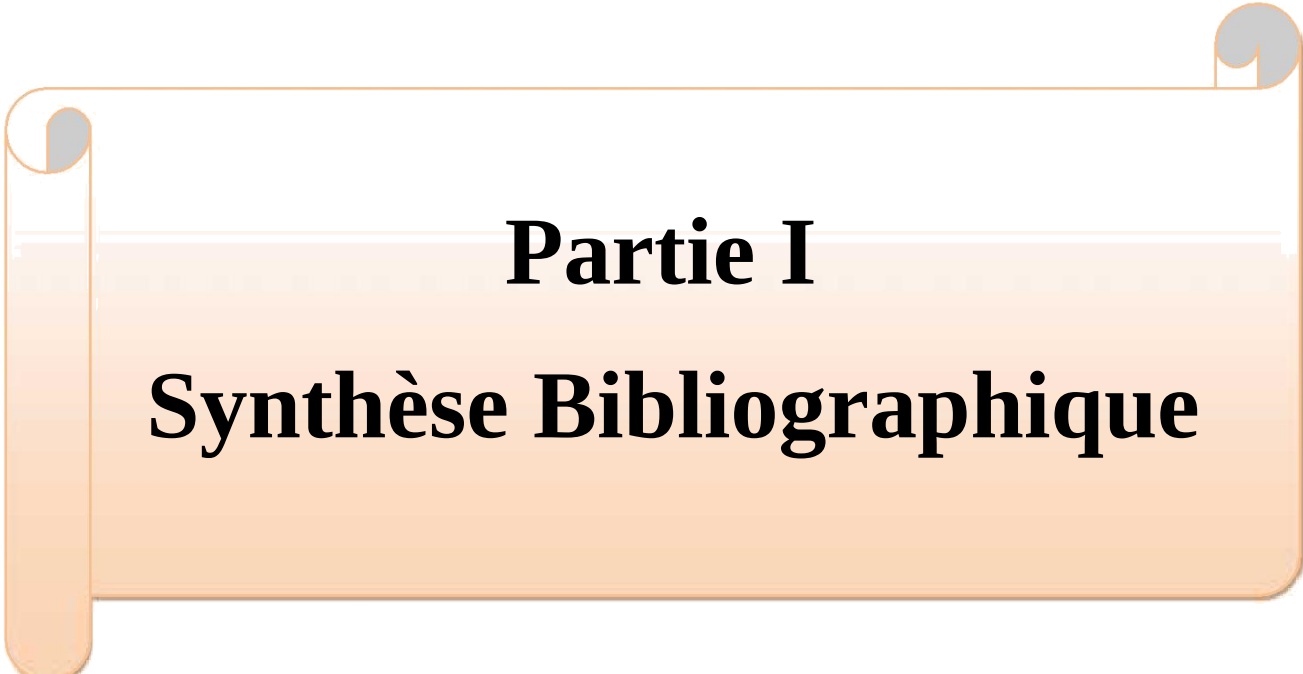
- Incorporation du charbon actif comme Réducteur de filtrat dans la boue de forage à base d'huile.

Ce mémoire est présenté en trois grandes parties, une introduction et une conclusion générale.

Dans la première partie théorique on a essayé d'apporter le maximum de renseignements sur l'abricot en tant que matériel végétal du notre étude en examinant son histoire, ses caractéristiques, sa composition et les variétés les plus répandues dans le monde et dans la région d'étude (Batna) ainsi que ces utilisations et applications dans les différentes domaines.

Dans la seconde partie expérimentale, nous développerons les techniques de caractérisation et les protocoles de préparation et activation du charbon à partir des coquilles de noyaux d'abricots ainsi que son application dans le domaine pétrolier, aussi celle de l'extraction des huiles végétales.

Dans la dernière partie, nous discuterons nos résultats obtenus et nous terminerons notre travail par une conclusion générale.



Partie I

Synthèse Bibliographique

I. Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : l'abricot *Prunus armeniaca* L.

I.1.1. Généralités

L'abricot est considéré comme le plus délectable des fruits de verger et l'une des quelques cultures fruitières tempérées qui ne sont pas affectées par les sur plus de production. L'abricot est parmi un petit nombre d'espèces, qui en raison de ses usages polyvalents, a la possibilité d'étendre encore plus loin et sans souffrir de crises récurrentes de marché par rapport à d'autres espèces (Ham, 2009).

L'abricotier appartient à la famille des *Rosaceae*, la section *Armeniaca*, le sous genre *Prunophora* Focke et le genre *Prunus* C'est une espèce diploïde avec huit paires de chromosomes ($2n = 16$). Les abricots les plus cultivés appartiennent à l'espèce *P. armeniaca* L. Les espèces proches sont *P. brigantiaca*, *P. ansu*, *P. mume* « abricot japonais », *P. sibirica*, *P. mandshurica* et *P. dasycarpa* « abricot noir » (Faust et al., 1998). L'abricotier commun pousse dans des zones géographiquement diversifiées, allant de l'hiver froid de la Sibérie au climat subtropical de l'Afrique du Nord et des déserts d'Asie centrale, ainsi que les zones humides du Japon et de la Chine orientale (Siddiq, 2006).

I.1.2. Description du fruit

L'abricot est le fruit d'un arbre généralement de petite taille appelé abricotier, de la famille des Rosacées. Le nom scientifique de l'abricotier est : *Prunus armeniaca* (Prune d'Arménie)

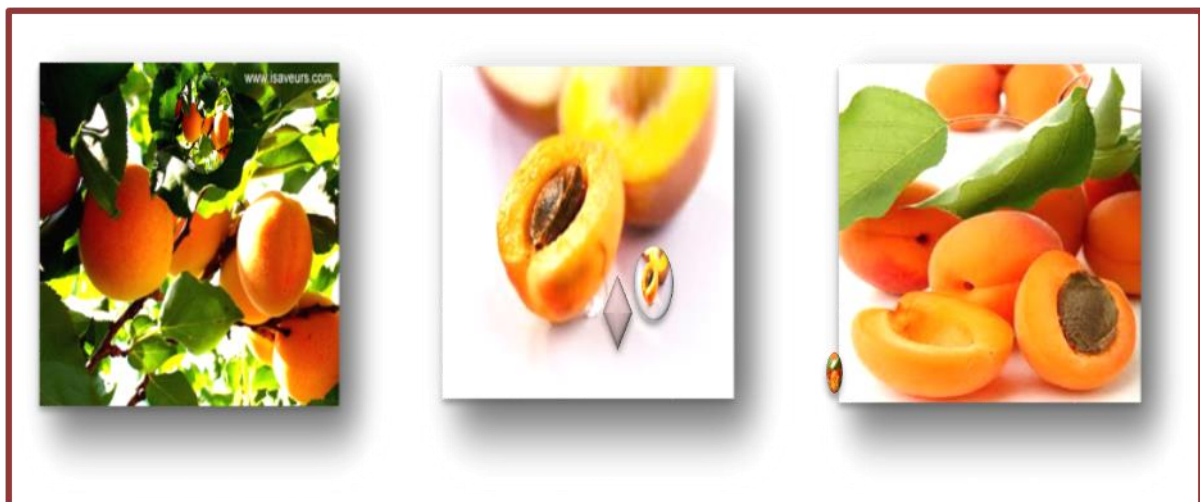


Fig. 01: Les fruits d'abricots (www.fruit-et-legumes.net).

C'est un fruit charnu, une drupe, de forme arrondie, possédant un noyau dur contenant une seule grosse graine (**Figure 01**), ou amande.

La chair est sucrée, peu juteuse, jaune orangée et ferme, la teneur en carotène ou pro vitamine A est élevée, c'est elle qui donne la couleur orangée et l'abricot est riche en pectines qui se gonflent facilement d'eau et qui lui confèrent son côté moelleux. L'abricot se sépare aisément en suivant le sillon médian. (**Arevalo P. A. Murr F. X., 2007**) .La peau veloutée, dont la couleur peut aller du jaune au rouge, est parfois piquetée de « taches de roussure » et se mange. La couleur rouge n'est pas gage de maturité (le degré de maturité est apprécié par le parfum et la souplesse du fruit) et l'abricot mûrit après sa cueillette, il est climactérique (**Faust et al., 1998**).

I.1.3. Position systématique

Selon **Ziegelbaum en 1992**, la position systématique du *Prunus armeniaca* L. est comme suit :

Tableau N° 01 : Position systématique
du *Prunus armeniaca* L.

<u>Règne</u>	<u>Plantae</u>
<u>Sous-règne</u>	<u>Tracheobionta</u>
<u>Division</u>	<u>Magnoliophyta</u>
<u>Classe</u>	<u>Magnoliopsida</u>
<u>Sous-classe</u>	<u>Rosidae</u>
<u>Ordre</u>	<u>Rosales</u>
<u>Famille</u>	<u>Rosacée</u>
<u>Sous-famille</u>	<u>Prunoideae</u>
<u>Genre</u>	<u>Prunus</u>
<u>Espèce</u>	<i>armeniaca</i> L



Fig. 02: *Prunus armeniaca* L (www.fruit - et -legumes.net)

I.1.4. Histoire et origine

L'abricot et la pêche sont les deux fruits à noyaux du genre *Prunus* originaires de l'Asie. Ce sont les Chinois qui, les premiers, l'ont domestiqué, il y a au moins 4000 ans. De la Chine, l'abricot a gagné l'Inde puis l'Italie et la Grèce, en suivant la Route de la Soie, un siècle avant notre ère. En Afrique du nord et en France, il a été introduit aux environs du XVème siècle. (Baert J-P., 1999).

I.1.5. Etymologie de l'abricot

Le mot est passé du latin au français via le grec ancien, l'arabe et le catalan. Les Romains le nommaient *praecoquum*, c'est-à-dire « le fruit précoce ». Les Grecs l'empruntèrent aux Romains sous la forme *πραϊκόκιον (praikokion)*.

Les Arabes l'empruntèrent aux Grecs sous la forme (*Al-barqouq*) et les Catalans l'empruntèrent aux Arabes sous la forme *abercocen* agglutinant l'article défini au substantif. Le mot est passé en français au XV le siècle. *Al-barqouq* désigne aujourd'hui, au Maghreb, la prune, alors que l'abricot se dit '*mechmech*', mot d'origine persane. En arménien l'abricot est appelé "*tsiran*" depuis la nuit des temps. (Bimbenet J.J., 1998.)

I .1.6. Production mondiale

La culture de l'abricotier s'est développée autour du bassin méditerranéen et en Asie centrale, aujourd'hui encore, c'est dans ce périmètre que se situent les principaux pays producteurs. Nous trouvons ailleurs quelques bassins secondaires, dont les plus importants sont les USA, la Chine et l'Afrique du Sud.

Selon les chiffres donnés par la FAO en 2014 la Turquie est le principal producteur d'abricots et plus particulièrement dans la région de Malatya, elle domine ainsi la production mondiale avec environ 695300 tonnes d'abricots produits en 2009, suivie de l'Iran avec 397700 tonnes (**Tableau N°02**).

La majeure partie de la production turque et iranienne est destinée au séchage ce qui explique la présence abondante sur notre marché de l'abricot sec provenant de ces deux pays de manière presque exclusive (**Bretaudeau J., 1981**).

Tableau N°02 : Production mondiale en tonnes (FAO, 2014).

Production d'abricot en tonnes.	
Turquie	695 364
Iran	397 700
Uzbekistan	290 000
Italie	233 600
Algérie	202 806
Pakistan	193 936
France	190 382
Maroc	122 798

En Afrique, l'Algérie occupe la première place avec 25% de la production africaine, la deuxième et la troisième place reviennent au Maroc et à l'Afrique du Sud avec des tonnages représentant respectivement 21,5% et 20,8% de la production africaine (F.A.O., 2014).

I.1.7. Production des abricots en Algérie

L'Algérie avec une production, en 2009 de 202806 tonnes, qui correspond à 3,5% de la production mondiale, occupe la cinquième place mondiale. Malgré cette situation qui paraît favorable, la production algérienne d'abricots demeure faible par rapport au nombre d'abricotier existant et celui implanté récemment dans le cadre du fond de soutien destiné aux agriculteurs et encore loin d'atteindre celle enregistrée dans certains pays du monde. (Bahlouli F., Tiaïba A., Slamani A., 2008).

I.1.7.1 Production de la région des Aurès

Les Aurès et l'Algérois étaient les régions prépondérantes en matière de production d'abricot en Algérie et persistèrent très longtemps sans concurrent. La récolte d'abricot a atteint pour la saison 2010 un niveau record de 367 000 quintaux dans la wilaya de Batna. La production aurait pu être encore plus importante au vu des précipitations exceptionnelles enregistrées cette année si ce n'est l'apparition du «*Coryneum*», une maladie cryptogamique à laquelle l'abricot est très sensible, et les chutes de grêlons qui ont affecté certains vergers (Ham, 2009).

Le prix élevé des traitements phytosanitaires et le manque de moyens des petits fellahs sont faits qu'une grande partie des agriculteurs touchés n'a pu lutter efficacement contre ce parasite, affirment des producteurs de la commune de Sefiane.

Selon des arboriculteurs près de cette localité, certains cultivateurs ne se sont même pas aperçus de l'infection de leur champ par le *Coryneum* qui commence par toucher les feuilles de l'arbre avant de s'étendre au fruit en cas de non-traitement. Cependant, ce parasite n'a affecté qu'un nombre limité de vergers. Ce qui permet de prévoir une récolte représentant plus du double de la production de la saison dernière, soit 149 000 quintaux avec, en prime, un fort accroissement des rendements de 120 quintaux à l'hectare contre 41 quintaux par hectare en 2010 (**Ham, 2009**).

De plus, l'irrigation des vergers à partir de petits forages, selon des procédés traditionnels, constitue l'autre problème qui tarade les paysans de la région.

Ces derniers assurent que le devenir de ce patrimoine arboricole en pleine croissance est tributaire de la réalisation de seguias modernes pour acheminer l'eau du forage principal.

L'intervention de l'Etat, dans les années 1990, pour sauver la culture de l'abricot dans la wilaya de Batna, confrontée alors à plusieurs difficultés, avait donné lieu à la mobilisation de 1300 milliards de centimes ayant ciblé 2500 hectares des régions de N'gaous, de Sefiane et de Boumaguer pour la réalisation de forages, de bassins, de retenues et pour l'extension du réseau électrique. L'opération a permis de revitaliser la filière, dès le début de l'actuelle décennie. Une action d'autant plus opportune que les vergers d'abricotiers représentent le quart de la superficie consacrée à l'arboriculture fruitière dans la wilaya de Batna (**Bahlouli F., Tiaiba A., Slamani A., 2008**).

A la fin de l'année 2012, la superficie destinée à l'abricotier est estimée à 4630.8 ha dont 4181.4ha en rapport, la production estimée à cette même période est de 489548 quintaux (**D.S.A., 2013**). D'un point de vue d'extension, l'abricotier occupe la deuxième place après le figuier, suivi par le grenadier, le pommier et les agrumes **Fig 5 . (D.S.A., 2013)**.

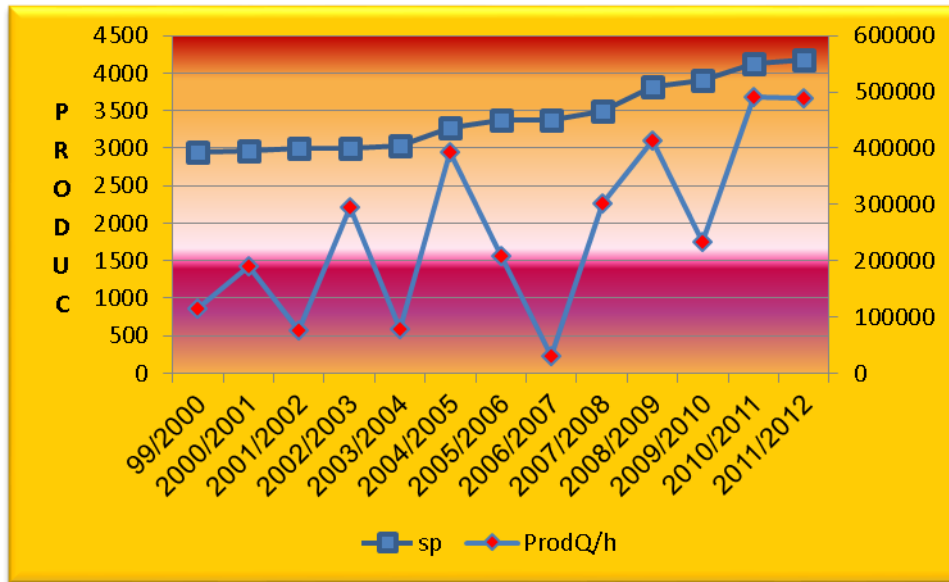


Fig.03: Evolution de la culture de l'abricotier dans la wilaya de Batna (2000/2012) (D.S.A, 2013).

Un nombre de producteurs de la région sud-ouest de la wilaya de Batna (Ras Layoune, Ouled Si Slimane et N'gaous) misent actuellement sur l'exportation de leurs abricots dont la qualité est reconnue sur le marché national, soutiennent des agriculteurs à Sefiane qui estiment que l'actuel défi est de gagner la confiance des opérateurs étrangers. Ces agriculteurs rappellent que l'abricot de cette région avec celui de Menaâ avait suscité, au cours des dernières années, un vif intérêt auprès d'importateurs européens, même si l'exportation de ce fruit, a été, déplorent-ils, très timide jusqu'ici à cause du manque de promotion et des problèmes de conditionnement (Noui Y, 2017).

I.1.8.Valeur nutritionnelle

Les abricots sont une bonne source des fibres alimentaires (pectines), de potassium et une très bonne source de bêta-carotène (vitamine A) et de vitamine C. Les pectines, se gonflent facilement d'eau et confèrent du moelleux à sa chair (**Tableau N°03**). L'abricot peut être consommé frais, séché ou sous forme de jus, de marmelade et de confiture. Son contenu en fibres, en antioxydants et en plusieurs autres nutriments fait de l'abricot un fruit particulièrement intéressant pour la santé (**Bretonneau J., 1981**).

Plusieurs études prospectives et épidémiologiques ont démontré qu'une consommation élevée de fruits diminuait le risque de maladies cardiovasculaires, de certains cancers et d'autres maladies chroniques (**Bourgeois C., 2003**).

Les abricots contiennent différents antioxydants, particulièrement des flavonoïdes mais le contenu en antioxydants des abricots séchés serait plus élevé que celui des abricots frais. L'abricot contient principalement du bêta-carotène, un caroténoïde contribuant largement à sa couleur orangée, ainsi qu'une petite quantité de lycopène. Dans l'organisme, le bêta-carotène a la capacité de se transformer en vitamine A (Indra Rai et al, 2015).

Tableau N°03: Valeurs nutritionnelles d'abricot (Florinda Fratianni et al, 2018).

Valeurs nutritionnelles d'abricot	
Composition chimique	Valeur / 100 g de produit frais
Portion comestible (%) 94	94
Eau (g)	86,3
Protéines (g)	0,4
Lipides (g)	0,1
Cholestérol (mg)	0
Glucides disponibles(g)	6,8
Amidon (g)	0
Sucres solubles (g)	6,8
Fibres totales (g)	1,5
Fibres solubles (g)	0,71
Fibres insoluble (g)	0,83
Énergie (kcal)	28
Énergie (kJ)	117
Na (mg)	1
K (mg)	320
Fe (mg)	0,5
P (mg)	16
Ca (mg)	16
Thiamine (mg)	0,03
Riboflavine (mg)	0,03
Niacine (mg)	0,5
Vit A rétinol eq (mg)	360
Vit C (mg)	13

A titre comparatif, une portion de 125 ml d'abricot frais (environ deux abricots) contient environ 2000 µg de bêta-carotène, tandis qu'une portion de 60 ml d'abricot séchés en renferme 1400 µg. (**Abrouche R , 2013**).

Les abricots, frais et séchés, sont une source de fibres alimentaires. Une portion de 125 ml d'abricot frais comble respectivement 5 % et 8 % des apports quotidiens recommandés en fibres des hommes et des femmes de 19 ans à 50 ans. En plus de prévenir la constipation et de diminuer le risque de cancer du côlon, une alimentation riche en fibres peut contribuer à la prévention des maladies cardio-vasculaires, ainsi qu'au contrôle du diabète et de l'appétit (**Abrouche R , 2013**).

L'abricot sec apporte des éléments essentiels comme les glucides vite utilisables, les vitamines du groupe B, du fer, du cuivre et du potassium et sa richesse en fibres. On tire également de ses noyaux une huile peu grasse qui pénètre facilement, hydrate et revitalise la peau, grâce à sa richesse en vitamine A (**Bimbenet J.J., 1998**).

I.1.9.Variétés des abricots

D'après **Claire Doré et al.**, Il existe plus que 750 variétés d'abricots répertoriées dans le monde . Parmi ces variétés, citons les caractéristiques des plus connues, **Tableau (04)**.

Tableau N°04: Caractéristiques des vieilles variétés d'abricot (**Lahbari M., 2015**).

Variété	Caractères
Le Paviot	Gros à très gros fruit, conique, enflé sur les joues épiderme rouge orangé. Belle variété assez délicate pour le transport. Fruit obtenu d'un semis de Hâtif du Clos, en 1882, à Marcilly d'Arzegues Par M. Paviot.
Le Luizet	Fruit volumineux, de forme ovoïde allongée. Une peau légèrement duveteuse, jaune orange ponctuée de rouge pourpre, Juteux et sucré.
Le Bourbon	Fruit assez gros, peu parfumé. Maturation irrégulière, souvent fendu par la pluie.
Le Blanc Rosé (Poman Rosé)	Fruit moyen allongé, ovale conique, bien comprimé sur les joues, à dos caréné, assez peu arqué, suture centrale arquée. Epiderme jaune pâle, pourpré, carminé à l'insolation.

En Afrique du nord, on retrouve plusieurs variétés, deux particulières (Louzi et Rosé) en Algérie dans le seul massif des Aurès, l'une à N'Gaous, ouest de l'Aurès, l'autre à Menaa au centre des Aurès (Sud ouest du chef lieu de la wilaya de Batna). La variété Rosé de Menaa est unique au Monde par sa blancheur et sa tache rouge. (**Bahlouli F., Tiaiba A., Slamani A., 2008**).

I.1.10. Composition biochimique de l'amande d'abricot

Le noyau d'abricot présente une valeur nutritionnelle intéressante. Ils sont riche en lipides, en sont utilisés comme source d'huile excellente qualité et qui à des larges applications en industrie cosmétique. Des études montrent la possibilité d'utiliser l'huile de noyau d'abricot en industrie alimentaire : En effet **Abd el Aal et Khalil (1986)**, montrent la possibilité de préparé des biscuits avec l'huile de noyau d'abricot à place d'huile de maïs sans altérer flaveur, la couleur et la texture de produit fini (**Noui Y , 2017**).

En effet, une étude structurale des polysaccharides des graines de *P. armeniaca* faite par **Banerjee & Bhatt (2007)** a révélé la présence de mannose (50%), glucose (37,5%) et l'acide glucuronique (12,5%)

Les glucosides cyanogéniques sont connus dans de nombreuses plantes alimentaires, y compris l'abricot et libérer de l'acide cyanhydrique sur l'hydrolyse (**Zöllner et Giebelmann, 2007, Cho et al, 2006**), donne un goût amer aux graines d'abricot de phénotype amer (*P. armeniaca* var. *Amara*) et produisent des effets nocifs (**Negri et al, 2008**).

Cependant, la consommation des graines contenant des glucosides cyanogéniques peut provoquer un certain degré d'intoxication principalement sur le système nerveux et la thyroïde. Dans une étude, il a également été constaté que les noyaux d'abricot amères contenu des niveaux plus élevés de composés cyanogènes dans les feuilles, les racines et des graines que celles à noyau tendre (**Sefer et al, 2006**). La surconsommation des graines contenant une grande quantité de l'amygdaline peut causer une toxicité aiguë ou chronique chez l'humain êtres et animaux (**Silem et al, 2006**).

Tableau N° 05: Composition chimique des amandes d'abricot (Manzoor1 *et al.*, 2012)

Analyse immédiate des graines de fruits de quatre variétés d'abricot				
Constituent (%)	Variétés			
	Nari	Halmas	Travet	Charmagzi
Huile	39.80±1.10	32.23±0.69	35.99±0.68	42.51±0.79
Humidité	5.04±0.13	5.54±0.13	6.43±0.14	4.11±0.09
Protéine	16.12±0.29	13.21±0.27	18.12±0.17	20.90±0.21
Cendre	2.11±0.04	2.92±0.05	3.89±0.07	3.40±0.07
Fibre	5.13±0.09	5.92±0.13	9.81±0.17	6.76±0.11

Les valeurs sont les moyennes ±SD de la détermination en triple. différentes lettres en exposant avec dans la même rangée indiquent des différences significatives parmi les variétés testées.

**Fig. 04:** Les coproduits d'abricot (la couque et l'amande) (Biogranulates.com).

I.1.11. L'huile de noyau d'abricot

Les grains donnent environ 47% d'huile. La couleur de l'huile était pâle jaune, valeur acide de l'huile 4,05, Insaponifiable varie de 0,1 à 1,6, le nombre de saponification varie de 187.3 à 199.0, l'indice d'iode est 90.0-104.8, la densité est 0.876-0.932, et l'indice de réfraction est 1.464-1,480 (**Alpaslan et Hayta, 2006, Gandhi et al, 1997; Bachheti et al, 2012**).

