



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire N série:.....
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة الشهيد حمّة 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 et caractérisation des méthodes
d'extraction de sirop des dattes à partir des variétés
communes**

Présenté Par :

M^{elle} : BELIMI Naïma

M^{elle} : REFFAS Iman

Devant le jury composé de :

Président: TELILI Mohamed Laid

M.A.B, Université d'El Oued.

Examinatrice: REMDANE Farah

M.A.A, Université d'El Oued.

Promotrice: ZOUIOUCHE Fatima Zahra

M.A.A, Université d'El Oued.

- Année universitaire 2016/2017-

Dédicace

A l'aide de dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie:

A la mémoire de mon père Abdelaziz qui est toujours dans mon cœur

A ma mère, qui m'a toujours aimé soutenue dans toutes les situations

A la mémoire de mon frère Kamel

A mes chères sœurs (Madiha et Abrar)

A mes chers frères (Habib, Tahar, Adel, Abdelbasset, Ridha et Youssef)

A mes deuxièmes sœurs (Assia, Fatma et Wahiba)

A nos fleurs de la maison (Bochra, Aya, Rahma, Rym et Nour)

A nos petits hommes (Kamel et Abdelaziz)

A mon fiancé Salah

A ma chère binôme Imen

A toutes mes amies pour leurs encouragements.

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Ainsi que tous les Collègues de ma promotion de biochimie appliquée (2016/2017).

Naima



Dédicaces

Je dédie ce travail à :

*Mes chers parents pour leur soutien, leur aide, leur patience et
surtout leur amour*

Mes exemples de puissance et de volonté, mes chers frères

Mes exemples de patience, mes chères sœurs

Mes exemples de sourire, mes nièces

Ma tante et mes oncles

Toute la famille

Ma chère binôme Naima

Mes amies et mes collègues

Ma promotion 2016/2017

Iman REFFAS

REMERCIEMENTS

Au terme de cette étude nous remercions avant tout Dieu le Tout Puissant, de nous avoir guidées durant les années d'études et qui nous a éclairé le chemin du savoir pour réaliser ce modeste travail.

On tient à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à notre promotrice de ce travail, M^{me} ZOUIOUECHE Fatima Zahra, Maitre assistante A au département d'Agronomie à l'Université d'El Oued, pour son assistance et ses conseils pour assurer le succès de ce travail.

Un grand merci à M^r TELLI .L., Maitre assistant B au département de Biologie Cellulaire et Moléculaire à l'Université d'El Oued, qui nous avons honoré en acceptant la présidence du jury de nos présent mémoire.

Nous sommes également reconnaissantes à M^{elle} RAMDANE .F Maitre assistante A au département de Biologie Cellulaire et Moléculaire à l'Université d'El Oued, d'avoir acceptée de juger ce travail en qualité d'examinatrice.

Nous adressons nos sincères remerciements à M^{elle} NADJI .N de nous avoir encouragées et soutenues tout au long de nos années universitaires. On la garde une profonde gratitude.

Nous remercions profondément M^{me} BENAHMED .K, attachée de recherche à CRSTRA, sans elle nous ne serons capables de réaliser les analyses biochimiques.

Nos plus vives grâtes aux chercheurs de CRSTRA à Biskra surtout M^{me} EL BAR .D et M^{elle} BELGUEDJ .N

Nos sincères remerciements s'adressent à M^{me} ADAIKA .A et M^r. REBAI .A, au département de Technologie de l'université d'El Oued, pour toutes les informations, conseils et y avoir accès du laboratoire de recherche.

On remercie tous les ingénieurs de laboratoire de l'université de Biskra, qui sans eux ce travail ne sera réalisé.

nous présentons nos vifs remerciements aux propriétaires des palmeraies de nous avoir permis de réaliser notre échantillonnage de dattes.

Sans oublier aussi de témoigner toute nos reconnaissances et nos grâtes pour l'ensemble des enseignants de la spécialité ; Biochimie Appliquée.