La composition en acides gras de la nature abricot est presque comparable à celle des valeurs rapportées pour l'huile de la variante comestible de l'abricot, ils ne sont pas de composants non identifiés dans la variante comestible tandis que dans la variante sauvage, environ 1,6% de matière non identifiée a été observée, huile ayant une quantité riche en insaturés acide gras (94,4%). Les noyaux d'abricot doux ont été signalé contenir plus de pétrole que celui contenu dans amer graines. L'huile contient 93,13% d'acides gras insaturés, 7,17% l'acide gras saturé et est exempt de glycosides cyanogéniques comme révélé par le test de couleur qualitative (**Gandhi et al, 1997; Bachheti et al, 2012; Gupta et al, 2012**) ont été signalés (tableaux 2, 3 et 4). L'huile d'amande d'abricot est une bonne source d' α -, γ -et δ -tocophérols.

L'Alpha-tocophérol est la forme la plus abondante dans la nature. La vitamine E ; le composé actif agit en tant qu'une source naturel d'antioxydants contre la détérioration de l'huile, mais aussi en tant que vitamine E dans la nutrition humaine (**Timmermann, 1990; Sies & Murphy, 1991**). Les tocophérols présentent une activité antioxydant importante en prévenant l'action de l'oxygène singlet, initiateur de la peroxydation des lipides (**Chan, 1998; Lu Curto et al., 2001 ; Hastya et al., 2007**) .

Evangelos & Lazos en1991 ont étudiés la teneur en stérols de l'huile d'amande d'abricot. Les résultats ont indiqué que le principal stérol de l'insaponifiable de l'huile de noyau d'abricot, de pêche et de cerise était le B-sitostérol s'élevant à plus de 90% des stérols totaux suivie par le campestérol (1,28 à 3,57%). Un taux de plus de 1% du stigmastérol et A-avenastérol et de faible traces de cholestérol, A-stigmastérol et A-avenastérol ont également été trouvés dans l'insaponifiable de l'huile de noyau d'abricot.

I.1.12. Importance Economique des abricots

L'importance de la plante est bien réalisée spécialement dans la région tempérée sèche pour combustible, fourrage, alimentation, petit bois et est l'un des importants arbres polyvalents dans la région sous le système existant de l'agroforesterie (**Singh et Chaudhary ,1993**). Le fruit de la nature abricot est impropre à l'usage de table en raison des acides élevés et bas les sucres. L'abricot a été utilisé dans la médecine populaire comme remède contre diverses maladies de la peau (**Sharma et al, 1977; Nagarajan et Parmar 1977a, b**); maladies parasitaires (**Lily et Metzger 1980; Gupta et Bahar 1985; Gilani et al, 2010**).

Une décoction de l'écorce des plantes a fonctionné comme un astringent pour apaiser peau irritée. L'huile est utilisée pour la cuisson, massage corporel et comme matière première pour l'industrie cosmétique et pharmaceutique (**Parmar et Sharma ,1992**). L'huile de graines de *P. armeniaca* peut être utilisé comme biodiesel et tourteau comme engrais organique (**Gumus et Kasifoglu ,2010; Ullah et al, 2009**). Les noyaux d'abricot ont joué un rôle important dans la production industrielle de massepain dans certains pays (**Groves, 1983**).

Selon **Abrouche R en 2013** la coque d'abricot après différents traitements technologiques la coque peut servir Au décapage des moteurs d'avion et au nettoyage des pièces mécaniques, dans les produits réfractaires alvéolés, a la fabrication des pneu-neiges. Comme fond de tarte en pâtisserie, En cosmétique et pour la fabrication du charbon actif

En outre, l'amande est une culture vivrière importante, variante d'utilisation de la consommation locale comme une noix comestible à l'état naturel à l'inclusion comme un ingrédient majeur dans les produits alimentaires. Les noyaux peuvent être broyés et transformés en une pâte qui est utilisée dans la fabrication de divers produits de boulangerie (**Kester &Asay, 1979**). Aussi, les amandes d'abricots sont utilisés dans la production d'huiles, de benzaldéhyde, des cosmétiques, des parfums et du charbon actif (**arôme et al., 1999 ; Yildiz, 1994**).

❖ En Alimentation

On consomme l'abricot frais, mais aussi séché (abricot sec) ou préparé de diverses façons: compote, confitures, tartes, abricots au sirop (en conserves), ainsi que dans des plats salés (**Bourgeois C., 2003;Radi et al, 1997; Schmitzer et al, 2011**).

- **Abricot frais** : l'abricot est extrêmement aisé à manger, c'est l'aliment parfait pour les petits, il est tendre et ne coule pas.
- **Abricot sec**: Venant essentiellement de Turquie (goût de muscat, belle couleur), de Californie (peu sucré, goût acidulé), d'Australie (acidulé, parfois trempé dans un bain de sucre) ou d'Iran (de couleur jaune-pâle). Ce genre d'abricot est largement consommé seul comme par les sportifs et les cosmonautes ou associé comme on l'utilise par exemple ici en Algérie dans nos recettes des Tajines lors des occasions, dans les fêtes ou pendant le mois Ramadhan (**Bimbenet J.J., 1998**).

Parmi les régions célèbres pour leurs abricots séchés: le Ladakh en Inde et les Aurès en Algérie (abricot très sec se dit **Affermas** en Chaoui ou **Fermas** en arabe parlée, on l'utilise presque à l'échelle de toute l'Algérie comme ingrédient lors de la préparation de plusieurs recettes traditionnelles tel que le Couscous à gros grains) (**Bourgeois C., 2003**).

- **Abricot confit** : c'était l'une des spécialités de la conserverie Doxa en suisse.
- **Jus d'abricot** : il en faut un grand nombre pour produire du jus. c'est le jus de fruit à base d'abricot produit à la conserverie de N'gaous qui a rendu célèbre cette ville.
- L'abricot se retrouve également dans la confection du pain à l'abricot, en conserve, entarte et bien sûr, en confiture (**Bauman I., Bobi C., 2005**).
- Le noyau est ajouté aux produits de boulangerie entiers noyau ou moulu et également consommé comme amuse-gueule (**Demir et Cronin, 2005**).
- L'huile de noyaux d'abricot a été utilisé en Allemagne et aux États-Unis dans la préparation de pétrole fixe, la pâte de macaron et l'enrichissement des nouilles (**Femenia et al. 1995; Eyidemir et Hayta ,2009**). La farine de noyau d'abricot détoxifiée et les isolats de protéines semblent être de bonnes sources de protéines pour les produits alimentaires (**Abd El-Aal et al, 1986b**). Le yaourt aux noyaux d'abricot a été fabriqué avec des noyaux d'abricot (**Suping et Wenjuan ,2003**).

❖ En Cosmétique et médecine

L'huile de noyau d'abricot est composée de 90% d'acides gras insaturés (vitamines F).Ce sont pour 2/3 des acides oléiques et pour 1/3 des acides linoléiques. Les acides gras insaturés assurent l'état liquide du corps gras à température ambiante. Ils ont des fonctions de défense, de préservation et de réparation vitales pour l'organisme. De plus, les acides gras essentiels permettent de rééquilibrer l'apport lipidique de la peau. Ainsi, l'huile de noyau

d'abricot est nourrissante, convient bien pour les massages et revitalise les peaux fatiguées (**Cengel Y.A., 2002**).

Le noyau d'abricot et l'huile ont été utilisés en cosmétique, agent pharmaceutique pour diverses maladies, infections vaginales, tumeurs et ulcères (**Rieger ,2006**). Amygdalin ou la vitamine B17 a été utilisé pour traiter le cancer en Russie et en très petites quantités l'amygdaline a été utilisée pour prévenir et traiter l'asthme, la toux, la constipation, la migraine, l'hypertension, inflammation chronique, et d'autres maladies de source de réaction et pour le traitement du cancer, pour améliorer la fonction cérébrale (**Ghasemhezah et al, 2010; Chevallier ,1996; Toshiy et al, 2003; Milazzo et al, 2006; Hiromi, 1995**). Un soin de santé thé pour les patients ayant la bouche et la langue sèches, les excréments secs, l'anorexie, le sommeil perturbé, etc. a été préparé proportionnellement à partir du noyau d'abricot (**Jinyi ,2006**). Mélange de noyau d'abricot doux, de noyau de pêche et de noyau de noix utilisé pour le durcissement infection des voies respiratoires supérieures, bronchite aiguë et chronique, l'asthme, la tuberculose pulmonaire, etc. (**Jiang et Hai ,2002**). Un panache noir prévenant les maladies la liqueur de noyau d'abricot a été préparé pour supprimer la thrombose, la toux relaxante et l'asthme, retardant la sénilité (**Lie 2002**). Amandes d'abricots utilisées dans la préparation d'une substance abrasive pour le nettoyage de la peau (**Guenther et Friebe 2008**).

❖ En Alimentation de bétail

L'opportunité de la valorisation des amandes d'abricots et de leurs tourteaux est suffisamment justifiable par les atouts nutritionnels qu'ils recèlent et qui nous conduisent à mettre l'accent sur l'intérêt économique quant à leur utilisation en alimentation du bétail, notamment au niveau des zones steppiques lieu de prédilection de l'abricotier et de l'élevage du cheptel ovin. Les amandes d'abricot et leurs tourteaux sont des sources énergétiques et protéiques de bonnes valeurs nutritionnelles par le fait que (**Arbouche et al ., 2007**):

- ✓ Les teneurs en acide cyanhydrique quoique modérées (< à 121,60 mg/100g) ne peuvent constituer un obstacle pour leurs incorporation vu d'autant plus qu'ils ont une meilleure digestibilité des MAT (76,3%) et de la MO (79,1%) ;
- ✓ Les valeurs énergétiques fourragères tant en UFL qu'en UFV sont assez conséquentes et sont au deçà d'1UF avec une préférence pour la production de lait ;
- ✓ Les valeurs protéiques sont suffisamment importantes pour pouvoir justifier leur intérêt dans la diminution du déficit protéique en permettant à faible coût, de

rééquilibrer l'inégalité UF, PDI en favorisant l'augmentation des productions animales tant en lait qu'en viande.

Tableau N°06: Digestibilité en % de matière sèche de la matière protéique, de la matière organique et teneurs en énergie brute des différents types d'amande et de leurs tourteaux (*Arbouche et al.*, 2007)

Désignation	DT	DMO	Energie brute
Amande douce	60,4±4,8	68,4±3,7	6634 ±130
Amande amère	59,4±3,7	65,7±4,1	6666 ±125
Tourteau d'amande douce	74,6±5,1	76,8±3,3	5248 ±133
Tourteau d'amande amère	72,8±5,6	74,4±4,6	5180 ±126
Amande détoxifiée	62,7±4,2	66,2±3,9	6758 ±136
Tourteau détoxifiée	76,3±4,8	79,1±4,8	5072 ±128
<i>DT: dégradabilité théorique de l'azote; DMO: digestibilité de la matière organique</i> <i>Sur la même colonne, les valeurs qui diffèrent entre elles par au moins une lettre sont statistiquement significatives $p<0,05$</i>			

❖ Dans la fabrication du charbon actif

Dans les dernières années il ya une attention particulière à la production à faible coût des charbons actifs issus de différents matériaux naturels. L'attention s'est portée sur les différents matériaux solides, qui sont capables d'éliminer les polluants des eaux usées contaminées à faible cout. À cet égard, un certain nombre d'œuvres porté sur la conversion thermochimique des sous produits agricoles et d'autres sources de biomasse en tant que précurseurs pour la préparation des adsorbants à base de carbone.

Demirbas & Kobya en 2008 ont étudié les capacités d'adsorption du charbon actif d'abricot (ASC) pour l'élimination des Astrazon colorant jaune 7GL à partir des solutions aqueuses synthétiques. Les études expérimentales ont indiqué que l'ASC avait le potentiel d'un adsorbant pour l'élimination des colorants de ces solutions.

Par ailleurs, Mouni et al., en 2011 a leur tour , ils ont essayé d'évaluer la capacité d'adsorption du charbon actif d'abricot afin d'éliminer les ions de plomb de la solution aqueuse dont les résultats ont décelés que l'adsorbant dérivé de ce matériau est prévu d'être

un produit économique pour l'assainissement des ions métalliques de l'eau et des eaux usées ; avec des capacités maximales d'adsorption de l'ordre de $21,38 \text{ mg g}^{-1}$.

De plus, Petrova *et al.*, **en 2010** ont constaté que la capacité d'adsorption de ce dernier est de 152 mg / g et 179 mg / g respectivement pour l'élimination du phénol et nitrophénol des eaux.

Chapitre 2 : Les huiles végétales**I.2.1. Les lipides**

Les lipides sont un ensemble hétérogène de composés dont leurs structures chimiques et les propriétés physico-chimiques sont très différentes, contrairement aux autres familles de composés biogènes comme les protéines ou les sucres, relativement homogènes d'un point de vue chimique. Ils sont utilisés par les organismes comme source ou réserve de carbone et d'énergie ou comme composant essentiel des membranes cellulaires. Ils peuvent également jouer un rôle d'isolation thermique (graisses) chez les animaux supérieurs ou d'isolation mécanique dans les cellules (**Sargent *et al.*, 1989**).

Les différentes classes de lipides ont des origines et des fonctions différentes au sein des organismes vivants. On peut distinguer les lipides de réserve, les lipides structuraux, et les lipides du métabolisme, issus de la synthèse et du catabolisme des autres classes de lipides. Les lipides de réserve sont des esters d'acide gras qui constituent la réserve lipidique majeure des organismes. Ils sont représentés par les triglycérides (TG), les esters de stérols (ES) et les cires. D'une manière plus générale, on classe les lipides en deux grandes catégories (**figure 05**) : les lipides à base d'acides gras et les lipides à base d'isoprène (lipides polyisopréniques). (**Wakeham *et al.*, 1985**).

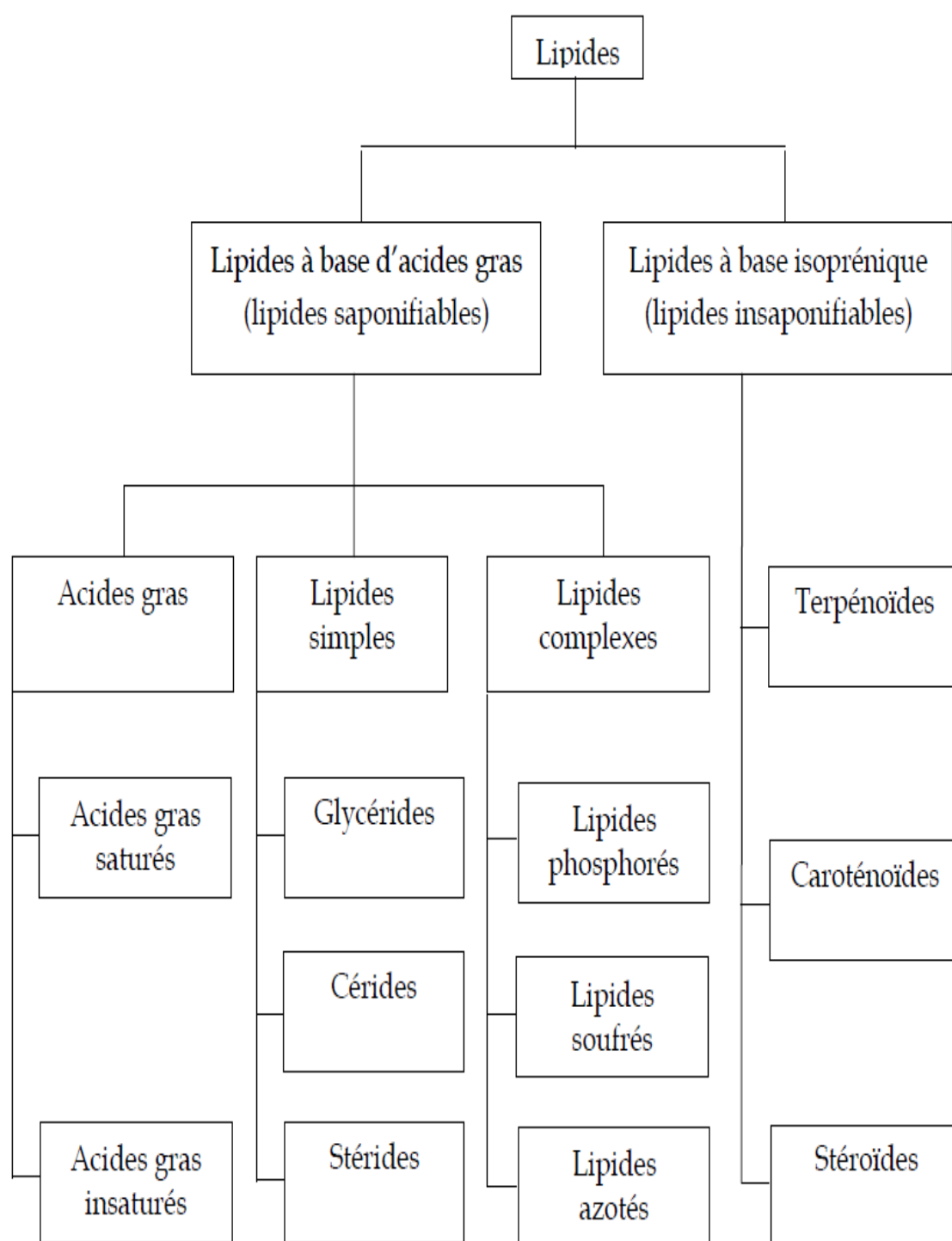


Fig.05: Les lipides (Wakeham *et al.*, 1985).

I.2.2. Le marché mondial des huiles végétales

La production mondiale des huiles végétales tournait autour de 107 millions de tonnes en 2005 et atteignait les 135 millions de tonnes en 2008. Cette production est dominée par la production de quatre oléagineux à savoir le palme, le soja, le colza et le tournesol (**figure 06**) (Cetiom, 2008).

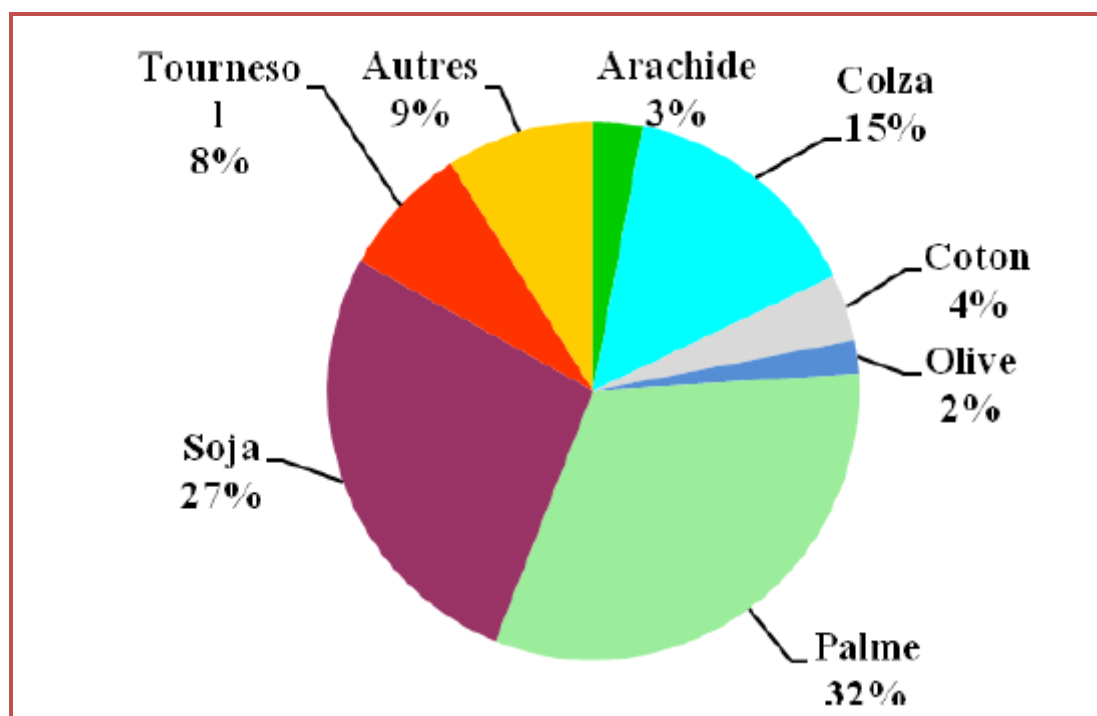


Fig.06 : La production mondiale des huiles végétales (Cetiom, 2008).

La production africaine des huiles végétales est essentiellement fournie par le palmier oléique, le coton, l'arachide et le maïs. Les besoins africains en huile et en tourteaux ne cessent de s'accroître du fait de l'augmentation de la population africaine et de l'élévation du niveau de vie. (Cetiom, 2008).

Les pays de la sous région regorgent de nombreux autres oléagineux rentrant généralement dans le régime alimentaire des populations, mais inexploités à l'échelle industrielle en Afrique centrale. Ce sont entre autres : l'avocat (*Persea americana*), le safou (*Dacryodes edulis*), la noix de coco (*Cocos nucifera*), le sésame (*Sesamum indicum*), le «djansang»

(*Ricinodendron heudelotii*), la courge (*Cucumeropsis manii*), le « mbeu » (*Canarium schweifurthii*), le karité (*Butyrospermum parkii*) (Cetiom, 2008).

I.2.3 Composition général des huiles végétales

Les matières grasses végétales sont essentiellement constituées d'acides gras représentés par les triglycérides. A ces acides gras s'ajoutent d'autres constituants non glycéridiques (1 à 5%) encore appelés constituants « mineurs » en raison de leur faible teneur tels que des phospholipides, des alcools aliphatiques et triterpéniques, des cires, des pigments, des tocophérols et des stérols et quelques substances anti nutritives. (Yarilgac T et al, 2008).

I.2.3.1 Constituants majeurs

Les triglycérides d'acides gras (TAG) (95 à 99% des huiles) sont constitués d'un glycérol estérifié par trois acides **fig. 07**. Les TAG sont présents généralement dans tous les tissus en tant que constituants des membranes et s'accumulent dans les tissus de stockage des graines oléagineuses. Ils sont considérés chimiquement comme inertes et non toxiques. Ce sont des composés à fort potentiel énergétique pour la cellule et à ce titre, ils contribuent fortement aux réserves germinatives de la plantule (Ant et al., 2001).

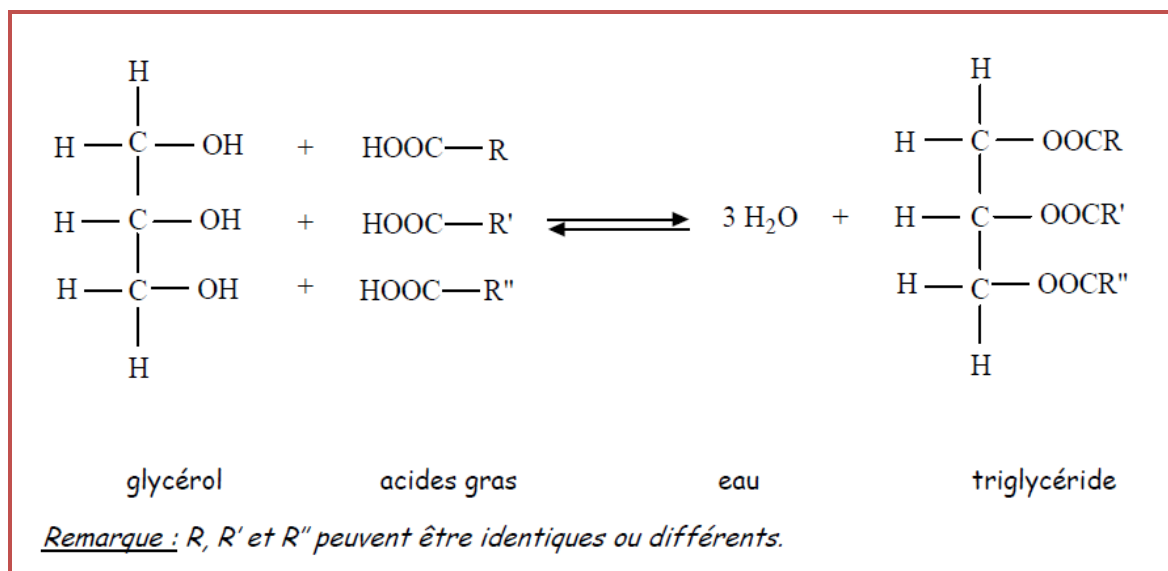


Fig.07 : Les triglycérides d'acides gras (TAG) (Ant et al., 2001)

Les lipides de réserve peuvent avoir des utilisations non-alimentaires. On utilise les productions végétales ou des agro-ressources appelées oléagineuses, qui trouvent leurs débouchés dans des secteurs aussi divers et hétérogènes que complexes (des biocarburants, les biolubrifiants, les tensioactifs, les séquestrants et agents de blanchiment, les solvants, les

bio polymères, etc) avec un positionnement grâce à leurs caractéristiques intrinsèques (renouvelables, biodégradables, etc.). Les triglycérides sont les constituants majeurs des lipides de réserve, leur intérêt est tout autant lié à la nature des acides gras qu'ils renferment. Ils sont faiblement solubles dans l'eau et cette caractéristique dépend de la nature de chaîne carbonée et des conditions environnementales (pH, température). À température ordinaire, les acides gras insaturés sont liquides (huiles) et les acides gras saturés sont solides (graisses), à l'exception des acides à chaînes carbonées courtes. (Arnoult D et *al.*,2001).