Enfin tout ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce mémoire

En Algérie, Les dattes communes sont très nombreuses, mais elles posent un problème de conservation et de commercialisation.

Dans la présente étude, on se propose de trouver une solution à ce problème par sa valorisation via sa transformation en sirop à base de dattes à partir des variétés à différentes consistances, répandues dans la région d'Oued Souf « Ghars, Degla Beida et Tafezouine » récoltées au stade Tmar. Et par des procédés relativement simples, qui nécessite une extraction par diffusion à 70°C et 90°C pendant 24 heures suivie d'une condensation à 60°C, puis à un refroidissement à 4°C pendant plus que 120 jours pour éliminer la fraction cristallisée et récupération du sirop amélioré, tout en essayant de les comparer avec celles des sirops à haute teneur en fructose (HFCS), issus de l'amidonnerie et destinés aux obèses et aux diabétiques.

Les résultats montrent que la variété Degla-Beida est plus apte à produire du sirop dans une température de 90°C, dont il est caractérisé par une teneur d'eau de 23.13%, de matière sèche égale à 78.87% et d'une densité de 1.219, qui sont les mêmes comparables à ceux des HFCS. La qualité nutritionnelle des sirops est appréciable et plus intéressante que celle des HFCS grâce à leur pH qui est légèrement acide, les cendres et les éléments minéraux tels que Na, K, Ca et Mg présentent en quantités importantes. En parallèle, les analyses des sucres par HPLC indiquent que le rapport fructose/glucose est élevé et égale 74.95, ce qui place ce produit entre la 2^{ème} et la 3^{ème} génération des HFCS. Pour cela, une quantité de glucose est éliminée sous forme de cristaux ce qui justifié la diminution au taux de solides solubles de sirop de datte (55°Brix) par rapport à celle de HFCS.

Enfin, on peut dire que le sirop de datte de Degla-Beida après refroidissement est devenu comme un édulcorant naturel et peut prendre l'appellation du « Sirop de dattes à haute teneur en fructose » (HFDS).

Les mots clés : Variétés de dattes, Sirop, Diffusion, Cristallisation, HPLC, HFCS, Edulcorant, HFDS.

SOMMAIRE

Page

Remerciements

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction

1

PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Palmier Dattier et la datte

1. Palmiers Dattiers	4
1.1. Généralités	4
1.2. Ecologie	4
1.3. Répartition géographique du Palmier Dattier	4
1.3.1. Dans le monde	4
1.3.2. En Algérie	4
1.4. Taxonomie	5
1.5. Morphologie du Palmier Dattier	5
1.5.1. Organes végétatifs	5
1.5.2. Organes de fructification	6
1.6. Les cultivars des dattiers	8
2. La datte	9
2.1. Description de la datte	9
2.2. Stades d'évolution de la datte	10
2.2.1 .Loulou ou Hababouk	10
2.2.2 .Khalal ou Kimri, Blah	10
2.2.3 Bser ou Bsir, Bissir	10
2.2.4 .Martouba ou Routab	10
2.2.5. Tamar ou Tmar	10
2.3. Classification	12
2.4. Production et commercialisation de dattes	12
2.4.1. Dans le monde	12
2.4.2. En Algérie	13
2.5. Compositions biochimiques des dattes	15

2.5.1. Composition biochimique de la partie comestible "Pulpe"	15
2.5.1.1. Teneur en eau	15
2.5.1.2. Sucres	15
2.5.1.3. Amidon	16
2.5.1.4. Acides aminés et protéines	16
2.5.1.5. Acides gras	17
2.5.1.6. Eléments minéraux	17
2.5.1.7. Vitamines	17
2.5.1.8. Pigments	18
2.5.1.9. Fibres alimentaires	18
2.5.1.10. Polyphénols	19
2.5.2. Composition biochimique de la partie non comestible "noyau"	19
2.6. Intérêt médicinal de datte	20
2.7. Technologie de la datte	20
2.7.1. Conditionnement de la datte	21
2.7.2. Transformation de la datte	21
2.7.2.1. Confiseries à base de datte	21
2.7.2.2. La mise en valeur des déchets	22
2.8. Importance économique de la transformation de la datte	22
3. Sirop des dattes	23
3.1. Généralité	23
3.2. Situation de sirop de dattes	23
3.2.1. Dans le monde	23
3.2.2. En Algérie	24
3.3. Compositions biochimique du sirop des dattes	24
3.4. Propriétés du sirop des dattes	25
3.4.1. Propriétés organoleptiques	25
3.4.2. Propriétés physiques	25
3.5. Les différentes méthodes d'extraction de sirop de dattes	26
3.6. Intérêt de fructose dans les sirops des dattes	27

Chapitre II : Sirop de maïs à haute teneur en fructose

1. Généralités	28
----------------	----

2. Situation dans le monde	28
3. Composition physico-chimique et biochimique des HFCS	28
4. Propriétés des HFCS	30
5. Générations de sirops à haute teneur en fructose (HFCS)	30
5.1. HFCS de 1 ^{ère} génération	30
5.2. HFCS de 2 ^{ème} génération	31
5.3. HFCS de 3 ^{ème} génération	31
6. Préparation des HFCS	31
7. Intérêt des HFCS	33
8. Secteurs d'utilisation des HFCS selon les générations	33

DEUXIEME PARTIE : PARTIE EXPERIMENTALE

Matériel et Méthodes

1. Matériel végétal	34
1.1. Dattes	34
1.2. Caractéristiques des variétés étudiées	34
1.3. Prélèvement des échantillons	36
2. Méthodes d'analyses	38
2.1. Préparation des échantillons	38
2.2. Procédé d'extraction du jus de dattes	38
2.3. Condensation du sirop	39
2.4. Cristallisation par refroidissement et essai d'élimination de fraction cristallisée.	42
2.5. Matériel de laboratoire	44
2.6. Analyses physico-chimiques	44
2.7. Analyse biochimique	48
2.8. Traitement statistique	50

Résultats et discussions

1. Caractérisation physico-chimique	51
1.1. Potentiel hydrogène (pH)	51
1.2. Conductivité électrique	52
1.3. Densité	53
1.4. Teneur en eau	55
1.5. Taux de la matière sèche	56

1.6. Taux de solides solubles (TSS)	58
1.7. Teneur en cendres	59
1.8. Eléments minéraux	61
2. Caractérisation biochimique	63
1.1. Teneur en saccharose	63
1.2. Teneur en fructose et glucose	64
Conclusion	66
Références bibliographiques	68
Annexes	78
Résumé	

LISTE DES FIGURES

Numéro	Titre	Page
Figure 1	Schéma d'une palme	6
Figure 2	Figuration schématique du Dattier	7
Figure 3	Datte et noyau du Palmier Dattier	9
Figure 4	Stades d'évolution de la datte	11
Figure 5	Préparation des sirops à haute teneur en fructose	32
Figure 6	Variétés étudiées	36
Figure 7	Différentes étapes d'extraction du jus de dattes	39
Figure 8	Tamisage des jus de datte	40
Figure 9	Jus des dattes (l'extrait des dattes) au cours de condensation	40
Figure 10	Sirops des dattes après condensation	41
Figure 11	Mesure de degrés de Brix par le réfractomètre	41
Figure 12	Procédure expérimentale	43
Figure 13	Mesure de pH et conductivité de sirop des dattes	45
Figure 14	Réfractomètre d'abbé	46
Figure 15	Mesures des cendres	47
Figure 16	Récupération de surnagent et filtration par des filtres seringues	49
Figure 17	Variation de pH de sirops des variétés GH, TF et DB dans les températures 70°C et 90°C.	51
Figure 18	Conductivité électrique de sirops des variétés GH, TF et DB dans les températures 70°C et 90°C.	52
Figure 19	Densité de sirops des dattes de variétés GH, TF et DB dans les températures 70°C et 90°C.	53
Figure 20	Teneur en eau de sirops des variétés GH, TF et DB dans les températures 70°C et 90°C.	55
Figure 21	Taux de matière sèche de sirops des variétés GH, TF et DB dans les températures 70°C et 90°C.	56
Figure 22	Taux de solides solubles de sirops des variétés GH, TF et DB dans les températures 70°C et 90°C.	58
Figure 23	Taux de cendres de sirops des dattes de variétés GH, TF et DB dans les températures 70°C et 90°C.	59
Figure 24	Teneur de K et Na de sirops des variétés GH, TF et DB dans les températures 70°C et 90°C.	61