❖ Les Acides Gras

Ce sont des acides organiques faibles. Ils ne possèdent qu'une seule fonction acide organique (carboxyle) par molécule, et sont formés d'oxygène, d'hydrogène et de carbone à nombre presque toujours pair (en raison du mode de synthèse des acides gras qui se forment par combinaison de radicaux acétiques en C2), généralement compris entre 4 et 30. L'autre extrémité de la chaîne se termine par un groupe méthyle CH₃ (**Fig. 08**). Ils représentent 90 à 96 % de la masse molaire des triglycérides. Plusieurs acides gras différents sont présents dans un même corps gras, et un acide gras (acide oléique par exemple) peut se retrouver dans de nombreux corps gras différents. La composition en acides gras est souvent caractéristique de leurs sources, en particulier végétales. Cependant, on observe des variations d'origine climatique ou bien encore liées aux saisons, à l'état physiologique, à l'alimentation, etc. (Kinsella, J.E., 1988)

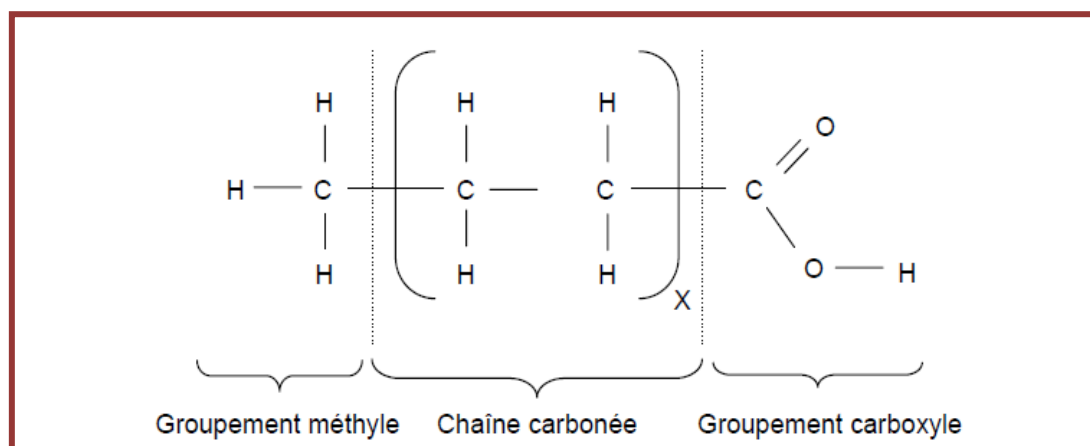


Fig. 08 : Structure générale d'un acide gras. (Kinsella, J.E., 1988)

Les acides gras n'ont cependant pas tous la même importance. Trois catégories peuvent être définies (**Kuratko, C.N. and Becker, S.A. ,1998**) :

- les acides gras « majeurs », peu nombreux, mais représentant à eux seuls 95% des acides gras présents dans les huiles et graisses alimentaires ou industrielles.
- les acides gras « mineurs », homologues ou isologues des précédents, rencontrés comme constituants secondaires dans les corps gras alimentaires ou industriels.
- les acides gras « inhabituels », à doubles liaisons conjuguées ou non, ou acétyléniques ou à fonction secondaire.

I.2.3.2 Les constituants mineurs

On trouve d'autres constituants comme les phospholipides, les mono et les di glycérides qui sont des émulsifiants. La fraction insaponifiable représente l'ensemble des composants représentant environ 0,2 à 2% de l'huile. Elle est très variable d'un corps gras à l'autre, elle est intrinsèque à l'organe et à la plante et dépend également des traitements subits. Elle se compose de stérols (phytostérols pour les matières grasses végétales) et de tocophérols avec 4 isomères (α , β , γ , δ) et parfois les pigments caroténoïdes ; des proportions de cette fraction insaponifiable pouvant aller exceptionnellement jusqu'à 10% sont observées dans le beurre de karité (**Valentin et al ., 1997**).

Ces insaponifiables ou leurs constituants peuvent être responsables de la couleur, de l'odeur de l'huile, avoir une activité vitaminique ou intervenir dans la conservation des corps gras ; ils peuvent aussi être de précieux critères pour le contrôle de la pureté de l'huile. Ils trouvent des applications en cosmétique, en pharmacie et dans les industries alimentaires. (**Velasco P, 2005**)

I.2.4. Importance des lipides

La composition et le contenu des constituants majeurs et mineurs définissent l'activité physiologique des huiles végétales. C'est le cas de certains acides gras qui peuvent même en faible quantité présenter de fortes activités et définir les propriétés intéressantes pour l'huile. De nombreux travaux de recherche et certaines données de la littérature (**Kumar A et al. , 2011 ; Peyrou et al. ,1996**) rapportent un intérêt grandissant sur le marché indiquant une utilisation de certaines espèces concernées par la richesse de leurs constituants dans divers

secteurs d'applications actuelles avec perspectives à venir. Celles-ci peuvent être regroupées dans plusieurs domaines : agronomiques, alimentaires, production de molécules à intérêt industriel (les intermédiaires et adjuvants chimiques) et production de molécules destinées à la santé humaine (les produits pharmaceutiques et de cosmétique). Enfin, les corps gras alimentaires jouent un dernier rôle physiologique, celui de l'apport et véhicule des vitamines liposolubles comme la vitamine E, dont la principale source est les huiles végétales (**Paris R, Moyse H, 1969**) .

En effet, des qualités importantes de lipides sont nécessaires, voire indispensables, pour la bonne santé de l'individu. Mais on a associé un apport excessif de lipides alimentaires à un accroissement du risque d'obésité, de cardiopathie coronarienne et de certains types de cancer. Les mécanismes d'association sont complexes, variés et dans bien des cas, mal compris. Des niveaux élevés de cholestérol et de LDH sériques constituent d'importants facteurs de risques pour l'athérosclérose et la coronaropathie. (**Kandji, 2001**).

I.2.5. Les différentes applications des huiles végétales

▪ Les biocarburants

Pour l'utilisation comme biocarburant, les huiles sont généralement estérifiées par du méthanol en présence d'un catalyseur. Après plusieurs décennies de recherches actives, plusieurs carburants d'origine végétale se sont imposés (ADEME). Ils se répartissent en deux grandes catégories, les composés tirés (**Wolf J., 1968**):

- des huiles végétales : le Diester, utilisable dans les moteurs Diesel,
- des alcools : le bioéthanol, utilisable dans les moteurs à essence.

Tous deux ne sont principalement utilisés que comme additifs aux carburants pétroliers à l'heure actuelle. Même si Rudolf Diesel a testé l'huile d'arachide en 1892 sur les moteurs de son invention, le gazole s'est montré bien plus efficace. Les chimistes ont toutefois trouvé la solution pour utiliser des huiles végétales : l'estérification. Le résultat est un ester.

L'utilisation de méthanol et d'une huile végétale permet d'obtenir un mélange d'esters méthyliques (EMHV). Parmi toutes les huiles végétales testées dans le monde, ce sont les huiles de tournesol, de soja et de colza (après trans estérification par le méthanol) qui semblent avoir les meilleures performances comme biocarburant en raison de leurs propriétés physico-chimiques similaires à celles du gazole (**Société française de chimie**).

- **Industrie de la savonnerie**

Elle fait intervenir la réaction de saponification qui produit le savon et un glycérol à partir d'un triglycéride et d'une base forte. La production mondiale de savons est de 8 millions de tonnes en 1995 (**Société française de chimie**).

- **Les tensioactifs**

En 1994, la production mondiale s'élevait à 6,2 millions de tonnes. Ils sont constitués d'une partie hydrophile et d'une partie hydrophobe. Pour la partie hydrophile, les tensioactifs sont classés selon le caractère ionique du groupe hydrophile. Les produits tensioactifs majoritaires en France sont les alkylbenzènesulfonates (**Société française de chimie**).

Pour la partie hydrophobe, les acides gras avec des chaînes carbonées plus ou moins longues sont utilisés selon l'utilisation ciblée du tensioactif (mouillants et détergents, émulsionnants, adoucissants...). (**Wilson R et Rinne R, 1974**).

- **Les lubrifiants**

Ils sont formulés à partir d'huiles de bases auxquelles sont ajoutées des additifs pour obtenir la fonction recherchée. Les lubrifiants industriels (huile de coupe, huile hydraulique...) se distinguent des lubrifiants pour moteurs et turbines d'avion. (**Morin et al., 1992**).

I.2.6 Procédés d'extractions des huiles végétales

L'opération d'extraction peut se réaliser suivant différents procédés : soit mécanique soit chimique. Industriellement, c'est le procédé par pressage au sein de presses continues à vis qui est le plus universellement utilisé car il est simple, continu et économique même s'il offre un moindre rendement et ne limite pas la présence d'impuretés (débris cellulaires, lécithines...). L'autre méthode d'extraction fait, elle, appel à un solvant organique apolaire ou polaire. D'un point de vue qualitatif et quantitatif, elle est à préférer car, même si elle s'avère plus onéreuse que les procédés mécaniques, elle est plus avantageuse et conduit à une huile de bonne qualité, critère important dans le cas d'une caractérisation de la matière lipidique extraite. (**Bousbia N, 2004**).

- **Méthode d'extraction à froid de l'huile**

Les échantillons de matière végétale sont broyés pour obtenir une poudre fine et homogène. La poudre est introduite dans un mélange de solvant polaire ou apolaire (méthanol, iso hexane/isopropanol, cyclohexane...). Le mélange du broyat dans le solvant est dispersé avec un ultra-turax IKA T25, 3 à 5 minutes, puis centrifugé 15 minutes à 10000 g (20°C). Le surnageant est prélevé et un deuxième cycle d'extraction est effectué. Les

fractions sont regroupées, séchées sur du Na₂SO₄ anhydre, filtrées et le solvant est évaporé sous un flux d'azote dans un ballon, Jusqu'à obtenir une goutte d'huile. Le tube est pesé pour obtenir par différence la quantité d'huile récupérée exprimée en grammes (Tchiégang C, 2002) .

▪ **Méthode de référence (Soxhlet)**

Un extracteur Soxhlet est une pièce de verrerie utilisée en chimie analytique et en chimie organique qui permet de faire l'extraction continue par solvant d'une solide méthode décrite par **AFNOR NFEN ISO 659 (1998) (Fig.09)**. Il se compose d'un corps en verre (4) dans lequel est placée une cartouche en cellulose (5), d'un tube siphon (6/7) et d'un tube d'adduction (3). Le corps de l'extracteur est placé sur un ballon (2) contenant le solvant d'extraction. Les résidus à extraire sont placés dans l'extracteur surmonté d'un réfrigérant (9).

Quand le ballon est chauffé, les vapeurs de solvants passent par le tube adducteur, se condensent dans le réfrigérant et retombent dans le corps de l'adducteur, faisant ainsi macérer les résidus dans le solvant. Le solvant condensé s'accumule dans l'extracteur jusqu'à atteindre le sommet du tube siphon, qui provoque alors le retour du liquide dans le ballon, accompagné des substances extraites. Le solvant contenu dans le ballon s'enrichit progressivement en composés solubles (AFNOR ,2000).

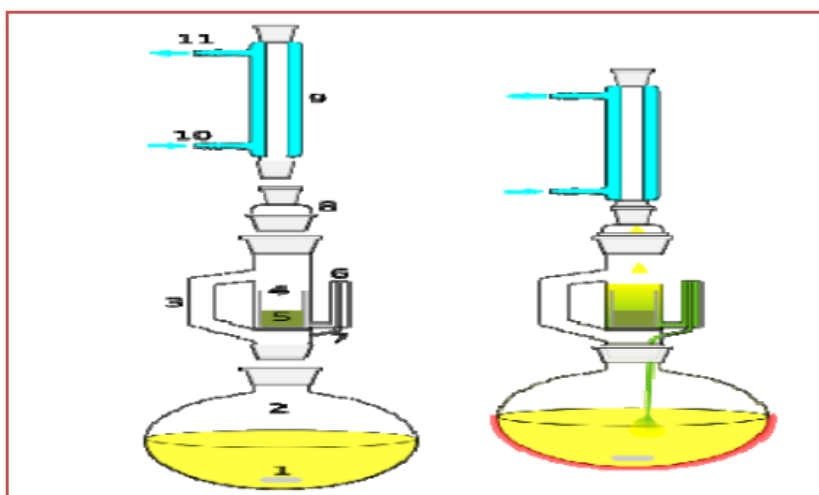


Fig.09 : Extracteur (Soxhlet) (Ngakegni-limbil, 2012).

La taille du corps en verre étant limitée, il peut être nécessaire de réaliser plusieurs extractions successives pour récupérer une quantité suffisante d'extraits. Après évaporation du solvant sous pression réduite à l'aide d'un évaporateur rotatif (40 - 60 °C), les extraits de chaque partie du fruit sont séchés puis pesés. L'extraction à chaud peut dégrader certaines substances chimiques.(**Jacotot B.1994**).

▪ **Méthode d'extraction automatique (ASE)**

La méthode par ASE (Accelerated Solvent Extractor) repose sur le même principe que la méthode du Soxhlet. Cette technique d'extraction par solvant fonctionne à des températures et des pressions élevées afin d'accroître l'efficacité de l'extraction. Cette technique présente des avantages : courte durée d'extraction, économie en solvant et modulation des paramètres d'extraction. La comparaison des différentes techniques d'extraction ainsi que les paramètres déterminant les conditions d'extraction et le nombre de cycles ont été définis par **Bruhl & Matthaus (1999)**. Les conditions opératoires utilisées sont présentées dans **le tableau N°07**.

Tableau N°07: Conditions d'extraction des huiles (lipides) par ASE (200 DIONEX) (**Bruhl & Matthaus ,1999**).

Paramètres	Valeurs
Températures	105C°
Pression	100 Bar
Statique	10 min
Cycle	4
Flush	100%
Purge	100 secs
Solvant	Cyclohexane

Chapitre 3:Le charbon actif

I.3.1 Généralités sur le charbon actif

Les charbons actifs sont historiquement les premiers matériaux adsorbants utilisés, en particulier dans l'Egypte antique, ils étaient employés pour leurs propriétés médicinales. Leur surface spécifique élevée associée à leur microporosité très développée, leur confèrent une grande capacité d'adsorption (**Slasli M, 2002**). Ils sont très utilisés dans les procédés de séparation en phase liquide et en phase gazeuse. Les applications en phase liquide comptent le traitement de l'eau potable, la décoloration, la rétention d'impuretés dans différents procédés chimiques et dans les fabrications alimentaires, la séparation de composés pharmaceutiques ou de composés miniers. Les applications en phase gazeuse sont tout aussi diverses : la récupération de solvants, la protection contre des polluants atmosphériques, la séparation de composés gazeux, le stockage de gaz et enfin la catalyse (**Madrau S,1999**).

I.3.2. texture et nature chimique de la surface des charbons actifs

Les charbons actifs sont des adsorbants constitués d'un matériau carboné essentiellement amorphe. Sa structure consiste en une association aléatoire de plans de carbone formant une structure poreuse contenant quelques hétéro - éléments (oxygène, soufre...). Brièvement, un charbon activé est un matériau solide résistant aux hautes températures et ayant une capacité d'adsorption définie par sa structure poreuse et ses groupes fonctionnels de surface (**Le pape H,2003**).

I.3.2.1. structure poreuse d'un charbon actif

La texture poreuse est en général caractérisée par deux principaux paramètres : la porosité et la surface spécifique qui dépend directement du volume poreux. Que ce soit pour le charbon actif en grains ou en poudre, la structure poreuse est hétérogène (**Figure 10**).

Selon la définition de l'IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) (**Timothy Burchell D, and al 1999**), la porosité est classée de la manière suivante :

- ✓ Micropores : largeur inférieure à 2 nm.
- ✓ Mésopores : largeur comprise entre 2nm et 50 nm.
- ✓ Macropores : largeur supérieure à 50 nm.

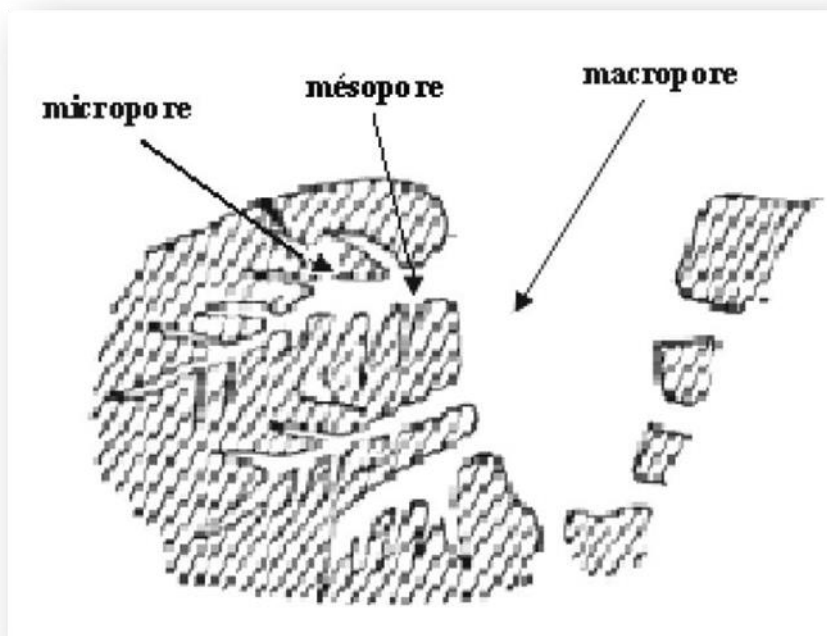


Fig.10 : Structure des pores de Charbon Actif (**Le pape H,2003**).

I.3.2.2. Nature chimique de la surface d'un charbon actif

A la surface du charbon actif, on trouve principalement des sites oxygénés et éventuellement des sites aminés. Si le charbon a reçu un traitement chimique, d'autres groupes fonctionnels peuvent être introduits spécifiquement. Les fonctions de surface les plus couramment identifiées sont les groupements oxygénés qui se forment lorsque le charbon est traité par un agent oxydant en phase gazeuse ou liquide. Ces groupements sont de trois sortes : acides, basiques ou neutres.

Les sites de type acide (**Figure 11**) sont des groupements carboxyliques, anhydrides, entériques, quiconque et lactoniques. La prédominance de groupements carboxyliques, des quinones et des hydroxyles est liée aux étapes successives d'oxydation. En effet, la première réaction d'oxydation donne naissance, à partir d'un groupe -CH à un groupement hydroxyle qui est ensuite oxydé en fonction carbonyle puis carboxyle (**Le pape H,2003**).

Les groupements basiques, également présents à la surface des charbons actifs, ont des structures de type pyrone ou chromène (**Figure 12**). Cette basicité, conférée par la présence de doublets électroniques, augmente par l'élimination de l'oxygène après un traitement thermique sous atmosphère inerte. Ces groupements se développent suite à cette disparition et le matériau devient non seulement plus basique

mais aussi plus polaire. Néanmoins, dès que le matériau est remis au contact de l'atmosphère, donc de l'oxygène, la basicité décroît.(**Laurette S,2004**).

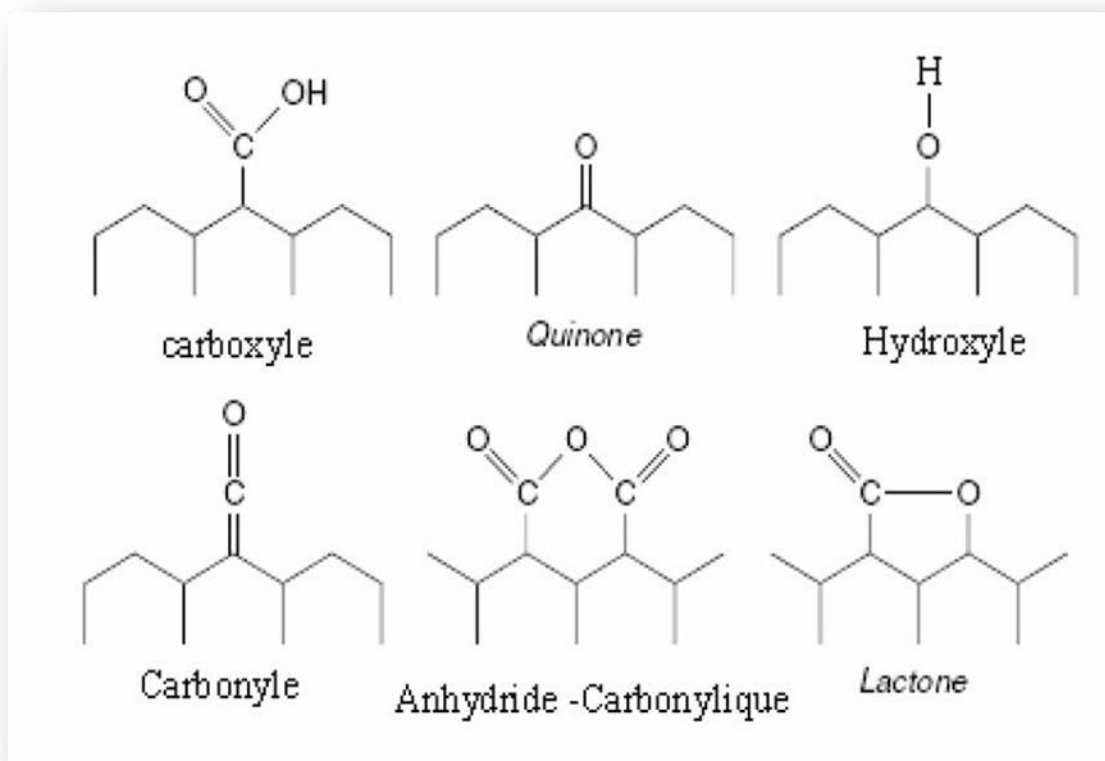


Fig.11 : Structure des fonctions de surface à caractère acide (**Le pape H,2003**).

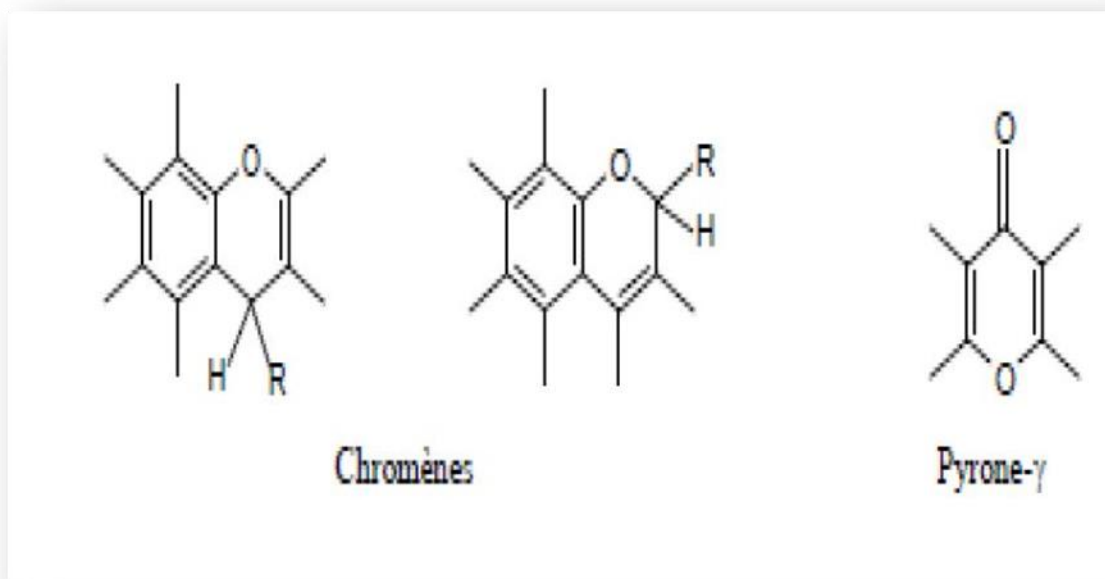


Fig. 12 : Structure des fonctions de surface à caractère basique (**Le pape H 2003**)

I. 3.2.3. Formation de sites actifs a partir des groupements fonctionnels

Les sites actifs générés après décomposition des fonctions oxygénées de surface durant un traitement thermique sont schématisés par **la figure 13**.