Figure 25	Teneur de Mg et Ca de sirops des variétés GH, TF et DB dans les températures 70°C et 90°C.	62
Figure 26	Taux de fructose et de glucose dans les sirops des dattes des variétés GH, TF et DB dans la température d'extraction 90°C.	64

LISTE DES TABLEAUX

Numéro	Titre	Page
Tableau 1	Production de dattes par pays	13
Tableau 2	Nombre de palmiers dattiers en Algérie	14
Tableau 3	Composition en sucres de quelques variétés	15
Tableau 4	Composition moyenne en acides aminés de la datte sèche	16
Tableau 5	Composition en acides gras de la variété Deglet-Nour	17
Tableau 6	Composition vitaminique moyenne de la datte sèche	18
Tableau 7	Composition biochimique des noyaux des dattes irakiennes et tunisiennes en %	19
Tableau 8	Compositions biochimiques de sirop de datte.	24
Tableau 9	Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques des HFCS	29
Tableau 10	Propriétés des HFCS	30
Tableau 11	Caractéristiques morphologiques des trois variétés étudiées	35
Tableau 12	Caractéristiques des échantillons de dattes.	37
Tableau 13	Constitution des lots expérimentaux de sirops de dattes en fonction de température d'extraction et la variété de dattes.	42

Liste des abréviations

Ca : Calcium

CE : conductivité électrique

Cend : Cendre

Cl : Chlore

Cu : Cuivre

DB: Degla Beida

Dens : Densité

DS : différence significative

HFDS : High Fructose Date Syrup (Sirop de dattes à haute teneur en fructose)

Glc: Glucose

EDTA: Éthylène Diamine Tétra-Acétique

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

Frc: Fructose

GH: Ghars

HFCS: High Fructose Corn Syrup (sirop de maïs à haute teneur en fructose)

HPLC : Chromatographie liquide à haute performance

H₃O⁺ : ion d'hydronium

IR : l'indice de réfraction

K : Potassium

Mg : Magnésium

mg: Milligramme

MS : Matière sèche

Na : Sodium

PDS : pas différence significative

pH : Potentiel hydrogène

SAA : Statistique Agricole Algérienne

SBDG : Sirop brut de dattes de variété Ghars

S/m : Siemens par mètre

TE : Température d'extraction

TF: Tafezouine

TSS : Taux de solides solubles

°Bx : degré BRIX

Introduction

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) est un arbre d'une grande importance écologique et socio-économique dans les Oasis algériens (El HADRAMI et *al*, 2005). En conséquence, il constitue l'axe primordial de l'agriculture et assure la principale ressource financière des oasisiens. En effet, les dattes ont représenté un fruit providentiel pour l'alimentation aussi bien humaine qu'animale. Leur succès, sur une aussi longue période, s'explique par les qualités nutritionnelles de ces fruits particulièrement riches en sucres et en minéraux (BENCHELAH et MAKKA, 2008).

La production dattière de la campagne 2008 a été de 5.5 millions de quintaux toutes variétés confondues, 8 millions en 2012 et 9.5 millions de quintaux en 2013 (MADR, 2013). Parmi celles-ci, des variétés de dattes dites «communes» présentent une faible valeur marchande dont le tonnage est estimé entre 50 000 à 70 000 tonnes (MIMOUNI, 2009).