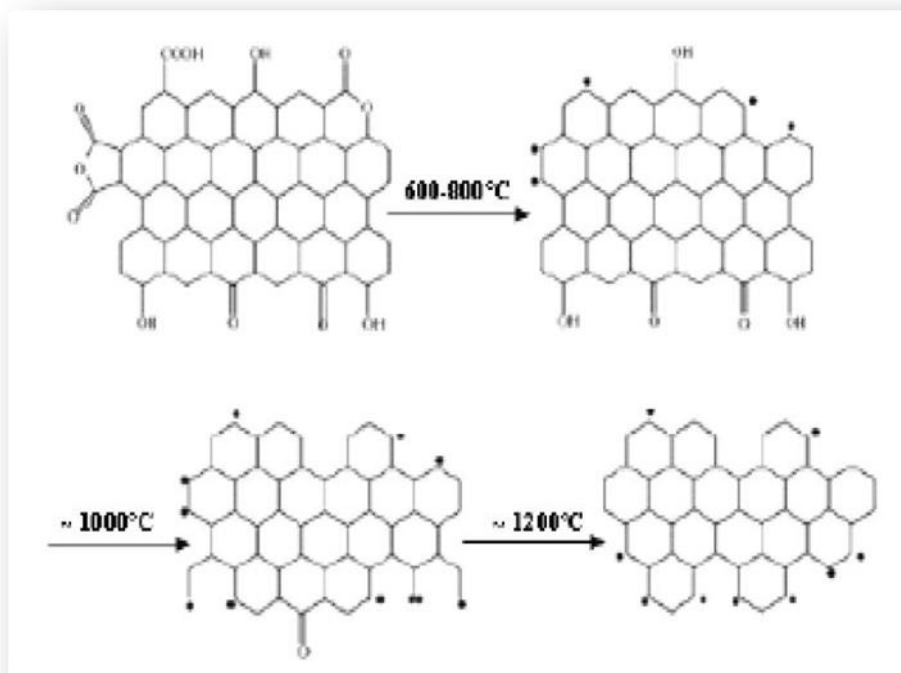


Fig. 13 : Sites actifs générés au cours d'un traitement thermique

(Laurette S ,2004).

Le traitement thermique a de nombreux impacts sur les propriétés catalytiques et d'adsorption du charbon. En effet, il affecte ses propriétés en modifiant la surface spécifique et le nombre de sites actifs. Les premières fonctions de surface à être décomposées sont les groupements carboxyliques, les fonctions lactones et enfin les phénols, les éthers et les carbonyles ou les cétones puis les quinones à très haute température (Laurette S ,2004).

I.3.3. Sources du charbon actif

Le charbon actif obtenu à partir de biomasse ou les sous-produits agricoles, qui coûtent moins cher que les charbons actifs issus de matières fossiles, peut être fabriqué à partir de beaucoup de substances ayant une grande teneur en carbone comme les coques de grains, les déchets de maïs, les coques de noix (Young, C.T, 1996).

A l'heure actuelle la demande croissante de matériaux adsorbants pour des procédés de protection de l'environnement suscite une recherche complémentaire dans la fabrication des charbons actifs à partir de matières qui ne sont pas classiques, concrètement à partir des déchets végétaux (**Gergova N, Petrov S, 1994**).

Parmi les matières de base (précurseurs) utilisées aujourd'hui pour fabriquer le charbon actif, figurent la sciure de bois, la tourbe, la lignite, la houille, la cellulose (**Lambiotte A, 1942**). Les résines échangeuses d'ions épuisées telles que les polymères styrène-divinyle benzène (**Von Blucher H, et Ruiter D, 1999**), et les résines phénol formaldéhyde (**Teng H et Wang S-C, 2000**), les pneus automobiles usagés (**Khalili N.R., Arastoopour H., et Walhof, L.K., 2000**), les boues, et le marc de café.

Le charbon actif obtenu à partir des déchets végétaux est très intéressant du point de vue économique, comme l'ont montré différentes études (**Nanane A., Mekarzia K., Benrachedi N., Belhaneche-Bensemra A., 2005**). Les matériaux les plus effectifs et commercialement viables sont les coques de noix, les noyaux de fruits et les coques d'amande (**Mozammel H.M., Marsahiro O., 2002**), les noyaux d'olives ; les noyaux de pêches et la coque de pécan (**Rodriguez-Reinoso F, et Molina-Sabio M, 1992**).

Les sous produits agricoles de grains d'abricot, et de coton sont aussi des sources pour la production de charbon actif (**Shawabkeh R., Rackstraw D.A., et Bhada, R.K, 2001**).

I.3.4. Fabrication des charbons actifs

La fabrication des charbons actifs peut se faire de deux façons ; soit par activation physique où l'étape de carbonisation précède celle de l'activation ou par activation chimique où la carbonisation et l'activation se font simultanément. Le mode de préparation classique des charbons actifs est représenté sur **la figure 14**.

La carbonisation (ou pyrolyse) est un procédé thermique dans lequel un échantillon est soumis à des températures élevées sous atmosphère inerte tel que l'azote et l'argon (**Laurette S, 2004**). Cette étape qui augmente la teneur en carbone du précurseur sert à éliminer, par pyrolyse, les espèces autres que le carbone notamment l'hydrogène, l'oxygène et les traces de soufre ou d'azote sous forme de produits volatils (**Budinova, T., et al, 2006**).

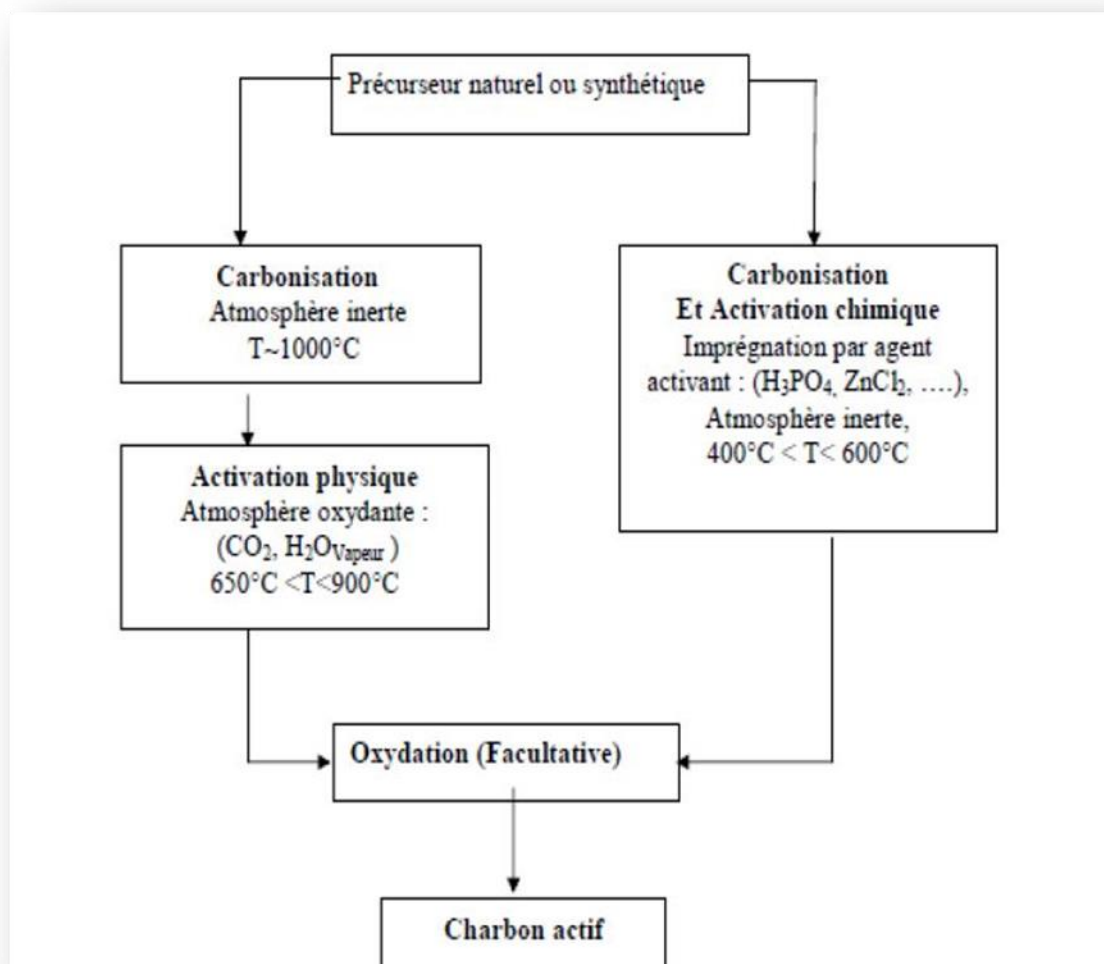


Fig. 14 : Représentation schématique des étapes de fabrication classique du charbon actif (Seghier A, 2010).

La carbonisation s'effectue sous un courant continu de gaz inerte à une température allant de la température ambiante à 1000°C. Pour des températures supérieures à 1300°C, le produit obtenu est quasiment pur en carbone (**Figure 13**). Au cours de cette étape, plusieurs réactions sont observées au niveau du précurseur (Madrau S, 1999):

- ✓ Une réaction de déshydratation intramoléculaire pour des températures inférieures à 260°C; avec formation de fonctions carbonyles et de liaisons insaturées.
- ✓ Une réaction de dépolymérisation du précurseur pour des températures comprises entre 240°C et 300°C. Il se produit alors des réactions de coupures

de chaîne polymérique avec formation de composés volatils tels que le monoxyde de carbone et le dioxyde de carbone.

- ✓ Une réaction d'aromatisation de type Diels-Alder pour des températures supérieures à 400°C. Cette étape permet d'aboutir aux couches de type graphitique avec formation de la structure poreuse qui se développe lors de l'activation (**Hayashi J et al,2000**)

Au cours du processus de carbonisation, les atomes de carbone se réarrangent de façon aléatoire pour former des cycles aromatiques. Cet arrangement entraîne la formation d'interstices entre les feuillets, également appelés pores (**Figure 15**).

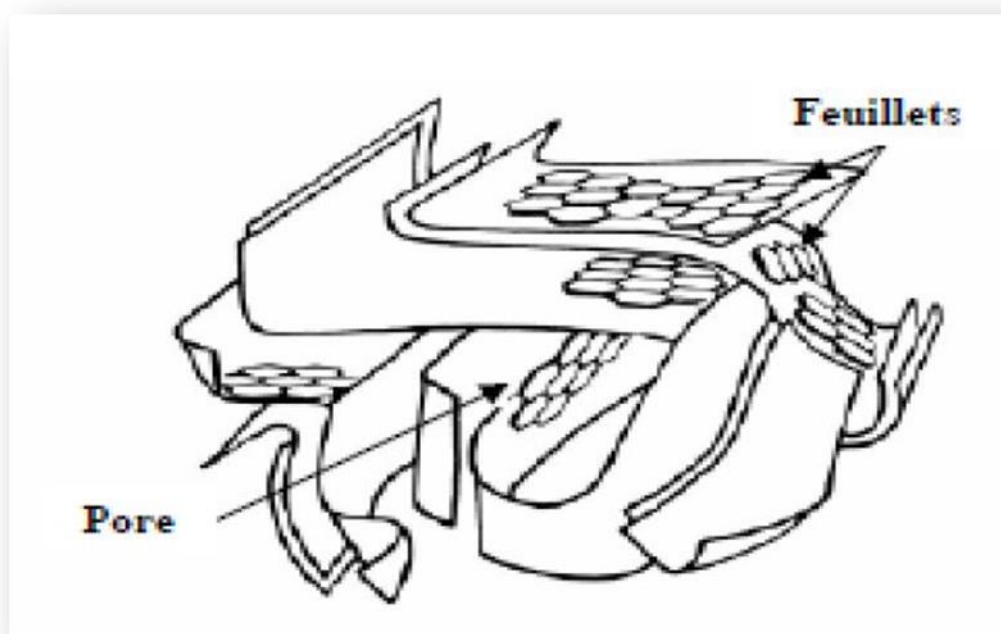


Fig. 15 : Représentation de la microstructure d'un charbon activé (**Laurette S, 2004**).

Toutefois, le produit obtenu ne possède qu'une porosité rudimentaire et ne peut être employé comme adsorbant sans une activation supplémentaire qui sert à améliorer la porosité du matériau en augmentant son volume poreux en élargissant le diamètre des pores formés lors de la carbonisation, mais également en créant de nouveaux pores par élimination sélective d'atomes de carbone (**Slasli M,2002**), ce qui permet ainsi d'accéder à la structure interne du charbon. Il existe deux modes d'activation : l'activation physique et l'activation (**Laurette S, 2004**).

I.3.4.1. Activation physique

Elle consiste en une activation poussée avec un agent oxydant gazeux tel que la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone ou un mélange des deux à haute température (750-1000°C). En fonction du gaz oxydant utilisé, la structure poreuse du charbon obtenu peut changer, par exemple, l'utilisation du dioxyde de carbone comme agent oxydant favorise le développement de la microporosité alors que la vapeur d'eau favorise une porosité aux dimensions plus larges (**Subramani, 2002**).

A basse température, la cinétique d'oxydation est lente et l'activation conduit à une distribution homogène des tailles des pores dans tout le volume du matériau. Quand la température augmente, la vitesse de réaction croît plus rapidement que la diffusion du gaz oxydant. Le procédé est donc limité par le transport du gaz oxydant au sein du matériau, ce qui conduit à une perte d'homogénéité de la porosité. En conclusion, cette étape conduit à l'ouverture des pores et à une très grande surface spécifique. (**Grant T, et King C, 1990**).

I.3.4.2. Activation chimique

Contrairement à l'activation physique, la carbonisation et l'activation peuvent être effectuées simultanément. L'activation chimique consiste à imprégner le précurseur par des agents oxydants tels que : ZnCl_2 , H_3PO_4 , H_2SO_4 , KOH , etc. (**Slasli M, 2002**)

Ensuite le calciné à une température comprise entre 400 et 600°C. La taille des pores dans le charbon actif final est déterminée par le degré d'imprégnation (masse de l'oxydant /masse du précurseur). Plus celui-ci est élevé, plus le diamètre des pores est grand (**Couderc G ,2002**).

I.3.4.3. L'oxydation

Une étape d'oxydation peut avoir lieu après celle de l'activation ; elle conduit à une modification de la porosité et des fonctions de surface du charbon actif. Elle peut se faire soit par des agents oxydants liquides (eau oxygénée, acide nitrique ou peroxydi sulfate d'ammonium) ou gazeux (air, vapeur d'eau ou dioxyde de carbone). Ce traitement permet d'introduire des fonctions acides de surface (acide carboxylique, quinone, lactone ou hydrox phénol), mais aussi des fonctions basiques ou neutres et même de modifier la structure poreuse du charbon tout en retenant sa microporosité. (**laurette S, 2004**).

En général, les procédés d'oxydations permettent d'augmenter le contenu en oxygène en diminuant la densité électronique, ce qui décroît la basicité à la surface du charbon (Macia-Agullo J, et al, 2004).

I.3.4.4. Avantages et inconvénients des méthodes d'activation physique et chimique

La méthode d'activation chimique est plus simple à mettre en œuvre et moins coûteuse en énergie que l'activation physique car elle nécessite des températures plus basses et des temps de séjours plus courts (Budinova, T., et al, 2006).

Les rendements obtenus par la méthode d'activation chimique sont généralement plus importants par rapport à ceux obtenus par le processus d'activation physique pour des charbons actifs de porosité similaire (Budinova, T., et al ,2006), Des charbons actifs de grandes surfaces spécifiques peuvent être produits en combinant les deux méthodes d'activation. En outre, l'activation chimique présente également l'avantage de pouvoir fournir des charbons à la fois microporeux et mésoporeux tandis que l'activation physique donne quasi exclusivement des charbons actifs microporeux (Prauchner, M.J. et Rodríguez-Reinoso F, 2012).

Le lavage des charbons actifs pour éliminer les traces dues à l'agent activant est une difficulté rencontrée dans l'activation chimique. Cette opération est fastidieuse et nécessite des quantités d'eau énormes mais aussi génère des effluents contenant des impuretés inorganiques liées à l'agent activant. Par contre, la méthode d'activation physique évite l'incorporation d'impuretés provenant de l'agent activant. Avec la méthode d'activation chimique, il est possible de contrôler la porosité des charbons actifs en jouant sur les paramètres de pyrolyses et d'activation. (Montoya V.H ,2012).

Les avantages et les inconvénients des différents types d'activation (physique ou chimique) pour la production des charbons actifs à partir de la biomasse lignocellulosique sont présentés dans le **tableau 08**. (Montoya V.H ,2012).

Tableau 08 : Comparaison des méthodes d'activation utilisées dans la préparation des CA (Montoya V.H, 2012).

Méthodes d'activation	Avantages	Inconvénients
Chimique	- Les charbons actifs sont obtenus en une seule étape (pyrolyse-activation). - Le temps d'activation est plus court. - Les températures de pyrolyse plus basses (400 à 700°C). - Un meilleur contrôle des propriétés texturales. - Un haut rendement de pyrolyse. - Grande surface spécifique du charbon actif.	- Corrosivité du processus - Nécessite une étape de lavage - Génère des impuretés inorganiques
Physique	- Evite l'incorporation d'impuretés provenant de l'agent d'activation. - Le processus n'est pas corrosif. - Une étape de lavage n'est pas nécessaire.	- Les charbons actifs sont obtenus en deux étapes. - La hausse des températures d'activation (800-1000 ° C). - Contrôle de la porosité pas facile.

I.3.5. L'adsorption

L'adsorption est un procédé de traitement, bien adapté pour éliminer une très grande diversité de composés toxiques dans notre environnement. Elle est essentiellement utilisée pour le traitement de l'eau et de l'air. Au cours de ce processus les molécules d'un fluide (gaz ou liquide), appelé adsorbat, viennent se fixer sur la surface d'un solide, appelé adsorbant. (Trachi M; Bourfis N; Benamara S; Gougam H, 2014).

Ce procédé définit la propriété de certains matériaux de fixer à leur surface des molécules (gaz, ions métalliques, molécules organiques, etc.) d'une manière plus ou moins réversible. Au cours de ce processus, il y aura donc un transfert de matière de la phase aqueuse ou gazeuse vers la surface solide. Le solide acquiert alors des propriétés superficielles (hydrophobie ou hydrophile) susceptibles de modifier l'état d'équilibre du milieu (dispersion, floculation) (Desjardins., 1990 ; El Azzouzi., 1999 ; Arias *et al.*, 2002)

La nature des liaisons formées ainsi que la quantité d'énergie dégagée lors de la rétention d'une molécule à la surface d'un solide permettent de distinguer deux types d'adsorption : adsorption physique et adsorption chimique (El Azzouzi., 1999 ; Rachidi.,1994; Mechrafi, 2002).

I.3.5.1. Mécanismes d'adsorption

Pour mieux qualifier et quantifier la rétention, il convient de s'intéresser aux phénomènes se produisant à l'échelle moléculaire, c'est-à-dire aux mécanismes d'adsorption (Trachi M; Bourfis N; Benamara S; Gougam H, 2014). Les liaisons composées l'adsorbant sont de deux types :

- ✓ Liaisons de fortes énergies ($> 80 \text{ kJ. mol}^{-1}$) : liaisons ioniques et échanges de ligands.
- ✓ Liaisons de faibles énergies ($< 80 \text{ kJ. mol}^{-1}$) : interactions dipôle-dipôle, liaisons hydrogène, interactions hydrophobes.

Sur la base de ces liaisons, quatre mécanismes principaux peuvent être distingués (Montacer,1999):

- ✓ Adsorption par liaison ionique ou échange d'ions
- ✓ Adsorption par liaison hydrogène
- ✓ Adsorption par les forces de Van der Waals
- ✓ Rétention hydrophobe

I.3.5.2. Principaux types d'adsorbants

Les principaux adsorbants employés dans l'industrie sont les charbons actifs, les zéolithes, les gels de silices, les alumines activées dont les caractéristiques sont récapitulées dans le **tableau 09 (Montacer,1999)**:

Tableau 09: caractéristiques des principaux adsorbants industriels (**Montacer, 1999**):

Adsorbant	Surface spécifique (m ² .g ⁻¹)	Taille des pores (nm)	Porosité interne
Charbon actif	400 à 2000	1.0 à 4.0	0.4 à 0.8
Zéolithes	500 à 800	0.3 à 0.8	0.3 à 0.4
Gels de silice	600 à 800	2.0 à 5.0	0.4 à 0.5
Alumines activées	200 à 400	1.0 à 6.0	0.3 à 0.6

I.3.6. Les différents domaines d'application du charbon actif

I.3.6.1. Utilisation dans les domaines pétroliers

L'industrie pétrolière est grande consommatrice de polymères hydrosolubles pour diverses opérations de forage telles que fracturation, modification de perméabilité, cimentation, colmatage et contrôle de mobilité des phases aqueuses. Dans le domaine des fluides de forage on peut classer les polymères selon leur charge ionique ou non-ionique ou selon leur fonction (viscosifiants, réducteurs de filtrat, inhibiteurs, etc.) (**Khodja M, 2008**).

La boue de forage est un mélange d'eau ou d'huile, d'argile (bentonite), d'additifs chimiques (**réducteurs de filtrat** : cellulose poly anionique (PAC), résines, amidons et caboxy-méthyle-celluloses (CMC), le rôle de ce additif dans le fluide de forage est la consolidation de perméabilité du cake) et de la baryte (réglage du poids). Un fluide de forage doit répondre à plusieurs fonctions tel qu'il assure le bon déroulement de forage, on vue de l'extraction du pétrole ou du gaz. Leurs fonction sont multiples et répondent à des besoins précis (**Dada M.A, 2011**). La plupart des manuels sur les fluides de forage énumèrent entre 10 et 20 fonctions assurées par ces fluides dans le puits (**Chillingarian et Vorabutr, 1983; Darley et Gray, 1988**).

Dont, l'un des principaux rôles du fluide de forage est dans la résolution du problème de stabilité des parois du puits de par sa densité mais également de par sa capacité à former une barrière limitant les transferts de fluides entre l'espace annulaire et la formation. le fluide va "filtrer" dans les formations perméables et déposer un film sur la paroi appelé "**cake de filtration**". Ce gâteau permet de réduire la perméabilité des parois et d'isoler le fluide de forage de la formation mais ne doit pas être épais afin d'éviter une diminution du diamètre nominal du trou et un risque de coincement de l'outil.

A cet effet, Les réducteurs de filtrat agissent selon l'un des trois mécanismes suivants (**Khodja M, 2008**):

- * La déformation des particules colloïdales pour boucher les pores du cake. Les structures de l'amidon et de certains dérivés d'asphaltes ou de lignines correspondent à cette description.
- * La défloculation du gâteau formé qui va se tasser pour donner une couche plus mince imperméable, ce qui réduit le filtrat. Par l'ajout Des polymères fluidifiants tels que les composés cellulosiques (CMC ou PAC) ou les lignosulfonates,
- * si la phase fluide qui traverse le gâteau est visqueuse par ajout de polymères, comme les CMC de masse molaire élevée ou les gommes Xanthan, cela réduira également le filtrat. Ces deux derniers mécanismes sont liés aux fonctions secondaires des deux types de polymères, fluidifiants et viscosifiants.

I.3.6.2.Utilisation dans la filtration

Systèmes de filtration de l'air, décontamination de l'eau potable, masques à gaz, filtres à cigarettes, filtres utilisés dans les installations de ventilation en circuit fermé (par exemple, hotte de cuisine), filtration de polluants organiques, des "éco-textiles" développés à base de charbon activé pour produire par exemple des vêtements absorbant certains toxiques ou odeurs corporelles (pour les astronautes, par exemple) ou des sous-vêtements absorbant l'odeur des flatulences (**Jean C,2016**).

Les charbons actifs sont largement utilisés dans les filtres à air dans des applications industrielles et aussi pour le conditionnement de l'air. Les composés organiques volatils (COV) peuvent créer des problèmes environnementaux inacceptables s'ils sont rejetés dans l'atmosphère (**Djidel T., 2011**).

I.3.6.3.Utilisation dans les domaines médicaux

Le charbon a été utilisé en tant que chélateur dans des intoxications, mais surtout dans ses applications d'épuration digestive, diarrhées, aigreurs d'estomac, aérophagies, flatulences ainsi que, avec un succès relatif, dans les cas de gastroentérites, de gastralgies, dans des états d'infection de l'intestin accompagnés de constipation et de fermentation intestinale. Certains vont même l'utiliser, en tant que cataplasme (mélangé avec de l'eau) pour contrer les effets du venin de serpents, de piquûres d'hyménoptères (abeilles, frelon), d'araignées et d'anémone de mer. On peut se procurer ce charbon activé (officinal ou commercial) ou Charbon de Belloc dans les pharmacies et dans des magasins d'aliment bio. Le charbon activé n'a ni goût, ni odeur, ni effet désagréable (Jean C,2016).

I.3.6.4. Utilisation dans le traitement d'eau

Dans le traitement des eaux, les charbons actifs sont utilisés pour produire de l'eau destinée à la consommation humaine, pour traiter des eaux de « process » et des eaux résiduaires urbaines ou industrielles, et également chez le particulier. Dans la filière de potabilisation d'une eau, les charbons sont utilisés pour traiter, par exemple, des pollutions accidentelles ou saisonnières de la ressource en eau, ou pour l'affinage de la qualité de l'eau dans un traitement tertiaire.

Dans le domaine de métaux lourds, les charbons actifs sont de plus en plus utilisés. Les métaux lourds tels que : le chrome, le cuivre, le nickel, le cadmium, le plomb, le mercure sont extraits par ce moyen dans le traitement des effluents industriels (Djidel T., 2011).

I.3.6.5.Utilisation dans les domaines cosmétiques

De nos jours, les utilisations dans le monde cosmétique sont légèrement différentes. On trouve en fait du charbon ou des dérivés dans plusieurs familles de produits cosmétiques :

- les produits de maquillage.
- les produits de soins.
- et enfin les produits de toilette et d'hygiène.

Elles sont assez restreintes à ce jour. Outre des systèmes de filtration pour purifier certains ingrédients, mais qui ne sont pratiquement plus utilisés, on voit l'utilisation du charbon actif dans des produits d'hygiène corporelle.

Parmi les inconvénients de l'utilisation de ces substances, résident de façon bien évident que la coloration des produits finis. Ceci conduit à ce que l'utilisation est généralement à faible dose. En examinant attentivement ces préparations, ce charbon est de toute évidence plus souvent utilisé pour des raisons de revendications que pour des raisons de réelle efficacité, comme en témoigne la liste des ingrédients d'un produit actuellement sur le marché. (Jean C, 2016).

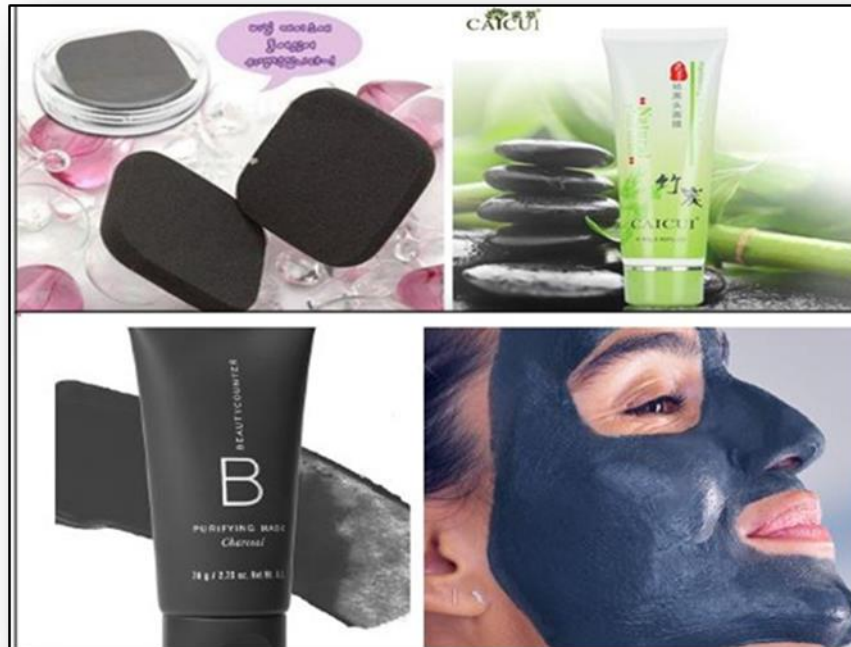
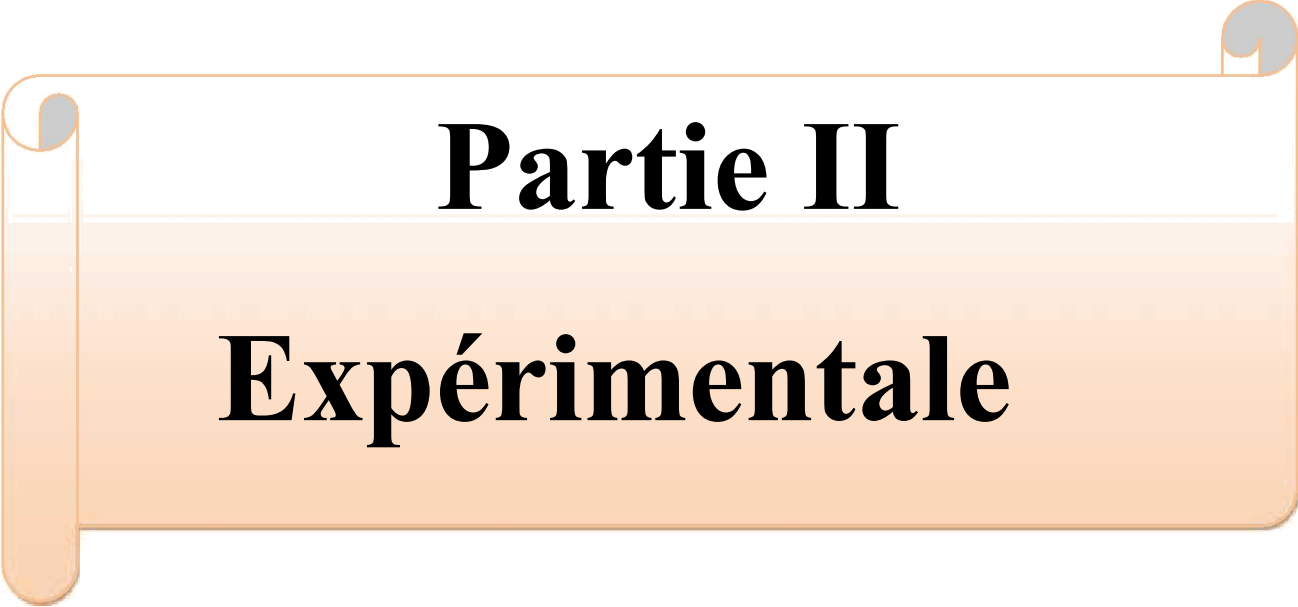


Fig. 16: L'application des charbons actifs dans les domaines cosmétiques (Jean C, 2016).

A decorative orange scroll graphic with a white top section and an orange bottom section. The scroll has a vertical tab on the left and rounded corners. The text is centered within the scroll.

Partie II

Expérimentale

II. Matériels et méthodes

II.1. Présentation de site d'étude

II.1.1. Description du massif des Aurès

L'Aurès ou les Aurès berbères est une région montagneuse située à l'Est Algérien (**Figure 17**). Cette région était connue dès l'antiquité sous le nom "d'Auriasus mons" toponyme berbère signifiant «La montagne fauve» (**Chaker, 1990**).

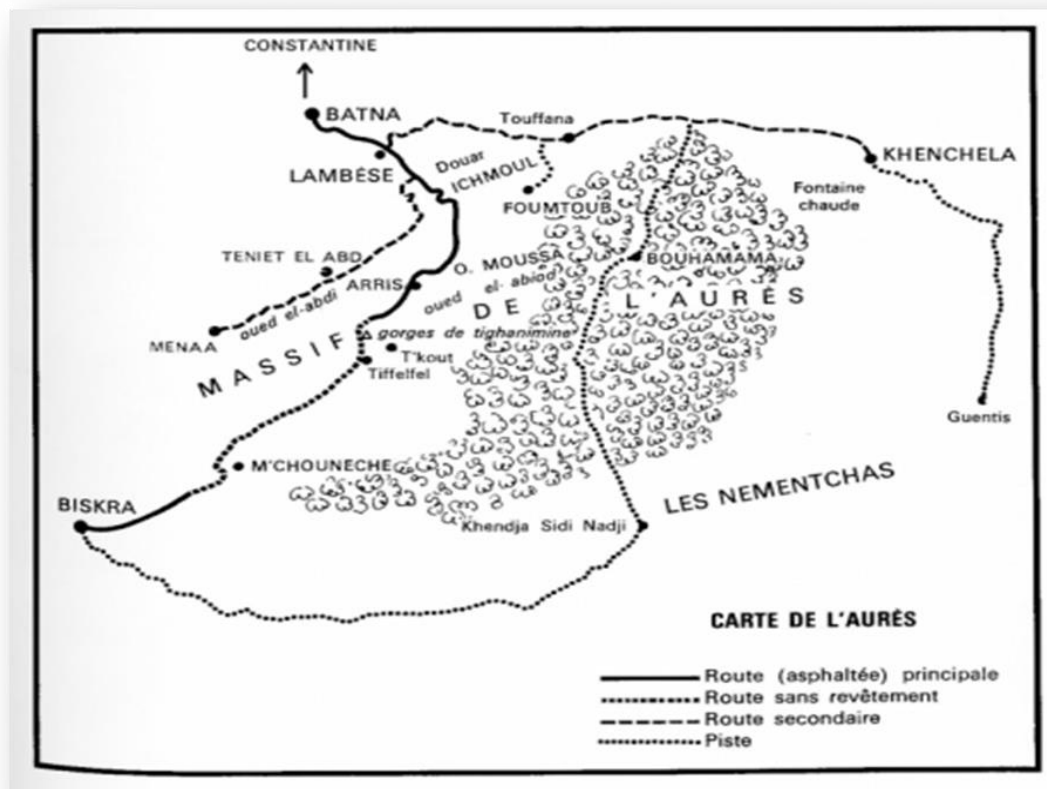


Fig. 17 : La région des Aurès (www.wilaya-batna.gov.dz).

Les Aurès forment la partie est de l'atlas pré- Saharien dont le point culminant est le mont- chelia à 2328 m d'altitude. C'est un massif n'offrant guère de passage Nord/ Sud, mais partiellement Nord- Est/Sud- Ouest au fond duquel coule Oued- Labiod (**Chaker, 1990**).

Morphologiquement, le massif des Aurès qui porte des forêts est un ensemble montagneux qui sépare les hautes plaines constantinoises du Sahara (**Maloufi, 1991**).

D'après **Berkane et Yehiaoui (2007)**; le massif des Aurès constitué d'une succession d'Est en Ouest, de plusieurs vallées d'orientation générale Nord- Est, Sud-Ouest. Les trois transects les plus représentatifs des Aurès du point de vue climatique, lithologique et végétal sont:

- A l'Ouest, Oued EL- Hai: Latitude 35° 00' 00"- 35° 20' 00" N; longitude 5° 30' 00"E.
- Au centre, Oued- Labiod: Latitude 35° 00' 00"- 35° 20' 00" N; longitude 6° 30' 00"E
- A l'Est, Oued EL- Arab: Latitude 34° 55' 00"- 35° 25' 00" N; longitude 7° 30' 00" E.

II.1.1.2 Climat et zonage lithologique

Les Aurès sont caractérisés par un climat varié, allant du Semi- aride au nord à l'aride au Sud, et du subhumide aux sommets au semi- aride dans vallées Le massif des Aurès est découpé en trois zones du nord au Sud (**Berkane et Yehiaoui 2007**).

- ❖ La zone méridionale (Sites de Fontaine des Gazelles, Beniane et jellal); est constituée par une lithologie de nature variée: Argiles rouges à gypses, sables, calcaires et conglomérates. Cette zone a un climat aride caractérisé par l'absence du couvert végétal et une lithologie favorable à l'érosion intense.
- ❖ La zone centrale (Sites EL- KANTARA, Tighanimine et Chechar); est constituée de terrains du crétacé supérieur (**Laffitte, 1939**) et une lithologie variée (calcaires, marnes, carbonates et marnes tendres). Elle présente un climat de transition entre l'aride et le semi- aride avec une importante action hydrique et une couverture végétale modérée.
- ❖ La zone septentrionale (Sites de tahananent, Arris et Ain Djerboua), a une lithologie constituée de marnes, calcaires, grès et conglomérates, du crétacé supérieur et inférieur. Le climat semi- aride dans les vallées est subhumide sur les sommets, ce qui active l'érosion hydrique malgré la présence d'un couvert végétal intense.

II.1.1.3 Situation géographique de la wilaya de Batna

Situé au nord- est de l'Algérie, la région de Batna s'étend sur une superficie totale de 1201947 ha (**Laamari, 2004**). Elle couvre en partie deux cartes structurales différentes par leur histoire géologique; la partie septentrionale appartenant aux monts de Belezma- Batna et la partie méridionale au massif des Aurès.

La région de Batna est limitée au nord par les Wilayas de Sétif et d'OUM- EL- d'Oum Bouaghi, à l'ouest par la Wilaya de Msila, à l'est par la Wilaya de Khenchela et au Sud par la Wilaya de Biskra (**Dekhinet et al, 2007**).

II.1.1.4 Situation géographique de la région de Menaa

La région de **Menaa** est située au sud-est de Batna sur la route nationale 87, dans une large cuvette, délimitée par deux chaînes montagneuses d'environ 1200m d'altitude. Elle se caractérise par un climat continental (hiver froid et été chaud) et un relief très accidenté. L'agriculture est de type montagnarde, les sols sont d'origine alluviale, argileux, caillouteux à aspect brunâtre (**Benaziza, 1991**). Cette zone est caractérisée par une période sèche allant de mi-avril à Aout et se situe dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais.



Fig. 18: Situation géographique de la région de **Menea** (www.wilaya-batna.gov.dz)



Fig. 19 : Image satellite de la région **Menaa (Google earth, 2011)**

II.1.1.5. Présentation de l'unité d'étude « L'ENAJUC »

L'ENAJUC ou entreprise nationale des jus et conserves alimentaire de la filiale N'gaous conserve , est implanté dans la commune de Menaa wilaya de Batna , c'est un complexe industriel de transformation d'abricot pour l'essentiel et autre fruits secondairement en vue de la production des produits finis et semis produits.

- Produits finis :
 - ✓ Le nectar d'abricot.
 - ✓ La confiture oreilloné et la confiture tamisés d'abricots.
 - ✓ Les abricots au sirop.
 - ✓ Les fruits confis.
- Semi-produits :
 - ✓ La pulpe d'abricot tamisée.
 - ✓ La pulpe d'abricot oreilloné.
 - ✓ Le sirop.
- Semi-produits non utilisés dans l'unité :
 - ✓ Les noyaux d'abricots.



Fig. 20 :L'unité d'étude L'ENAJUC (Allouch D, 2013).

II.1.2. Présentation de l'unité d'étude « EMEC »

La société EMEC est située au milieu du Sahara algérien de la ville de Hassi Messaoud à 86 km au sud-est d'[Ouargla](#); à 172 km au sud de [Touggourt](#) et à 800 km au sud-est de la capitale [Alger](#).

EMEC, la société égyptienne **Mud Engineering and Chemicals**, fournit des systèmes et des services aux opérateurs pétroliers et gaziers internationaux au Moyen-Orient, afin de les aider à améliorer l'efficacité de leurs opérations de forage.

Fondé en Egypte en 1983, EMEC est présent en Egypte, au Moyen-Orient et en Afrique du Nord, notamment en Arabie Saoudite, au Koweït, en Libye, en Syrie, au Qatar et en Algérie. EMEC allie savoir-faire avancé, pour fournir des produits innovants et des solutions de forage sur mesure. Avec une R & D interne de pointe et une technologie de pointe soutenue par un solide réseau logistique, nous nous assurons que nos produits répondent aux normes les plus élevées et optimisent l'efficacité opérationnelle pour les clients.

EMEC est la seule entreprise de boue qui opère exclusivement au Moyen-Orient. Avec quelque 130 plateformes et 7 500 puits, parmi les plus profonds et les plus difficiles de la région, l'EMEC offre un mélange inégalé de connaissances locales et de diversité d'expériences, de langues et de cultures. Le fondement de notre succès est le dévouement envers un excellent service à la clientèle et le développement d'une gamme incomparable de produits, de systèmes et de services de fluides de forage. En travaillant en partenariat avec nos clients, nous ajoutons de la valeur à leurs opérations de forage et offrons des solutions qui ne répondent pas seulement à leurs besoins, mais qui dépassent leurs attentes.

La qualité est la norme dans tous nos produits, services et pratiques, et ceci soutenu par un engagement infaillible envers la sécurité opérationnelle et la protection de l'environnement. Nous sommes passionnés par l'embauche des meilleurs employés de l'entreprise et par leur développement continu dans une culture de travail d'équipe et de collaboration.



Fig. 21: L'unité d'étude EMEC (photo personnelle, 2018).

II.2. Matériel biologique

II.2.1 Matériel végétale

L'origine des noyaux d'abricot (*Prunus armeniaca L.*) est la région de Batna qui produit la majeure partie des abricots sur le territoire national. L'unité de N'gaous est le siège de transformation de toutes les variétés d'abricot cultivées.

Dans cette étude, Les noyaux étudiés proviennent des quatre variétés amères (pèche et mechmech) et douce (Rosé et amande) des fruits d'abricots : *Prunus armeniaca L.* issue d'une exploitation privée N'gaous, située dans la région de Menaa dans la wilaya de Batna dont elle compte parmi les anciennes entreprises algériennes, spécialisées dans la transformation des fruits, fabrication et commercialisation des eaux fruitées, jus et conserves.

La récolte a été réalisée durant la période allant du mois de mai 2017 jusqu'au mois de juillet 2017. Les noyaux obtenus après dénoyautage sont lavés, séchés à l'aire libre puis finement broyés pour obtenir une poudre fine conformément à la procédure décrite par (Besbes *et al.*, 2005), la masse broyée est conservée au réfrigérateur à (4°C) jusqu'à l'analyse.

Tableau N° 10: Les différentes variétés cultivés à Menaa (D.S.A, 2013)

N°	Variétés
1	Rosé
2	Pêche
3	Mech-mech

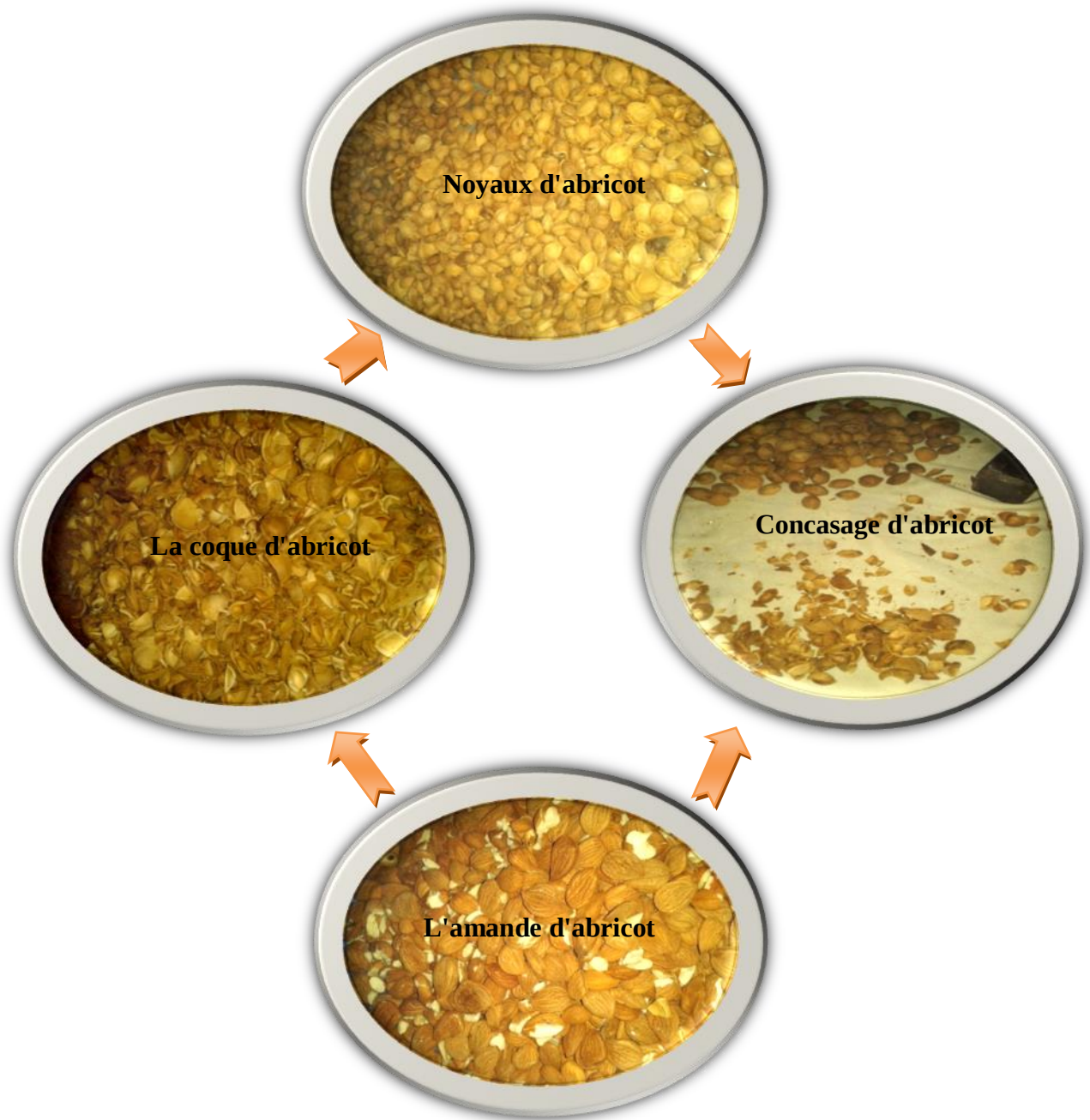


Fig.22: L'échantillon des noyaux d'abricot (*Prunus armeniaca*) (photo personnelle, 2018).

II.3. Matériel et techniques d'étude au laboratoire

Le matériel utilisé dans les différents tests et dosages effectués au laboratoire est regroupé dans le **tableau 11** suivant :

Tableau (11) : Liste des matériels et consommables nécessaires

Méthodes	Matériels	Appareillage	Produits et réactifs
Broyage	- Spatule	-Broyeur	
Extractions par Soxhlet	- bécher 250 ml - Spatule - ballons -Cartouche en Cellulose	- dispositif Soxhlet de 200 - balance analytique - Evaporateur rotatif -Réfrigérateur (4°C).	-Hexane (C ₆ H ₁₂) -broyat d'amande d'abricot
Préparation du charbon actif	- Bécher - Erlenmyer - Pipette	-Tube de carbonisation en ciment. - Vaisselle -Etuve - Balance analytique - Agitateur	- HPO ₃ - La coque des noyaux d'abricot - Bio charbon - Acide acétique - thiosulfate de sodium - Na OH - Solution d'iode
Préparation des colmatants	- Spatule - Béchers	- Bbalance analytique -Hamilton Beach -API Filter	- Eau industrie - La boue de forage - Poudre de la coque d'abricot
Préparation de boue de forage à base d'huile.	- Spatule - Eprouvette	-Balance analytique - Hamilton Beach - Filter press - Granulométrie	- Charbon actif - Diesel - NaCl - Baryte - EMEC CON NT - EMEC Vis NT - EMEC MUL NT - EMEC WET NT - EMEC TONE - LIME - FLR 170 -Calcium carbonate

II.4.Méthodes d'analyses

Elles se rapportent aux expériences suivantes :

- La caractérisation physique des amandes d'abricot.
- l'extraction et la détermination de rendement des huiles végétales des amandes d'abricot par la méthode d'extraction de référence soxhlet.
- Préparation de charbon actif à partir des coques d'abricot par un appareillage spécifique (tube de carbonisation en ciment) et chimiques (acide phosphorique et alcalinisation).
- Etude des paramètres physicochimique du charbon actif.
- Etude comparative du colmatons (Lcp et Not Plog) des puits de forage avec le colmatons à base des coques d'abricot.
- Incorporation du charbon actif comme Réducteur de filtrat dans la boue de forage à base d'huile.

II.4.1 Caractéristiques physico-chimique des amandes d'abricot**II.4.1.1 Détermination de la teneur en eau (NF V 03-903)**

Le test de l'humidité est réalisé dans le but d'estimer la teneur en eau des amandes d'abricots :

- **Principe**

La teneur en eau est déterminée sur une partie aliquote de 1 g d'échantillon broyé étalé dans une capsule en porcelaine puis séché dans une étuve réglée à une température de 103 ± 2 °C, jusqu'à obtention d'un poids constant

- **Mode opératoire**

Sécher des capsules vides à l'étuve durant 15 mn à 103 ± 2 °C ; Tarer les capsules après refroidissement dans un dessiccateur ; Peser dans chaque capsule 1 g d'échantillon préalablement broyé et les placer dans l'étuve réglée à 103 ± 2 °C pendant 3 heures. Retirer les capsules de l'étuve, les placer dans le dessiccateur et après refroidissement les peser. L'opération est répétée jusqu'à obtention d'un poids constant (en réduisant la durée de séchage à 30 mn) pour éviter la caramélisation.

- **Expression des résultats**

La teneur en eau est déterminée selon la formule suivante :

Soit :

$$H\% = 100 \times (M_1 - M_2) / P$$

H% : Humidité.

M₁: Masse de la capsule + matière fraîche avant séchage (g).

M₂: Masse de la capsule + matière fraîche après séchage (g).

P: Masse de la prise d'essai (g).

II.4.1.2. Détermination de la teneur en matière grasse (NF EN ISO 734-1, 2000)

- **Principe**

Les corps gras sont les substances organiques qui peuvent être extraites à partir des fruits et végétaux par des solvants organiques apolaires au moyen de l'appareil Soxhlet.

- **Mode opératoire**

La matière grasse contenue dans les amandes est extraite à partir de 30g de poudre en utilisant la méthode de Soxhlet ; le solvant utilisé est l'hexane. Après la distillation le pourcentage des lipides est exprimé en poids de la matière sèche :

- Sécher le ballon de 500 ml à l'étuve à 105 °C pendant une heure.
- Refroidir le ballon au dessiccateur pendant 30 mn
- Peser le ballon à la précision de 0.001g
- Peser 30 g environ du noyau d'abricot broyer.
- Introduire le broyat dans la cartouche de papier filtre.
- Placer la cartouche avec la prise d'essai à l'intérieur de l'appareil Soxhlet.
- Verser 200 ml de solvant d'extraction dans le ballon et 50 ml dans l'extracteur.
- Chauffer le ballon pendant 8 heures (20 siphonages par heure) jusqu'à l'épuisement de la matière grasse.
- Après, éliminer le solvant du ballon par distillation.
- Sécher le résidu du ballon dans une étuve à 70-80 °C.
- Refroidir le ballon au dessiccateur pendant 30 mn.
- Peser le ballon avec l'huile à la précision de 0.001g.
- Répéter l'opération de séchage jusqu'à obtention d'un poids constant du ballon.