En 2011, la production de dattes communes en Algérie a atteint 244577 tonnes (SAA, 2011). Ces dattes sont non commercialisées et sont soit jetées, soit destinées à l'alimentation animale. Le rejet de ces sous-produits est une véritable perte économique puisqu'ils sont riches en éléments nobles pouvant être valorisés (CHIKHROUHOU et *al*, 2006). En plus de la valeur énergétique élevée apportée par les sucres (environ 3000 calories par kilogramme de dattes) la datte renferme d'autres nutriments essentiels pour l'organisme (DJERBI, 1994).

Ces variétés qui sont connues et appréciées localement mais méconnues du reste du territoire national en raison des problèmes de conservation et l'absence de transformations technologiques (CHEHMA et *al*, 2008).

L'Algérie ne dispose aucune technologie de transformation, à l'exception du conditionnement et de la production de pâtes « Ghars» à partir des dattes molles. Devant ce constat et afin d'y remédier à cette situation pour mieux valoriser ce produit, il est utile de se pencher sur sa transformation par l'acquisition de nouvelles technologies, notamment par l'obtention des jus à base de dattes (BENHAMED et *al*, 2012). Ce produit capable de se condenser pour obtenir un sirop de datte. Ce dernier est connu sous l'appellation "Dibs ou Rob" est fabriqué industriellement. Il est obtenu par cuisson des dattes dans l'eau chaude pour faciliter la diffusion des composés sucrés et aromatisés. Il est caractérisé par un taux de solides solubles de l'ordre de 70° Brix, une couleur noire rougeâtre et un goût de dattes dont il est issu (MIMOUNI, 2015).

Ce sirop peut être fabriqué même à l'échelle familiale puisque nécessite que de simples opérations (diffusion, condensation, refroidissement). Il peut être utilisé comme édulcorant naturel car leur pouvoir sucrant, est élevé. Contrairement aux autres édulcorants industriels dont les prix sont élevés (MOGDAD et REFFAS, 2011). Il est constitué une

matière première de choix pour l'industrie laitière comme produit sucrant et aromatisant naturel des dérivés du lait (laits fermentés, yaourts, etc), de la biscuiterie, de la viennoiserie, etc. Ce produit est aussi destiné à des utilisations directes dans l'alimentation quotidienne comme produit sucrant des jus, thé, etc (HARRAK et BOUJNAH, 2012).

Par des procédés biotechnologiques assez simples, il est possible de mettre sur le marché local et même national, une nouvelle génération de produits dont l'impact socio-économique est considérable, tant du point de vue de la création d'emplois que de la mise à la disposition des industriels et donc du consommateur, de substances stratégiques fortement demandées (MIMOUNI, 2009).

Par ailleurs, des travaux récents montrent que les sirops de dattes présentent une valeur nutritive et diététique qui semble plus intéressante que celle des sirops à haute teneur en fructose ou High Fructose Corn Syrup (HFCS), provenant de l'industrie de l'amidon et destinés aux obèses et aux diabétiques et dont les débouchés sont diversifiés (boissons gazéifiées ou non, en confiserie, en pâtisserie ...)(MIMOUNI et SIBOUKEUR, 2011).

Sur le plan diététique, le sirop brut de dattes de variété Ghars (SBDG), présente une composition glucidique proche de celle des sirops à haute teneur en fructose de 1ère génération (ou HFCS 42% fructose), issus de l'amidonnerie. La composition du SBDG a été ensuite rapprochée de celle des HFCS de 2ème génération (fructose 55%) voire même de 3ème génération (fructose 90%), par une technique simple qui consiste en la cristallisation du glucose suite à un stockage du sirop à 4°C, durant une période déterminée (MIMOUNI, 2015).