- Expression des résultats

La teneur en matière grasse est calculée selon la formule suivante :

$$\text{MG}\% = \frac{P_2 - P_1}{P_3} \times 100$$

Soit :

p₁: Poids du ballon vide (g).

p₂: Poids du ballon avec l'huile extraite (g).

p₃: Poids de la prise d'essai (g).



Fig.23: L'extracteur Soxhlet (photo personnelle, 2018).

II.4.2 Préparation de charbon actif à partir des coques d'abricot

II.4.2.1. Préparation du charbon actif à partir des coques d'abricot par méthode physique

On établit les coques préparées dans un tube de carbonisation en ciment. La carbonisation a été réalisée à une température de 180°C pendant près 16 à 17 heures afin d'éliminer les impuretés relatives à la carbonisation, suivie d'une étape de refroidissement par l'eau.

Le produit obtenu sous forme de matière premières (granule), a été broyé puis tamisé par un tamis de pores fine à l'échelle d'environ 0,5 mm. Pour donner des granules noires de charbon en poudre. Les étapes suivies pendant la fabrication du charbon à partir des coques d'abricot sont détaillées dans le schéma ci-dessous (Figure 24).

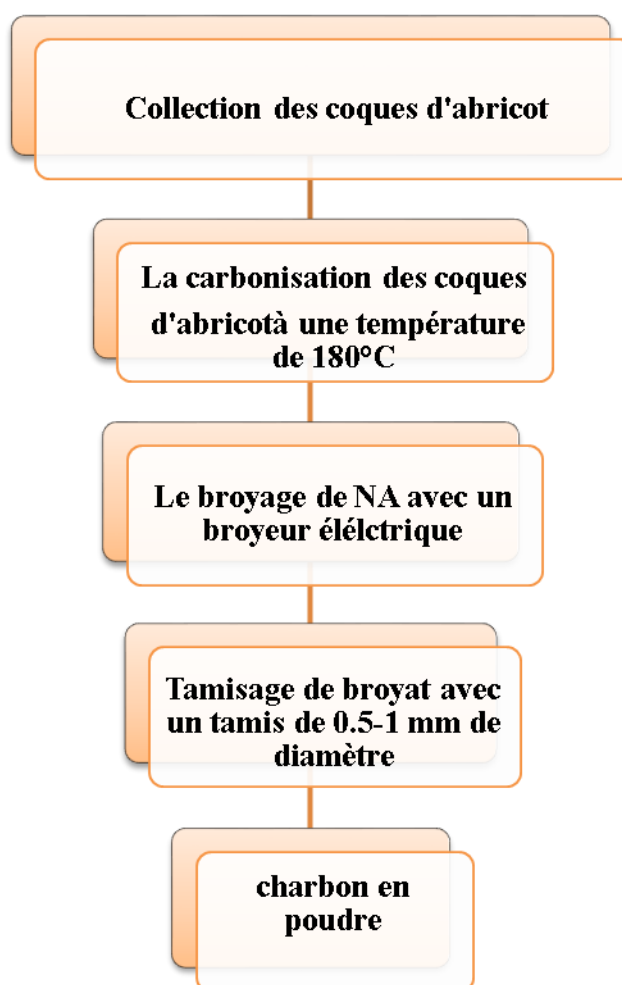


Fig. 24: Schéma illustrant les étapes de fabrication de poudre noire de carbone à partir des noyaux d'abricot (NA).

II.4.3.1.1 Activation physique

Le matériau est placée dans un papier Filter et papier aluminium, l'activation a été effectuée à une température de 120°C pendant 10 heures sous vapeur d'eau, puis tamisé dans un tamis de diamètre entre 1.00 mm et 2.00 mm.

II.4.3.2. Préparation du charbon actif à partir des coques d'abricot par méthode chimique

II.4.3.2.1 Activation chimique par l'acide phosphorique

Les particules retenues sont imprégnées dans une solution d'acide phosphorique avec des concentrations (Ca) allant de 10 à 100% et un rapport massique (k) variant de 1 à 4 g d'acide par 1g de coque . L'imprégnation est faite dans une étuve à une température de 120 °C pour des temps d'imprégnation variant de 2 à 11 h. Les particules imprégnées sont conservés dans des flacons fermés hermétiquement jusqu'aux essais de carbonisation. La carbonisation est réalisée dans un four (Thermolyne Type 1400 Furnace) préchauffé à une température adéquate pour un minimum de 2 h avant le début de l'expérience pour obtenir une température d'état d'équilibre. La carbonisation est faite à températures variant de 300 à 800 °C et à des temps variant de 1 à 5 h. Les charbons obtenus sont refroidis à température ambiante dans un dessiccateur. Afin d'éliminer les résidus éventuels de carbonisation, les charbons actifs sont lavés dans des solutions d'acide chlorhydrique 0,1 M puis rincés plusieurs fois à l'eau distillée jusqu'à pH constant (**Ahmad A et Hameed Bh, 2010**). Les charbons ainsi lavés et rincés sont séchés à 105 °C pendant au moins 8 h dans une étuve, puis refroidis dans un dessiccateur et conservés à l'abri de l'air dans des flacons fermés hermétiquement jusqu'aux essais de caractérisation (**Ibrahim T et al, 2012**).

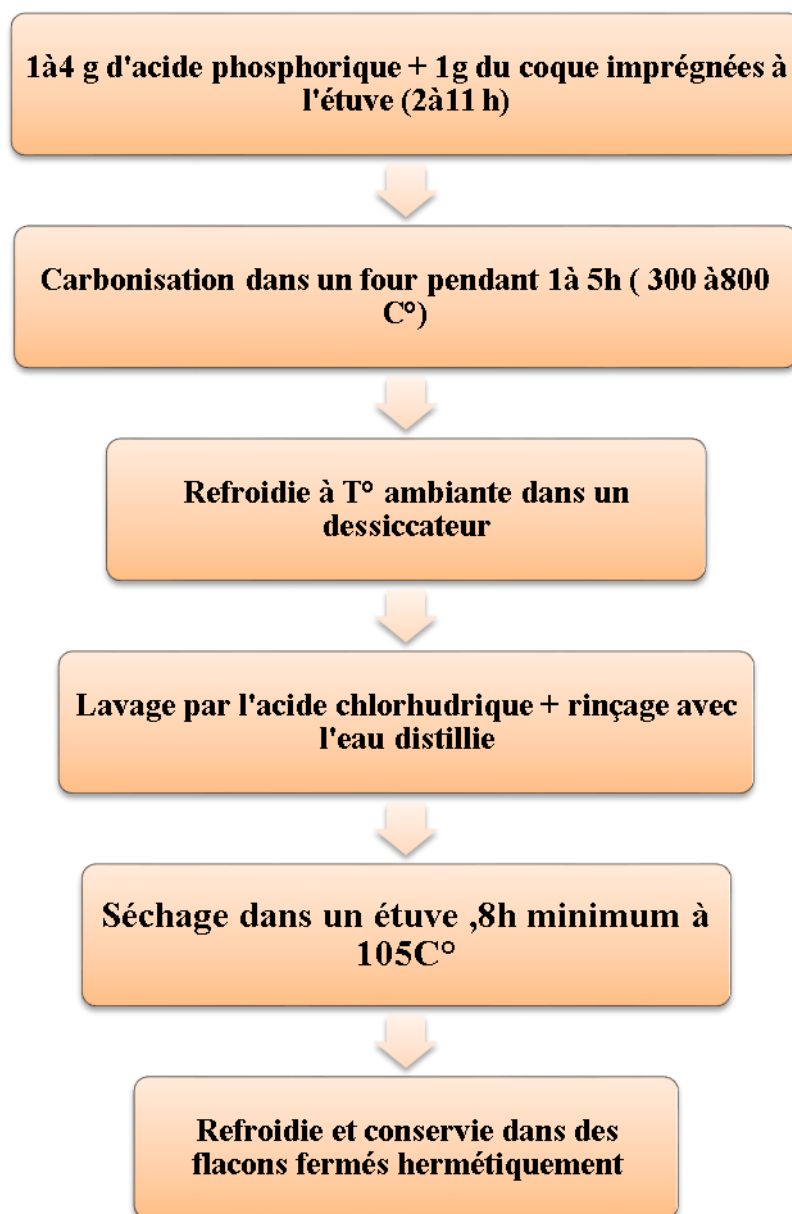


Fig. 25: L'activation chimique de charbon par l'acide phosphorique

II.4.3.2.2 Activation chimique par alcalinisation**a) La coque d'abricot non traitée**

Les échantillons ont été lavés avec de l'eau désionisée, séché à 50 C° pendant 24 h, broyé et tamisé en une taille de particules de 0,3 mm. (Tatjana D.S, et *al* , 2018).



Fig. 26: Prétraitement des coques d'abricot (photo personnelle, 2018).

b). La coque traitée

Le traitement a été effectué par trempage de la poudre des coques d'abricot dans une solution de 1,0 mol / l NaOH dans un rapport solide / liquide de 1:20 (g / ml). La suspension a été agitée pendant 180 min à 25 ° C sur un agitateur magnétique à 250 tr / min. Les échantillons ont été lavés avec de l'eau désionisée jusqu'à ce qu'il ne donne pas de couleur et le pH du filtrat était proche du neutre. Après séchage (à 50 C° pendant 24 h), l'échantillon a été stocké dans des récipients en plastique. (Tatjana D.S, et *al.*, 2018).

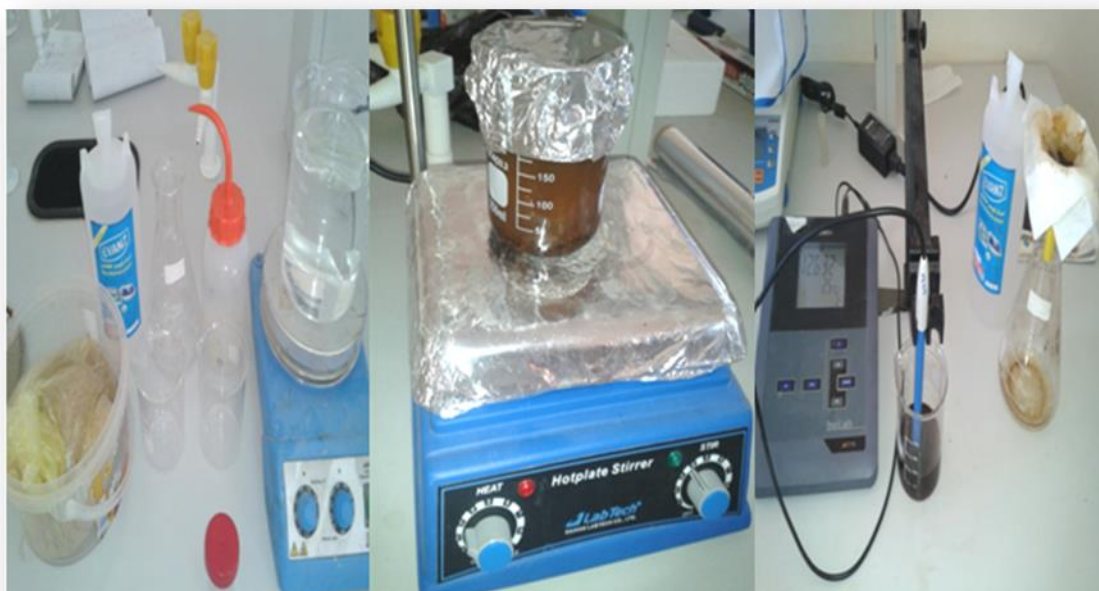


Fig. 27: Le traitement des coques d'abricot (photo personnelle, 2018).

II.4.3.3 Rendement de synthèse des charbons actifs

Le rendement de synthèse des charbons actifs est défini comme le rapport du poids du charbon actif obtenu (W1) à celui de la coque d'abricot sec (W0)

$$\text{Rendement (\%)} = \frac{W1}{W0} \times 100$$

W1: Charbon active obtenu.

W0: La coque d'abricot sec.

II.4.4. Détermination des paramètres physicochimiques du charbon actif

II.4.4.1. Analyse granulométrique

L'analyse granulométrique du charbon actif consiste à déterminer la proportion des diverses classes de grosseur des particules. Il existe deux méthodes parfaite pour déterminer la granulométrie, l'un par l'appareil granulomètre et l'autre par une série de tamis.

L'étude granulométrique des particules permet de déterminer la surface spécifique (m^2/kg) du charbon, ce qui permet d'estimer sa capacité d'adsorption des métaux et des substances organiques. Elle permet aussi d'estimer la quantité de matières en suspension (**Margot et al, 2016**).

❖ Mode opératoire

Dans un bêcher de 1L, on pèse 1g de charbon dans un litre d'eau distillée puis on le relie directement au granulomètre, après on procède à la lecture des résultats sur le tableau de l'appareil.



Fig.28: Granulomètre (photo personnelle, 2018).

II.4.4.2. Taux d'humidité

On place une masse (m_0) du charbon dans l'étuve à 105 C°, puis on a pesé la masse en fonction du temps chaque 5 minutes jusqu'à la stabilisation de la masse (m_f) (Sedira N, 2013). L'humidité (H en % massique) est donnée alors par la formule suivante:

$$H (\%) = (m_0 - m_f / m_0) \times 100$$

m_0 : La masse initiale du charbon.

m_f : La masse final du charbon.

II.4.4.3. Indice d'iode

L'indice d'iode (en **mg/g**) est la quantité en milligramme d'iode adsorbé par gramme de charbon dans une solution aqueuse dont la normalité en iode est 0,02 N. Il caractérise les zones accessibles à toute particule de taille supérieure ou égale à celle de la molécule d'iode, en particulier les mini-micropores accessibles aux petites particules responsables des goûts et odeurs. La procédure utilisée est celle du Centre d'Etude de **Duchet**, qui est une adaptation de la méthode **CEFIC 1989** et de la norme **AWWA B 600-78**.

❖ Mode opératoire

Dans un bêcher de 100 ml, on pèse environ $m = 0,2$ g de charbon préalablement séché à l'étuve à 110°C pendant 24 h. On ajoute à la pipette 20 ml de la solution d'iode à 0,02 N et on agite pendant 4 à 5 mn. On filtre le mélange sur papier filtre sans cendre et on prélève 10 ml du filtrat que l'on met dans un erlenmyer. A partir de la burette, on verse du thiosulfate de sodium dans l'erlenmyer contenant le filtrat jusqu'à la décoloration totale de la solution ; soit V_{thio} le volume en ml de thiosulfate juste nécessaire.

L'indice d'iode exprimé en mg/g est donné par la relation suivante :

$$Q_{I_2} = \left(C_0 \times C_{th} \times V_{th} / 2V_{I_2} \right) \left(M_{I_2} \times V_{ads} / m_{ca} \right)$$

Co : Concentration initiale en I_2

Cth : Concentration de thiosulfate de sodium $Na_2S_2O_3$

Vth : Volume de $Na_2S_2O_3$ versé à l'équivalence

VI2: Volume d' I_2 dosé

MI2: Masse molaire d' I_2

Vads : Volume d'adsorption

m ca: Masse de charbon actif

II.4.5. Analyse des colmatants des puits de forage

Pour déterminer l'efficacité des produits suivant: LCP, Not Plog et la coque d'abricot en tant que colmatons des puits de forage. On a réalisé nos expériences dans le laboratoire EMEC avec un test pilote API rapide (**Cette analyses conformée selon la norme d'API**), dont l'objectif été de prouver l'effet impermiabilité de ces produits.

II.4.5.1 Le taux de perte de filtre API de colmatant

Le taux de perte de filtre API du colmatant est défini comme étant la perte de perméabilité au cours du temps. Etant donné que les essais ont été faits avec un temps de filtration défini.

❖ Mode opératoire

1. Mélanger les trois échantillons de LCP, Not Plog et la coque d'abricot dans Hamilton Beatch pendant deux minutes:
 - 52,5 grammes de LCP dans 1000 ml d'eau.
 - 52,5 grammes de Not Plog dans 1000 ml d'eau.
 - 52,5 grammes de la coques d'abricot dans 1000 ml d'eau.
2. Versez les mélanges dans une cellule de filtration API (avec du papier filtre sur l'écran).
3. augmenter la pression jusqu'à 100 psi, l'eau devrait souffler dans environ 30 à 45 secondes.
4. Retirer le bouchon et verser 100 ml de boue de forage sur le gâteau.
5. Une fois de plus, pressez la cellule à 100 psi pour extraire l'eau restant dans le gâteau.

6. Lorsque le débit d'eau est ralenti pour dégoutter, relâchez la pression et démontez la cellule.
7. Décanter la boue hors de la cellule, et avec une serviette en papier, pousser le gâteau.
8. Démonter la cellule, jeter la boue et utilisez un soin extrême pour enregistrer le filtre papier avec un minimum de perturbation du gâteau. Laver le gâteau doucement pour enlever la boue en excès. Mesurer l'épaisseur du gâteau de filtration et rapport en 32 de pouce.



Fig. 29 : Préparation des colmatants dans l'homogénéisateur Hamilton Beach (photo personnelle, 2018).



Fig. 30 : Cellule de filtration API (photo personnelle, 2018).

II.4.6 Analyses de la boue de forage

II.4.6.1 Préparation de la boue à base d'huile

Pour la préparation de la boue de forage à base d'huile, on doit utiliser d'huiles minérales ou "synthétiques", des agents émulsifiants et mouillants pour favoriser la stabilité de l'émulsion. Les formulations doivent contenir d'autres additifs spéciaux tels que les réducteurs de filtrat (composés asphalténiques et polymères) . Dans cette étude on a remplacé le réducteur standard (EMEC Tone) par le charbon actif à base des coques d'abricot dont la préparation des boues est effectuée en mélangeant les produits dans un homogénéisateur Hamilton Beach pendant 30 min.

Les produits utilisés dans la fabrication de la boue de forage sont regroupés dans le **tableau 12** suivant :

Tableau (12): Les compositions de boue de forage à base d'huile standard et à base du charbon actif

La boue de forage à base d'huile			
Standard	Concentration (kg/m ³)	A base du charbon actif des coques d'abricot	Concentration (kg/m ³)
Diesel	566.00	Diesel	566.00
NaCl	76.22	NaCl	76.22
Baryte importie	400	Baryte importie	400
EMEC CON NT	28.60	EMEC CON NT	28.60
EMEC VIS NT	16.02	EMEC VIS NT	16.02
EMEC MUL NT	17.88	EMEC MUL NT	17.88
EMEC WET NT	22.86	EMEC WET NT	22.86
LIME	20.2	LIME	20.2
EMEC TONE	2.86	Charbon actif de la coque d'abricot	2.86
FLR 170	/	FLR 170	/
Calcium carbonate	/	Calcium carbonate	/

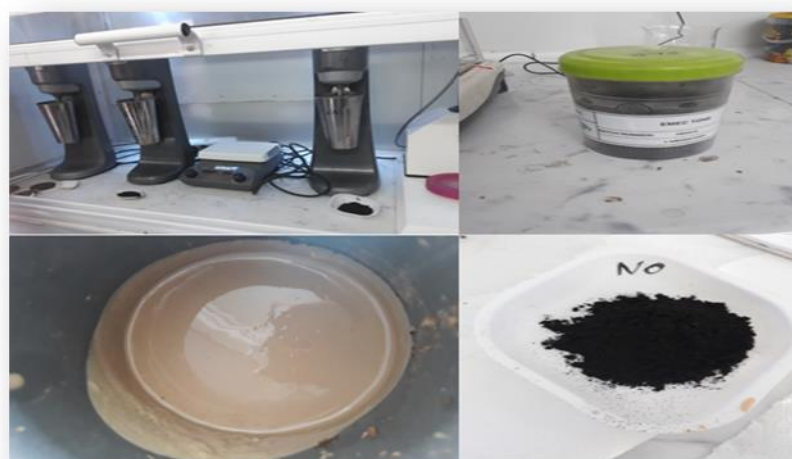


Fig.31: La préparation de la boue de forage à base d'huile à partir du charbon actif (photo personnelle, 2018).

II.4.6.2 Taux de perte de filtre API de la boue de forage

❖ Description

L'instrument (**figures 32**) se compose d'une chemise chauffante avec thermostat, ensemble de plaque de cellule, primaire assemblage de pression et contre-Pression destinataire. La capacité de la cellule de boue est de 160 ml avec une surface de filtre de 3,5 pouces 2. Le récepteur filtrat contient 15 ml et plus à 100 psi de contre-pression on peut utiliser un verre tube. Si une contre-pression plus élevée doit être utilisé, un tube en acier inoxydable devrait remplacer le verre. Un test de routine peut être effectué à 300 et 500 psi de pression différentielle. La perte de fluide à haute température est enregistrée comme le double du nombre de millilitres perdus dans 30 min.



Fig. 32: Le Filter press d'API (photo personnelle, 2018)

❖ Mode opératoire

1. Brancher le cordon de la gaine chauffante dans la bonne source d'énergie pour permettre à l'instrument de préchauffer.
2. Placer le thermomètre bien dans la chemise de chauffage et ajuster le thermostat pour obtenir 10 ° F dessus de la température d'essai souhaitée.
3. Fermez la vanne d'entrée sur la cellule et inverser la cellule.
4. Prenez la boue de la ligne d'écoulement et remplir à moins de 1/2 po du joint torique rainure pour permettre l'expansion.
5. Placez un cercle de papier filtre dans rainure et placez le joint torique sur haut de papier. Utilisez Wattman n ° 50 papier ou l'équivalent.
6. Placez l'assemblage de la plaque cellulaire sur le papier filtre et aligner la sécurité pattes de verrouillage
7. Serrer uniformément les vis à tête cylindrique serrer et fermer la soupape de décharge.
8. Avec l'assemblage de la plaque cellulaire vers le bas, placez la cellule dans la gaine chauffante avec toutes les valves fermées.
9. Placez la cartouche de CO₂ dans l'ensemble de pression primaire et serrez la cartouche support jusqu'à ce que la cartouche soit perforée. Le régulateur et la vanne de purge devrait être fermé.
10. Alors que la bague de verrouillage est soulevée, glissez l'ensemble de pression primaire sur le top "couplage à glissière" et relâchement de l'anneau de verrouillage.
11. Placer une pression de 100 psi sur le dessus soupape, puis l'ouvrir pour pressuriser l'unité.
12. Toujours utiliser la contre-pression réceptrice pour éviter la vaporisation du filtrat à des températures d'essai près d'ébullition ou plus haut. Place et activer une cartouche de CO₂ dans le ensemble de récepteur de contre-pression.
13. Faites glisser l'ensemble de contre-pression avec l'anneau de verrouillage fendu.
14. Appliquez une pression de 100 psi à l'unité de pression inférieure avec cette vanne toujours fermé.
15. Lorsque la température est atteinte la gamme désirée (300 ° F), comme indiqué.

16. par le thermomètre de la cellule, augmenter la pression sur le régulateur de cellule supérieure de 100 à 600 psi tout en maintenant 100 psi sur le régulateur inférieur. Ouvrez la valve de la cellule inférieure d'un tour et commencez le test de synchronisation. Maintenir 100 psi sur le récepteur pendant le test. Si elle se lève, égoutter un peu de filtrat pour maintenir le 500 psi différentiel. Maintenir la température à $\pm 5^{\circ}\text{F}$.
17. Après 30 min de filtration, fermez la valve inférieure de la cellule et fermez la partie supérieure valve de la cellule.
18. Desserrez les deux vis en T du régulateur et purge la pression des deux régulateurs.
19. Vider le filtrat dans un cylindre gradué et lire le volume. Doublez la lecture pour signaler. Retirer le récepteur.

Attention: La cellule contient toujours de la pression.

20. Maintenir la cellule en position verticale et la refroidir à la température ambiante, puis purger la pression de la cellule ;
21. Inverser la cellule, desserrer les vis d'assemblage (Clé Allen si nécessaire) et démonter. nettoyer et sécher toutes les pièces.

II.4.7 Etude statistique

Nous avons utilisé le logiciel MINITAB.17 afin de comparer les différents rendements en charbon actif des amandes d'abricot *Prunus armeniaca L.* Ainsi pour les différents taux de perte de filtre API des différents colmatants et le taux de perte de filtre API de la boue de forage à base d'huile. Pour cela, nous avons utilisé le test « t » de student et l'analyse de la variance L AV1.

A decorative orange scroll graphic with a gradient from light to dark orange. It has a vertical strip on the left and a horizontal strip at the top, with rounded corners and small circular details at the top-left and top-right.

Partie III

Résultats et discussion

III. Résultats et discussions

III.1 Composition biochimique d'amande d'abricot *Prunus armeniaca* L.

III.1.1 Taux d'humidité

La teneur en eau des deux amandes de *Prunus armeniaca* L. est un critère de qualité utilisé essentiellement pour estimer le degré d'humidité et renseigne sur la stabilité du produit contre les risques d'altération durant la conservation (**figure N°33**).



Fig. N° 33 : Teneur en eau des amandes d'abricot *Prunus armeniaca* L.

Les résultats de cette analyse ont révélés un taux d'humidité similaire et inférieure à 10% pour les amandes, la proportion est de $(4.107 \% \pm 0.09)$. Ce qui confère à nos amandes une meilleure conservation. Les végétaux sont riches en eau, les plantes fraîches en renferment 60 à 80 % d'eau. Pour assurer une bonne conservation, la teneur en eau doit être inférieure ou égale à 10 % (**Paris et Moyse, 1965**).