Compte tenu de ces considérations, notre objectif de travail donc consiste à une contribution à la valorisation des variétés de dattes à faibles valeurs marchandes « Ghars, Tafezouine et Degla-Beida » par un processus technologique, tout en essayant à optimiser les conditions d'élaboration de sirops de dattes afin de les rapprocher le plus possible des HFCS.

Dans ce cadre, une première partie de ce manuscrit sera consacrée à la revue bibliographique qui dresse un bilan approfondi des connaissances actuelles sur le palmier dattier et la datte, mettant en évidence le secteur de la technologie de la transformation des dattes en dévoilant l'importance de sirop des dattes comme édulcorant naturel.

Dans une deuxième partie, au préalable, nous exposerons les démarches expérimentales et les méthodes analytiques qui ont été développées pour la détermination des différents objectifs. En outre, dans cette partie, nous présentons les résultats obtenus pareillement discutés et confrontés avec d'autres travaux.

Enfin, nous concluons sur l'ensemble de travail, en émettant quelques perspectives ainsi que des pistes de réflexions pour des travaux ultérieurs.

PARTIE

BIBLIOGRAPHIQUE

1. Palmiers Dattiers

1.1. Généralités

Le Palmier Dattier est un arbre rustique s'adaptant aux régions les plus arides du monde. Il a été dénommé *Phoenix dactylifera* par Linné en 1734. Phoenix dérivé de nom du Dattier chez les grecs de l'antiquité qui le considéraient comme arbre des phéniciens; dactylifera vient du latin dactylus, dérivant du grec dactylos, signifiant doigt (en raison de la forme du fruit), associé au mot latin fero, porté, en référence aux fruits (DJERBI, 1994).

1.2. Ecologie

Le Palmier Dattier est cultivé comme arbre fruitier dans les régions chaudes arides et semi-arides. Cet arbre peut s'adapter à de nombreuses conditions grâce à sa grande variabilité (GILLES, 2000).

Le Dattier est une espèce thermophile ; il exige un climat chaud, sec et ensoleillé. C'est un arbre qui s'adapte à tous les sols. Il est sensible à l'humidité pendant la période de pollinisation et au cours de la maturation (MUNIER, 1973 ; TOUTAIN, 1979).

1.3. Répartition géographique du Palmier Dattier

1.3.1. Dans le monde

Le Palmier Dattier fait l'objet d'une plantation intensive en Afrique méditerranéenne et au Moyen-Orient. L'Espagne est l'unique pays européen producteur de dattes principalement dans la célèbre palmeraie d'Elche (TOUTAIN, 1996).

À l'Etats-Unis d'Amérique, le Palmier Dattier fût introduit au 18^{ème} siècle. Sa culture n'a débutée réellement que vers les années 1900 avec l'importation des variétés irakiennes (MATALLAH, 2004).

1.3.2. En Algérie

Le Palmier Dattier est cultivé au niveau de 17 wilayas seulement, pour une superficie de 166900 hectares. Cependant, quatre principales wilayas représentent la plupart du patrimoine phœnicicole national: Biskra, El-Oued, Ouargla et Adrar. (ANONYME, 2015).

1.4. Taxonomie

Le genre *Phœnix* appartient à la famille des *Arecaceae* (anciennement, *Palmaceae*) comprend environ 2500 espèces (DRANSFIED et *al*, 2008). Le Palmier Dattier est une espèce appartenant au genre *Phœnix* qui comprend douze (12) espèces botaniques (MORRE, 1973). Sa position systématique était donnée comme suit :

Embranchement : Angiospermes

Ordre : Principes

Famille : Areacacées

Sous-famille : Coryphoïdées

Tribu : Phœnicées

Genre : *Phœnix*

Espece : *Phœnix dactylifera* L (LINNE, 1734).

1.5. Morphologie du Palmier Dattier

1.5.1. Organes végétatifs

Le système racinaire du Dattier est fasciculé, présent trois types de racines, selon leur profondeur et leur fonction (racines respiratoires, de nutrition et d'absorption).