III.1.2 Matière grasse (teneur en huile végétale)

La teneur en matière grasse des amandes de *Prunus armeniaca L.* a été calculée sur la base de trois expériences. Les pourcentages de rendement d'huile obtenue sont illustrés dans la figure N°34.

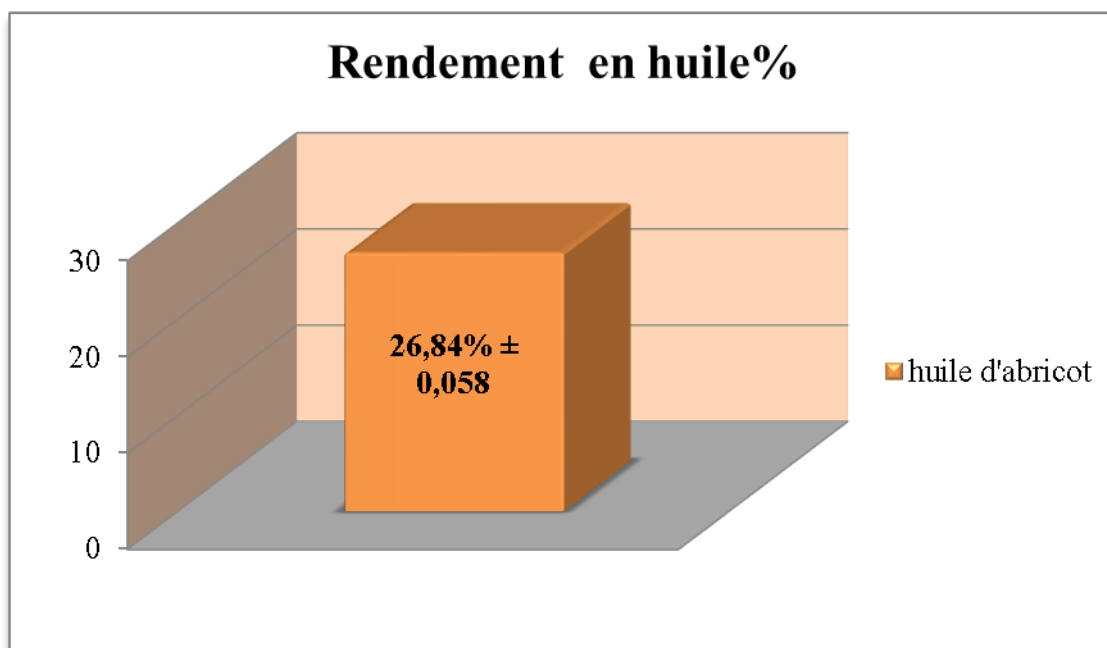


Fig.34: Le rendement d'huile végétale d'amande d'abricot

D'après cette figure, on constate que les amandes d'abricot de *Prunus armeniaca L.* ont fourni un taux de rendement d'environ $26,84\% \pm 0,058$.

En outre, **Gezer et al., en 2011** ; ont déterminés la teneur en huile des différentes variétés de noyau d'abricot de Turquie de l'ordre de 28,26 à 42,43%. D'autre part, une étude plus récente de **Manzoor1 et al., en 2012** indique que la teneur en huile des graines d'abricot en Turquie allaient de 32,23 à 42,51%. Aussi, **Martins et al., en 2000** ont rapporté que les 12 variétés d'amandes en provenance du Portugal possédaient de l'huile entre 30,1% et 51,0%. Dans une autre étude, la teneur en huile de *Prunus armeniaca* a été déterminée à 37% (**Hassanein, 1999**). Ces différences des rendements en huile pour les variétés d'amande d'abricot sont dues peut-être à : l'origine de l'espèce, le climat, le sol et aux différences inter-variétales.

III. Résultats et discussions

La teneur en huile élevée, comparable aux oléagineux alimentaires comme le tournesol, le soja et l'olive (20-35%) (**Karleskind, 1992**), fait des amandes du *Prunus armennica* très convenables pour la production commerciale.

III.1.2.1 Propriétés physiques

- **Caractères organoleptiques**

Tableau N°13 : Caractères organoleptiques d'huile végétale d'amandes de *Prunus armeniaca* L.

Aspect /désignation	Huile d'amande
Couleur	Jaune foncé
Odeur	Un peu amère
Consistance	Liquide

Ce tableau montre que l'huile étudiée est à l'état liquide à la température ambiante. Sa couleur est généralement jaune tandis que l'odeur est un peu amère.



Fig.35: L'huile végétale d'amande d'abricot (photo personnelle, 2018).

III.2. Rendement en charbon actif des coques d'abricot

La teneur en charbon active des coques d'abricot (*Prunus armeniaca*) a été calculée sur la base de trois méthodes (carbonisation, alcalinisation et l'acide phosphorique). Les pourcentages de rendement en charbon obtenu sont illustrés dans la figure N° 36.

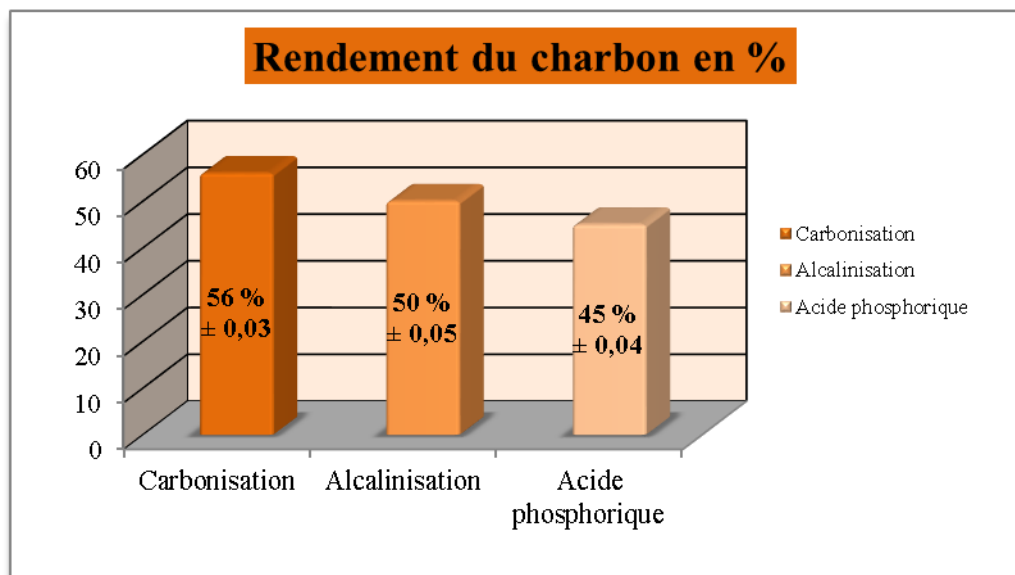


Fig. 36: Le rendement en charbon actif des coques d'abricot

Les résultats obtenus montre que le charbon obtenu à partir des coques d'abricot par la méthode de carbonisation a fourni un taux de rendement d'environ 56 % $\pm$ 0,03 qui est légèrement plus élevé que celui obtenu en utilisant la méthode d'alcalinisation qui est de l'ordre de 50 % $\pm$ 0,05, en revanche le pourcentage de rendement est de 45 % $\pm$ 0,04 pour la méthode d'activation chimique en utilisant l'acide phosphorique. En outre, le test AV1 dévoile qu'il y a de différence très hautement significative entre le rendement en charbon actif des coques d'abricot ($P = 0.000$).

Les résultats de notre étude sont en accord avec ceux rapportés par **Kazemipour et al., en 2008** qui ont décernés que la teneur en charbon des coques d'abricot est de 63%. En outre, les résultats trouvés par **Gergova et Eser en 1996** ont dévoilé le taux de rendement en charbon des coques d'abricot entre 24 et 26 %. Ainsi les travaux de **Ladjal en 2013**, démontrent que le rendement en charbon actif obtenus par la technique d'activation chimique est compris entre 28,92 - 38,41 %.

III. Résultats et discussions

Selon **B. Fadhil en 2017** ; les coques d'abricot fournissent 49 à 56% du charbon. Ce qui les préconisant parmi les coques des noix les plus intéressants à exploiter.

III.4. Paramètres physicochimiques du charbon actif

III.4.1. Analyse de la granulométrie

Le **tableau N°14** présente les résultats granulométriques du charbon actif obtenus par granulomètre.

Tableau 14: Paramètres de granulométrie

Echantillon	D ₁₀	D ₅₀	D ₉₀	surface spécifique (m ² /kg)
charbon	10.4µm	38.4µm	89.6µm	291.0

Les résultats présentés sur **le tableau N°14** montrent que la granulométrie du charbon à base des coques d'abricot varie entre 10.4 à 89.6 µm. Ces analyses permettent de déterminer aussi la surface spécifique (m²/ Kg) du charbon qui est 291.0 m²/kg, ce qui permet d'estimer sa capacité d'adsorption des métaux et des substances organiques.

Selon **Abbes en 2015**, la granulométrie possède un effet important sur la capacité d'adsorption, la granulométrie obtenue du charbon actif des coques d'abricot après calcination et tamisage est de 63µm.

En effet, nos résultats s'accordent avec ceux trouvé par **Montagnaro et al en 2015**, qui ont apporté que la granulométrie du charbon actif à base des coques d'abricot est entre 10 – 120 µm.

II.4.2 Humidité et l'indice d'iode

Les résultats d'analyses d'humidités et des indices d'iode des charbons actifs étudiés sont indiqués dans le **tableau N°15**.

Tableau 15 : L'humidité, l'indice d'iode des charbons actifs étudiés.

Méthodes d'activation	Charbon actif	
	Acide phosphorique	Alcalinisation
Humidité %	4%± 0,05	3%± 0,03
L'indice d'iode (mg/g)	569.8	380.71

A partir des résultats du **tableau N°15**, on constate une faible teneur en humidité qui sont de l'ordre de 3%± 0,03 et 4%± 0,05 pour les charbons actifs obtenues par activation chimique avec l'acide phosphorique et l'alcalinisation respectivement. En outre, le test de student dévoile qu'il y a de différence très hautement significative entre les deux méthodes établies ($P = 0.000$). Ce qui préconisant nos charbons comme des bons adsorbants ; En effet, nos résultats sont en accord avec ceux publiés par **Gueye et al en 2011** qui indiquent que la faible teneur en humidité est la caractéristique d'un meilleur adsorbant.

Pour l'indice d'iode les résultats varient suivant la nature de la biomasse et la méthode d'activation employée (agent activant). Les meilleurs résultats sont obtenus pour échantillons par l'acide phosphorique (I_2 (mg/g) = 569.8), suivi de ceux activée par l'alcalinisation (I_2 (mg/g) = 380.71).

Les résultats de notre étude sont en accord avec ceux rapportés par **Benamraoui en 2014**, qui ont décernés que le taux d'indice d'iode du charbon actif à base des coques d'abricot est de 533,0 mg/g.

En outre, les résultats trouvés par **Gueye, Blin et Brunschwing en 2015**, ont dévoilé le taux d'indice d'iode du charbon des coques d'abricot qui est de 489 mg/g pour le charbon activé par l'acide phosphorique. Ainsi les travaux de **Some en 2010**, démontrent que l'indice d'iode du charbon actif obtenu par la technique d'activation chimique est de 451.79 mg/g.

III. Résultats et discussions

Les mêmes paramètres sont relevés par **Montagnaro et al en 2015**, qui ont élaboré des charbons actifs activés avec l'acide phosphorique avec un indice d'iode de 533mg/g. En effet, Il est bien connu dans la littérature que le charbon actif avec un indice d'iode plus élevés renferment plus de micropores.

D'après **Richard et al., en 2015**, l'indice d'iode donne des informations sur le degré d'activation du charbon actif et les surfaces d'adsorption disponibles dans les micropores. En règle générale, l'adsorbant avec un indice d'iode le plus élevé présentera une surface spécifique la plus importante.

Balogoun et al en 2015, ont montré que les valeurs de l'indice d'iode varient entre 432 à 787 mg/g, nous dirons que les conditions de pyrolyses et la concentration de l'agent activant, influencent la microporosité des charbons activés par l'acide phosphorique.

En effet, dans une étude faite par **Tchakala et al., en 2012**, qui ont décernés que le taux d'indice d'iode du charbon actif à base des coques d'abricot est de 597,0 mg/g. L'indice d'iode donne une évaluation de la surface spécifique d'un charbon actif, en mesurant la porosité des pores de diamètres plus grands que 1,0 nm. A ce constat, il estime sa capacité d'adsorption.

III.5. Taux de perte de filtre API de colmatant

Les résultats du taux de perte de filtre API du colmatant sont illustrés dans la figure N°37.

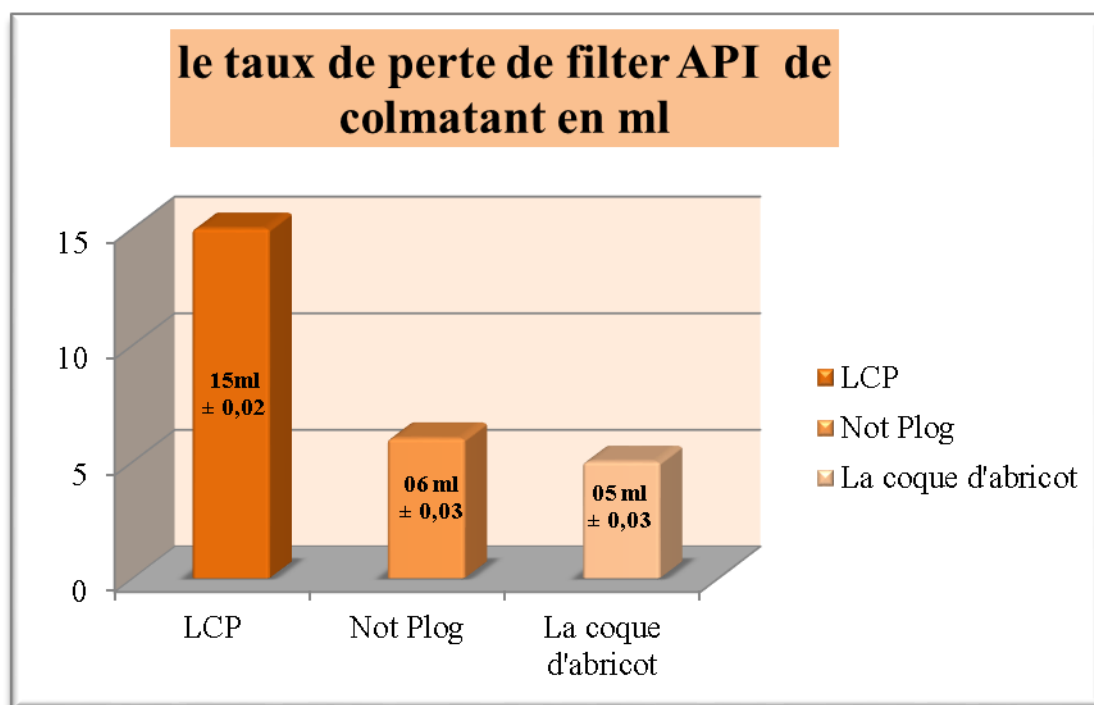


Fig.37: Taux de perte de filtre API des différents colmatants

D'après les résultats de la figure N° 37, le taux de perte de filtre API des colmatants est de 15ml $\pm$ 0,02, 06 ml $\pm$ 0,03 et 05 ml $\pm$ 0,03 pour LCP, Not Plog et les coques d'abricot respectivement. A cet effet, nos résultats dévoilent que les coques d'abricot ont fournie le pus faible taux de perte qui leur préconise les caractéristiques et la qualité d'une meilleure colmatant. En outre, le test AV1 dévoile qu'il ya de différence très hautement significative entre les résultats du taux de perte de filtre API du colmatant ($P = 0.000$).

Selon les normes de l'API, le bon colmatant doit présenter un minimum de taux de perte de filtre API.

III.6. Taux de perte de filtre API de la boue de forage

Les résultats du taux de perte de filtre API de la boue de forage à base d'huile sont rassemblés dans la figure N°38.

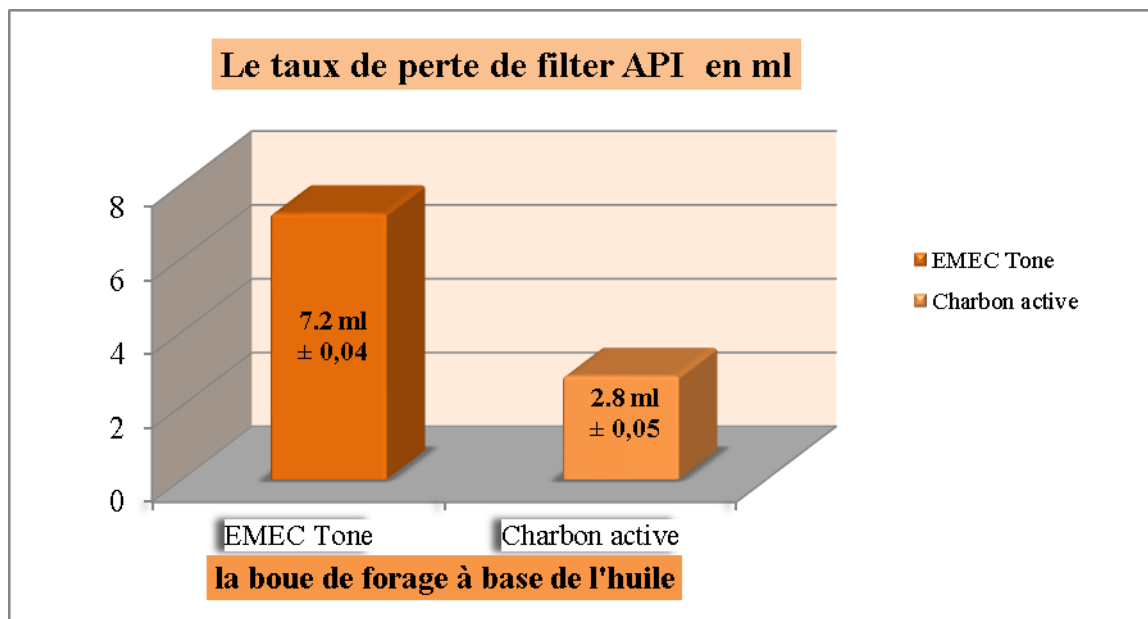


Fig. 38: Taux de perte de filtre API de la boue de forage à base d'huile

D'après la figure (38) on observe que le taux de perte de filtre API de la boue de forage à base d'huile contenant le charbon actif d'abricot comme réducteur de filtrat est de $2.8 \text{ ml} \pm 0,05$ plus faible que celui obtenue par la boue standard contenant l'EMEC Tone, qui est de $7.2 \text{ ml} \pm 0,04$. En outre, le test t de student dévoile qu'il y a de différence très hautement significative entre les résultats du taux de perte de filtre API de la boue de forage à base d'huile ($P = 0.000$).

Selon les normes de l'API, le bon réducteur de filtrat doit présenter un taux de perte de filtre API inférieur à 10 ml.

Les travaux de recherche de, Dada en 2011 discernent que ce réducteur de filtrat est un additif polymère cellulosique qui peut-être une cellulose poly anionique (PAC), résines, amidons et caboxy-méthyle celluloses (CMC), le rôle de cet additif dans le fluide de forage est la consolidation de perméabilité du cake.

III. Résultats et discussions

En effet, nos résultats s'accordent avec ceux trouvés par **Dias et al., en 2015**, qui démontrent que le taux de perte de filtre API pour la boue de forage est entre 3.0 et 15 ml. Dont leurs résultats de performance physico-chimique des fluides étudiés illustrant que les formulations développées à partir d'amidon des esters gras sont en mesure de rivaliser techniquement avec la norme des produits commerciaux. Ces derniers présentent des propriétés rhéologiques, de filtration et des valeurs de stabilité électrique conformes aux spécifications recommandées par l'American Petroleum Institute. Ainsi, les résultats apportés par **Hui et al. en 2015** sur des nanoparticules de silice à base de polymère hydrophobe utilisés comme réducteur de filtrat pour les fluides de forage à haute température dévoilent que le taux de perte de filtre API est de 5 ml à 15 ml. Dans une étude similaire faite par **Qichao et al. en 2017**, décernent les nanoparticules de silice comme réducteur de filtrat a haute performance pour un fluide.

En revanche, Les résultats de **Temraz et al. en 2016**, sur le taux de perte de filtrat en utilisant des argiles local traités et non traités ,indiquent que la perte de filtre variait entre 24,4 et 26,2 ml et de 23,6 à 25,6 ml pour l'argile non traitée et traitée respectivement. Ils sont relativement plus bas que les valeurs de perte de filtre de la bentonite non traitée. Pour l'argile traitée par 1% de CMC, la perte de filtre varie de 23,5 à 24,5 ml et lorsque l'argile a été traitée par 0,5% de polymère elle est de 22,3 à 23,8 ml.

Les valeurs les plus faibles dérivent avec 0,5% de polymère. Ces valeurs de perte de fluide sont beaucoup supérieures à la valeur recommandée par l'API qui est de 15 ml pour les échantillons hydratés **API 13A, (1993)**.

En outre, les travaux de **Aftab et al en 2017; Zisis et al en 2017**, ont apportés que le taux de perte de filtrat de boue de forage à base de silica est entre 5.5 – 6.0 ml, 13.6 -18.9 ml et 6.9 – 12.9 ml concernent les nanoparticules d'oxyde de fer.

Conclusion

L'abricot *Prunus armeniaca L.*, bien exploité est une source de revenu importante dont elle est peut profitable par les divers exploitants en Algérie. Du tourteau (engrais organique), au charbon actif à l'huile (une source de matière première pour les savonneries, ou un combustible diesel à l'état brut dans les moteurs à injection indirecte), le noyau possède assez des domaines d'utilisations, susceptibles de présenter un intérêt économique appréciable.

Au cours de notre étude, menée sur la valorisation des noyaux d'abricot *Prunus armeniaca L.* de la wilaya de Batna qui a été réalisée en deux parties, la première partie consisté à l'extraction de l'huile végétale à partir d'amandes d'abricot et la caractérisation de ces paramètres physiques. Tandis que la deuxième partie consacrée à la préparation et caractérisation des charbons actifs à partir des coques d'abricot et leurs applications dans le secteur pétrolier. Nous pouvons retenir, de l'ensemble des résultats obtenus ce qui suit:

L'analyse biochimique des amandes a révélé une teneur en humidité de 4 % ce qui approvisionne leur bon stockage a long terme. un rendement d'extraction en huile végétale au Soxhlet d'environ $26.84\% \pm 0.058$ avec une couleur jaune foncé tandis que l'odeur est un peu amère.

Dans ce travail aussi, nous avons préparé un adsorbant à partir des coquilles de noyaux d'abricots par activation chimique et physique. Le charbon obtenu à partir des coques d'abricot par la méthode de carbonisation a fourni un taux de rendement d'environ $56\% \pm 0,03$. En effet ; nos résultats dévoilent presque le plus élevé rendement obtenue par ces techniques qui peut être expliqué par les conditions expérimentales.

La granulométrie du charbon à base des coques d'abricot varie entre 10.4 à 89.6 μm . Ces analyses permettent de déterminer aussi la surface spécifique (m^2/kg) du charbon 291.0 m^2/kg , ce qui permet d'estimer sa capacité d'adsorption des métaux et des substances organiques.

La teneur en humidité qui est de l'ordre de $3\% \pm 0,03$ et $4\% \pm 0,05$ pour les charbons actifs obtenue par activation chimique avec l'acide phosphorique et

Conclusion

l'alcalinisation respectivement avec une valeur d'indices d'iode élevée obtenus pour les échantillons obtenues par l'acide phosphorique (I_2 (mg/g) = 569.8), les charbons actifs préparés traduisent un pouvoir adsorbant intéressant.

Le taux de perte de filtre API des colmatants est de $5 \text{ ml} \pm 0,03$ pour les coques d'abricot. A cet effet, nos résultats dévoilent que les coques d'abricot ont fournie le plus faible taux de perte, qui leur préconise les caractéristiques et la qualité d'une meilleure colmatant.

Le Taux de perte de filtre API de la boue de forage à base d'huile contenant le charbon actif d'abricot comme réducteur de filtrat est de $2.8 \text{ ml} \pm 0,05$ plus faible que celui obtenue par la boue standard contenant l'EMEC Tone.

Donc à la lumière des résultats de cette étude portée sur la valorisation des noyaux d'abricot *Prunus armeniaca L.* de la wilaya de Batna. On peut conclure que les amandes d'abricot peuvent être considéré comme une riche source d'huile et très convenables pour la production commerciale. D'autre part, les coques sont judicieux d'être valoriser en charbons actifs. Cette solution permet d'une part de les éliminer et d'autre part d'élaborer des charbons actifs à moindre coût.

Enfin, Nous espérons que cette étude pourra contribuer et servir de soutien à attirer l'attention des producteurs de l'industrie d'huiles, du charbon et surtout ceux de secteur pétrolier.

En perspectives nous proposons

- ↪ La Proposition de nouvelles voies de valorisation des coproduits d'extraction (tourteau) d'amande d'abricot dans l'alimentation de bétail afin de diversifier ses usages commerciaux.
- ↪ L'approfondissement des connaissances sur l'huile d'amandes d'abricot et de charbon actif, afin d'optimiser leurs utilisation ultérieure dans l'industrie (la savonnerie, des tensio-actifs des lubrifiants ...)
- ↪ D'effectuer d'autres analyses, telles que la composition des acides gras des stérols et l'analyse sensorielle pour une évaluation complète de cette huile noble.

Références Bibliographiques

- 1) **Abdallah, A., Ahumada, M. H., & Gradziel, T. M. 1998.** Oil content and fatty acid composition of almond kernels from different genotypes and California production regions. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 123(6), 1029-1033.
- 2) **Abrouche R, 2013.** Incorporation du tourteau d'amande d'abricot en substitution de tourteau de soja dans l'alimentation des animaux domestiques. Thèse de doctorat, Université de Batna, 8-9-10 p.
- 3) **AFNOR (2000) :** Recueil de normes : les huiles essentielles. *Monographies relatives aux huiles essentielles (H à Y)*. AFNOR, Paris, 661-663.
- 4) **AFNOR 1980 :** Recueil des normes françaises. . AFNOR NF T 75-006. Paris: AFNOR.
- 5) **Ahmad, Z. 2010.** The uses and properties of almond oil. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 16(1), 10-12.
- 6) **Allouch DJ, 2014 :** Valorisation des coproduits d'abricots *Prunus armeniaca* L. de la wilaya de Batna. Pour obtenir le grade de Magister en biologie spatiale biotechnologie au service de l'environnement. Université de Taref.
- 7) **Alpaslan M., Hayta M, 2006:** Apricot kernel: Physical and chemical properties. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 2006, 83, 469-471.
- 8) **Arevalo P. A. Murr F. X., 2007.** Influence of pre-treatments on the drying kinetics during vacuum drying of carrot and pumpkin. *Journal of Food Engineering*, 80: 152–156.
- 9) **Arnoult D., Petit F., Lelièvre J.D., Akarid K., Ameise J.C. and Estaquier, J. ,2001.** Le récepteur de la phosphatidyl-sérine, un intermédiaire entre apoptose et réponse immunitaire. *Médecine/Sciences*, 17 : 385-7.
- 10) **Ashford R, 1994.** Ashford's Dictionary of Industrial chemicals. London. Wavelength.
- 11) **B. Fadhil A, 2017.** Evaluation of apricot (*Prunus armeniaca* L) seed kernel as a potential feedstock for the production of liquid bio-fuels and activated carbons. *Energy Conversion and Management* 133 (2017), pp. 307-317.

- 12) **Baert J-P., 1999.** Agroalimentaire. Techniques de l'ingénieur. F100: Vol. Génie des Procédés.
- 13) **Bahlouli F., Tiaiba A., Slamani A., 2008.** Etude des différentes méthodes de séchage d'abricot, point sur les méthodes de séchage traditionnelles dans la région du Hodna, wilaya de M'Sila. Revue des Energies Renouvelables SMSTS'08 Alger (2008) 61 - 66.
- 14) **Baker F.S., Miller C.E., Repik, A.J., and Tolles E, 1992.** Activated Carbon. Kirk.
- 15) **Barnerjee I., Saha S. and Dutta J., 1992.** Comparison of the effect of dietary fish oils with different n-3 polyunsaturated fatty acid compositions on plasma and liver lipids in rats. *Lipids*, 27 (6):425-8.
- 16) **Bauman I., Bobi C, 2005.** Time And Speed of Fruit Drying On Batch Fluid-Beds, *Sadhana* Vol.30, Part 5, October 2005, Pp. 687-698.
- 17) **Benmadi F., 2009.** Etude du transfert de matière et de chaleur lors du séchage sous vide de la pomme de terre (variété Spunta). Mémoire d'ingénieur, Université de Batna, 61p.
- 18) **Besbes et al., 2005.** Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Lognay, G., Drira, N.-E., & Attia, H. (2005). Heating effects on some quality characteristics of date seed oil. *Food Chemistry*, 91, 469–476.
- 19) **Bimbenet J.J., 1998.** Bases conceptuelles du génie des procédés agroalimentaires. Techniques de l'ingénieur, F1000, 19 p.
- 20) **Blucher V, Ruiter D., 1999.** Process for producing granulated activated carbon. US Patent 5,977,016.s
- 21) **Bourgeois C., 2003.** Les vitamines dans les industries agroalimentaires. Ed : Tec et Doc., Lavoisier, Paris, 708 p.
- 22) **Bousbia N., 2004.** Extraction et identification de quelques huiles essentielles (nigelle, coriandre, origan, thym, romarin), étude de leurs activités antimicrobiennes . Thèse de Magistère, option Sciences Alimentaires, Institut National Agronomique, Alger (Algérie).
- 23) **Bretonneau J., 1981.** Atlas d'arboriculture fruitière. Volume 8. Deuxième édition. Edition J-B. Baillière, Paris, 246p.
- 24) **Budinova, T., et al., 2006.** Characterization and application of activated carbon produced by H₃PO₄ and water vapor activation. *Fuel Processing Technology*, 87(10): p. 899-905.

- 25) **Carty M, L.B, 2002.** Activated charcoal for pesticide deactivation University of Florida Cooperative Extension Service (<http://edis.ifas.ufl.edu/Body WG065>).
- 26) **Cengel Y.A., 2002.** Heat transfer: A practical approach. Second édition. Ed: Mc Graw-Hill Science/Engineering/Math, 896p.
- 27) **Cetiom, 2008 :** Monde - Huiles végétales - Production.
- 28) **Chaker, S., 1990.** Aurès, Aix- en- province. Ed. Sud. 1162- 1169 p. Tiré de [http:// fr.Wikipedia. Org/ Wiki/ Aurès](http://fr.Wikipedia.Org/Wiki/Aurès).
- 29) **Cho E.H. and Pitt C.H, 1983.** The adsorption of Gold and Silver Cyanide from Solution by Activated Charcoal, Gold, Silver, Uranium, and Coal Geology, Mining, Extraction and the Environment, The American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers, Inc., New York, NY., 114-133.
- 30) **D.S.A, 2013**
- 31) **Demirbas E, Kobya M, Sulak M, 2008.** Adsorption kinetics of a basic dye from aqueous solutions onto apricot stone activated carbon. *Bioresource Technology* 99, 5368–5373.
- 32) **Dias F, Souza R, Lucas E., 2015.** Influence of modified starches composition on their performance as fluid loss additives in invert-emulsion drilling fluids. *Fuel* 140 (2015) 711-716.
- 33) **Djidel T., 2011.** Etude de la préparation d'un charbon actif a partir des grain d'olives et application sur des rejets industriels. Mémoire de magister, Université des Sciences et de la Technologie Med-BOUDIAF d'Oran.
- 34) **Evangelos S. Lazos 1991:** Composition and oil characteristics of apricot, peach and cherry kernel, Vol. 42 Fase. 2 (1991), 127-131.
- 35) **F.T.G. Dias a, R.R. Souza b, E.F. Lucas. 2015.** Influence of modified starches composition on their performance as fluid loss additives in invert-emulsion drilling fluids , *Fuel* 140 (2015) 711–716.
- 36) **Femenia, C. Rossello, A. Mulet, J. Canellas, 1995.** Composition chimique des amères et douces noyaux d'abricot .*Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43 (1995), pp 356-361.
- 37) **Gergova K, Eser S, 1996.** Effects of activation method on the pore structure of activated carbons from apricot stones. *Carbon* Vol. 34, No. 7, pp. 879-888, 1996.

- 38) Gueye M, Blin J, Brunschwing C, 2011. Etude de la synthèse des charbons actifs à partir de biomasses locales par activation chimique avec H₃PO₄. Journées Scientifiques. Ouagadougou, 6^{ème} édition 4-8 avril 2011.
- 39) Hayashi J, et al., 2000. Preparation of activated carbon from lignin by chemical activation. Carbon, 8: p. 38:1873.
- 40) Hui M et al, 2015. Hydrophobic associated polymer based silica nanoparticles composite with core-shell structure as a filtrate reducer for drilling fluid at ultra-high temperature. Journal of Petroleum Science and Engineering 129 (2015) 1-14.
- 41) Jacotot B.1994 : Acides gras mono-insaturés alimentaires et lipoprotéines : intérêt du régime méditerranéen - OCL, 1(2) : 97-98 (1994).
- 42) Jamshed H, Sultan F, Iqbal R, Gilani A, 2015. Dietary almonds increase serum HDL cholesterol in coronary artery disease patients in a randomized controlled trial. The Journal of nutrition, 145(10), 2287-2292.
- 43) Kazemipour M, 2007. Removal of lead, cadmium, zinc, and copper from industrial wastewater by carbon developed from walnut, hazelnut, almond, pistachio shell, and apricot stone. Journal of Hazardous Materials 150 (2008), pp. 322–327.
- 44) Khalili N, Arastoopour H, Walhof L, 2000. Synthesizing carbon from sludge. US Patent p.922
- 45) Khezami L, Ould-Dris A, 2007. Activated carbon from thermo-compressed wood and other lignocellulosic precursors. BioResources. 2: p. 193-209.
- 46) Kinsella J.E., 1988. Food lipids and fatty acids: Importance in food quality, nutrition and health. *Food Technology*, october 1988 : 124-45.
- 47) Kumar A., Sharma S., 2011. *Potential non-edible oil resources as biodiesel feedstock: A Indian perspective*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2011. 15(4): p. 1791-1800.
- 48) Kuratko, C.N. and Becker, S.A.,1998. Dietary lipids alter fatty acid composition and PGE₂ production in colonic lymphocytes. *Nutr. and Cancer*, 31 (1) : 56-61.
- 49) L. Velasco, P. Rojas-Barros, JM Fernandez-Martinez, 2005. Acides gras et l'accumulation tocophérol dans les graines de ricin un acide oléique mutant Produits industriels cultures, 22 pp 201-206.

- 50) **Ladjal N, 2013.** Elaboration, caractérisation de charbons actifs fonctionnalisés et étude de leurs propriétés en adsorption de composés organiques. Mémoire de magister, Université de M'Sila.
- 51) **Lahbari M, 2015.** Etude et simulation du séchage de l'abricot : Application a quelques variétés de la région des Aures. Thèse de doctorat, Université de Batna, 20-30 p.
- 52) **Lahbari M. et Benmoussa H., 2014.** Impact of the cut form on the drying behavior without pretreatment of carrots in a convective dryer. International Revue of Mechanical Engineering Vol.8, N.1: 162-166.
- 53) **Laine J. and Calafat A, 1991.** Factors affecting the preparation of activated carbons from coconut shells catalyzed by potassium. Carbon 29: 949-953.
- 54) **Lambiotte, A. 1942.** Process of continuous carbonation of cellulosic materials. US Patent 2,289,917.
- 55) **Laurette S, 2004 .**Utilisation des fibres de carbone activées comme catalyseurs de O- et –N – glycosylation : application à la synthèse d'analyse de saponines et nucléosides, Thèse de Doctorat, Université de Limoges.
- 56) **Le pape H, 2003.** Etude des propriétés des germicides de fibres de carbone activation: Application à la décontamination de l'air en cabine d'avion, Thèse de Doctorat, Université de Limoges.
- 57) **Liu H et al., 2009.***Effet* du traitement de calcium sur nanostructure de chélate soluble dans les propriétés physico-chimiques et la pectine et la texture de fruits abricot. Food Research International, 42, pp 1131-1140.
- 58) **Macia-Agullo J.A. et al., 2004.** Activation of coal tar pitch carbon fibres: Physical activation vs. chemical activation. Carbon, 42: p. 1367-1370.
- 59) **Madrau S, 1999.** Caractérisation des adsorbants pou la purification de l'hydrogène par adsorption modulée en pression, Thèse de Doctorat, Institut National polytechnique de Lorraine,
- 60) **Manzoor M, Anwar F, Ashraf E and K.M. Alkharfy 2012:** Physico-chemical characteristics of seed oils extracted from different apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties from Pakistan5 grasas y aceites, 63 (2), abril-junio, 193-201, 2012, issn: 0017-3495doi: 10.3989/gya.095011.

- 61) **Montoya V, 2012.** Thermal treatments and activation procedures used in the preparation of activated carbons. Instituto Tecnológico de Aguascalientes Mexico.
- 62) **Morin L., Dronne Y., Requillard V, 1995.** La demande non alimentaire des huiles et graisses. OCL, Vol 1, n°3, p. 188-191 (1995).
- 63) **Morin L., Dronne Y., Requillard V, 1994.** La demande non alimentaire des huiles et graisses Oleag. Corps Gras Lipides, 3, 188-191.
- 64) **Mozamme H.M., Marsahiro O., 2002.** Activated charcoal from coconut shell using ZnCl₂ activation. Biomass and Bioenergy 22: 397-400.
- 65) **Nanane A, Mekarzia K, Benrachedi N, Belhaneche-Bensemra A, 2005.** Determination of the adsorption capacity of activated carbon made from coffee grounds chemical activation with ZnCl₂ and H₃PO₄. Journal of Hazardous Materials, B119 (2005) 189-194.
- 66) **Noui Y, 2017.** Fabrication et caractérisation des produits alimentaires élaborés à base de datte (*phoenix dactylifera L*). Thèse de doctorat, Université de Batna, 30p.
- 67) **Otawa T, Nojina Y. and Miyazaki T, 1997.** Carbon. P 1315.
- 68) **Petrova, T. Budinova, B. Tsyntsarski, V. Kochkodan, Z. 2010 :** Élimination des hydrocarbures aromatiques de l'eau par charbon actif à partir de noyaux d'abricots. Génie chimique Journal, 165 (2010), pp 258-264.
- 69) **Peyrou G., Rakotondrazafy V., 1996.** Separation and quantitation of mono-, di-, and triglycerides and free oleic acid using thin-layer chromatography with flame-ionization detection. Lipids, 1996. **31**(1): p. 27-32.
- 70) **Pitchford P, 2002.** Healing with whole foods: Asian traditions and modern nutrition. North Atlantic Books. Berkeley, CA. p532.
- 71) **Podkoscielny P., Dabrowski A and Miyazaki O, 2003.** Applied Surface Science, 205, p 297.
- 72) **Prauchner M.J. and Rodríguez-Reinoso F, 2012.** Chemical versus physical activation of coconut shell: A comparative study. Microporous and Mesoporous Materials, 152(0): p. 163-171.
- 73) **Qichao L et al, 2017.** Silica nanoparticles as a high-performance filtrate reducer for foam fluid in porous media. Journal of Industrial and Engineering Chemistry 45 (2017) 171-181.

- 74) **R. Paris, H. Moyse ,1969** : *Precis de matiere medicinale*. Paris: Masson, 1969.
- 75) **Reid, M.S. 1985**. Ethylene in post-harvest technology, in A. Kadar (ed.) *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. Oakland: Université of California.
- 76) **Rodriguez-Reinoso F.J. and Molina-Sabio M, 1992**. Activated carbons from lignocellulosic materials by chemical and/or physical activation: An overview. *Carbon* 30: 1111-1118.
- 77) **Sargent J.R., Bell M.V., Henderson R.J., Tocher D.R., 1989**. The lipids. *Fish nutrition*, ed. H. J. New York: Academic. 153-218.
- 78) **Sedira N, 2013**. Etude de l'adsorption des métaux lourds sur un charbon actif issu de noyaux de dattes. Mémoire de magister université Mohamed Chérif Massaadia Souk-Ahras.
- 79) **Sefer F, A. Misirli, R. Gulcan, 2006**: Une recherche sur les composés phénoliques et en cyanogènes douces et amères kernelled variétés d'abricots. *Acta Horticulturae*, 701 , pp 167-169.
- 80) **Seghier A., 2010**. Synthèse d'un charbon actif à base de grignons d'abricot pour la dépollution des eaux usées. Thèse de Doctorat, Université Mohammed Boudiaf d'Oran.
- 81) **Shawabkeh R., Rackstraw D.A. and Bhada R.K., 2001**. Activated Carbon feedstock. US Patent 6,225,256.
- 82) **Sies H, Murphy ME. 1991**: Role of tocopherols in the protection of biological systems against oxidative damage. *J. Photochem. Photobiol. B: Biol.* 8, 211-224.
- 83) **Silem HO Günter, J. Einfeldt, A. Boualia, 2006**. L'apparition de phénomènes de transport de masse au cours de la lixiviation de l'amygdaline d'amandes d'abricots amères: la désintoxication et l'amélioration de la saveur. *International Journal of Food Science and Technology*, 41 , pp 201-213.
- 84) **Slasli M., 2002**. Modélisation de l'adsorption par les charbons microporeux: Approches théorique et expérimentales, Thèse de Doctorat, Université Neuchâtel.
- 85) **Soleimani M, Kaghazchi T, 2008**. Adsorption of gold ions from industrial wastewater using activated carbon derived from hard shell of olives stones – An agricultural waste. 2008, *Bioresource Technology* 99, 5374–5383.

- 86) **Tchiégang A., Aboubakar-Dandjouma C., Kapseu M., Parmentier,** 2002. Etudes des conditions d'extraction de l'huile par pressage des amandes de *Ricino dendroheudelotii* (Bail.) Pierre Journal of Food Engineering, 58 (4) (2002), pp. 363–371.
- 87) **Temraz et al,** 2016. Mineralogy and rheological properties of some Egyptian bentonite for drilling fluids. Journal of Natural Gas Science and Engineering 31(2015) 791-799.
- 88) **Teng C.L. and Wang F-S.,** 1999. Intermittent contiguous method for recovering refined activated carbon from waste tires and the like and the device there for. US Patent 5,976,484.
- 89) **Teng, H. and Wang S-C.,** 2000. Preparation of porous carbons from phenol formaldehyde resins with chemical and physical activation. Carbon 38: 817-824.
- 90) **Timmermann F.** 1990. Tocopherole – Antioxidative wirkung beifetten und ölen. Fat Sci. Technol. 92, 201-206.
- 91) **Timothy Burchell D., and al,** 1999. Carbon Materials for Advanced Technologies, First edition, Timothy, Burchell.
- 92) **Tondeur D.,** 2002-2004. Combustion et capture de CO₂.
- 93) **Vaivre-Douret L., Oriot D., Blossier P., Kasolter-Péré M., Zwang J.,** 2009. The effect of multimodal stimulation and cutaneous application of vegetable oils on neonatal development in preterm infants: a randomized controlled trial. Child : care, health and development, 35(1), 96-105.
- 94) **Voituriez T., Lamothe M.,** 1997. L'avenir contrasté du marché des huiles lauriques. Plantations, recherche, développement, 4(6), 378-382.
- 95) **Wakeham, S.G., ,** 1985. Wax esters and triacylglycerols in sinking particulate matter in the Peru upwelling area (15° S, 75° W). Marine Chemistry. 17(3): p. 213-235.
- 96) **Wilson, R. F. & Rinne, R. W.,** 1974. Phospholipids in the developing soybean seed. Plant Physiol., 54, 744.
- 97) **Wolf J.,** 1968. Manuel d'analyse des corps gras Paris, Azoulay, 517 P.
- 98) **Young, C.T.** 1996. Nuts. Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology 17: 521-579.

Références bibliographiques

- 99) **Ziegelbaum h., 1992.** Identification et place des critères de qualité dans un programme d'amélioration variétale de l'abricotier. Mémoire de maîtrise de l'université d'angers, station de recherche fruitière méditerranéenne, station de technologie des produits végétaux. INRA Avignon. 30 pages.
- 100) **Zisis V and Vassilios C, 2017.** Nano-Based Drilling Fluids.
- 101) **Zöllner H, Giebelmann R ,2007 .** Glycosides cyanogènes dans les aliments - culturelles remarques historiques. Deutsche Rundschau Lebensmittel-, 103 (2007), pp 71-77.

WEBOGRAPHIE

- 102) **www.wilaya-batna.gov.dz**
- 103) **www.fruit-et-legumes.net**
- 104) **www.biogranulates.com**

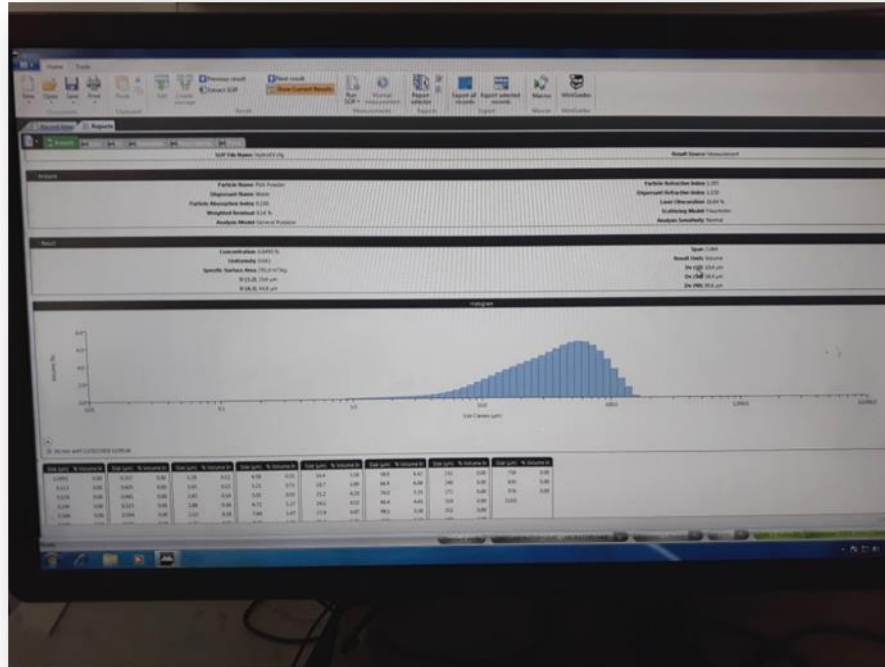


Annexe 01 : Le tube de carbonisation en ciment (photo personnel, 2018).

Annexe 02 : Les analyses de boue de forage

Densité	1.05
Y.P	14-16
PV	/
10s/Gels 10min	10/14
API Filtre	≤ 3
Kcl %	3
PH	10.5
MBT Eq Bent kg	20

Annexes



Annex 03 : les résultats de test granulométrie (photo personnel, 2018).



Annexe 04 : Le cake de colmatant (photo personnel, 2018).



Annex 05 : La boue de forage à base du charbon actif des coques d'abricot (photo personnel, 2018).



Annex 06: La boue de forage à base d'huile standard (photo personnel, 2018).

Résumé

Au cours de notre étude, menée sur la valorisation des noyaux d'abricot *Prunus armeniaca L.* de la wilaya de Batna. Nos résultats révèlent un taux de rendement d'extraction en huile au Soxhlet d'environ $26.84\% \pm 0.058$. Les résultats de taux de rendement du charbon actif est d'environ $56\% \pm 0,03$. De plus, La granulométrie du ces charbon varie entre 10.4 à 89.6 μm avec une surface spécifique (m^2/kg) = 291.0 m^2/kg , on a constaté une faible teneur en humidité qui sont de l'ordre de $3\% \pm 0,03$ et $4\% \pm 0,05$ pour les charbons actifs obtenue par activation chimique avec l'acide phosphorique et l'alcalinisation respectivement et un indice d'iode élevées pour les échantillons obtenus par l'acide phosphorique (I_2 (mg/g) = 569.8), a ce constat , les charbons actifs préparés traduisent un pouvoir adsorbant très intéressant.

Les résultats de taux de perte de filtre API des colmatants des puits de forage est de $5 \text{ ml} \pm 0.03$ pour les coques d'abricot. Enfin, le taux de perte de filtre API de la boue de forage à base d'huile contenant le charbon actif d'abricot comme réducteur de filtrat est de $2.8 \text{ ml} \pm 0.03$ plus faible que celui obtenue par la boue standard contenant l'EMEC Tone.

Mots clés: Huile végétale, coque d'abricot, charbon actif, colmatant, réducteur de filtrat.

ملخص

خلال دراستنا ، نفذت على تثمين حبات المشمش *Prunus armeniaca L.* من ولاية باتنة. نتائجنا تكشف عن معدل استخراج زيت من Soxhlet بحوالي $26.84\% \pm 0.058$. تبلغ نتائج إنتاج الكربون المنشط حوالي $56\% \pm 0.03$. وبالإضافة إلى ذلك، حجم الجسيمات من نطاقات الفحم 10,4 89,6 μm مع منطقة معينة السطحية ($\text{m}^2 / \text{كغ}$) = 291.0 ، كانت هناك نسبة منخفضة من الرطوبة التي هي في حدود $3\% \pm 0.03$ و $4\% \pm 0.05$ الكربون المنشط التي حصلت عليها تفعيل الكيمائية مع حمض الفوسفوريك والقلوية على التوالي وقيمة اليود العالية للعينات التي حصل عليها حامض الفوسفوريك (I_2 (ملغ / غ) = 569.8)، إلى هذه الملاحظة، ينتج الكربون النشط قوة ممتازة مثيرة جدًا للاهتمام.

نتائج معدلات فقدان مرشح API من انسداد البئر هو $5 \text{ مل} \pm 0.03$ لقشور نواة المشمش. وأخيرًا ، فإن معدل فقدان الفلتر API لطين الحفر المرتكز على النفط المحتوي على الكربون المنشط المشمش كمخفض الترشيح هو $2.8 \text{ مل} \pm 0.03$ أقل من ذلك الذي تم الحصول عليه بالطين القياسي المحتوي على درجة EMEC Tone.

الكلمات المفتاحية: زيت نباتي ، قشرة مشمش ، كربون منشط ، انسداد ، مخفض ترشيح.