Le stipe (tige ou tronc) ; généralement cylindrique au-dessus de sa région basale, non ramifié, lignifié et de couleur marron brun d'une hauteur peut atteindre plus de 30 mètres, de diamètre de 45 à 55 cm et a faculté d'émettre 4 à 5 rejets, il est recouvert à sa surface par la base des palmes coupées «cornaf», recouvertes à leur tour par un fibrillum « lif ». À l'aisselle de chaque palme trouve un bourgeon axillaire qui peut se développer pour donner naissance à un rejet, à la base du stipe ou aérien attaché au tronc, dénommé vulgairement « Rekeb » (ESPIRAD, 2002 ; SEDRA, 2003).

Les palmes ou « Djérids » sont des feuilles composées, pennées (Fig.1). Les segments inférieurs sont transformés en épines, plus ou moins nombreuses, et plus ou moins longues (MUNIER, 1973).

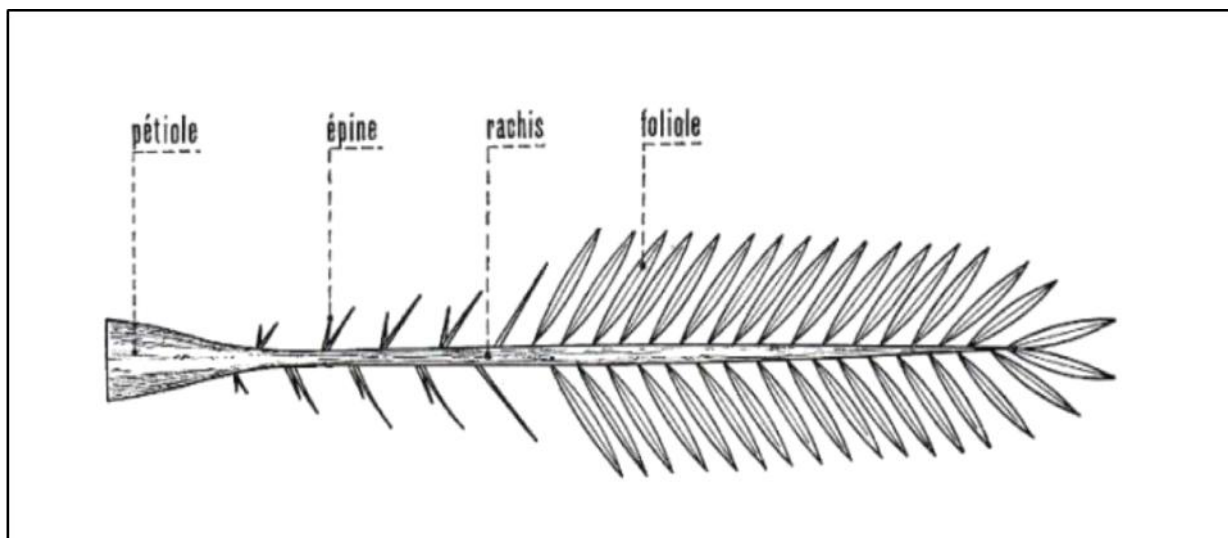


Figure 1: Schéma d'une palme (MUNIER, 1973).

1.5.2. Organes de fructification

➤ Les spathes ou inflorescences

Le Palmier Dattier est une plante dioïque ; les organes de reproduction sont composés d'inflorescences mâles ou femelles portées par des palmiers différents appelées spathe. Elles ont une forme de grappes d'épis protégés par une bractée ligneuse close et fusiforme. Elles sont de couleur vert-jaunâtre et sont formées à partir de bourgeons développés à l'aisselle des palmes (ESPIRAD, 2002 ; SEDRA, 2003).

➤ Fruit

Le fruit de Dattier est appelé la datte qui est une baie contenant une seule graine ou noyau. La datte est constituée d'un mésocarpe charnu, protégé par un fin épicarpe, le noyau est entouré d'un endocarpe parcheminé (MUNIER, 1973).

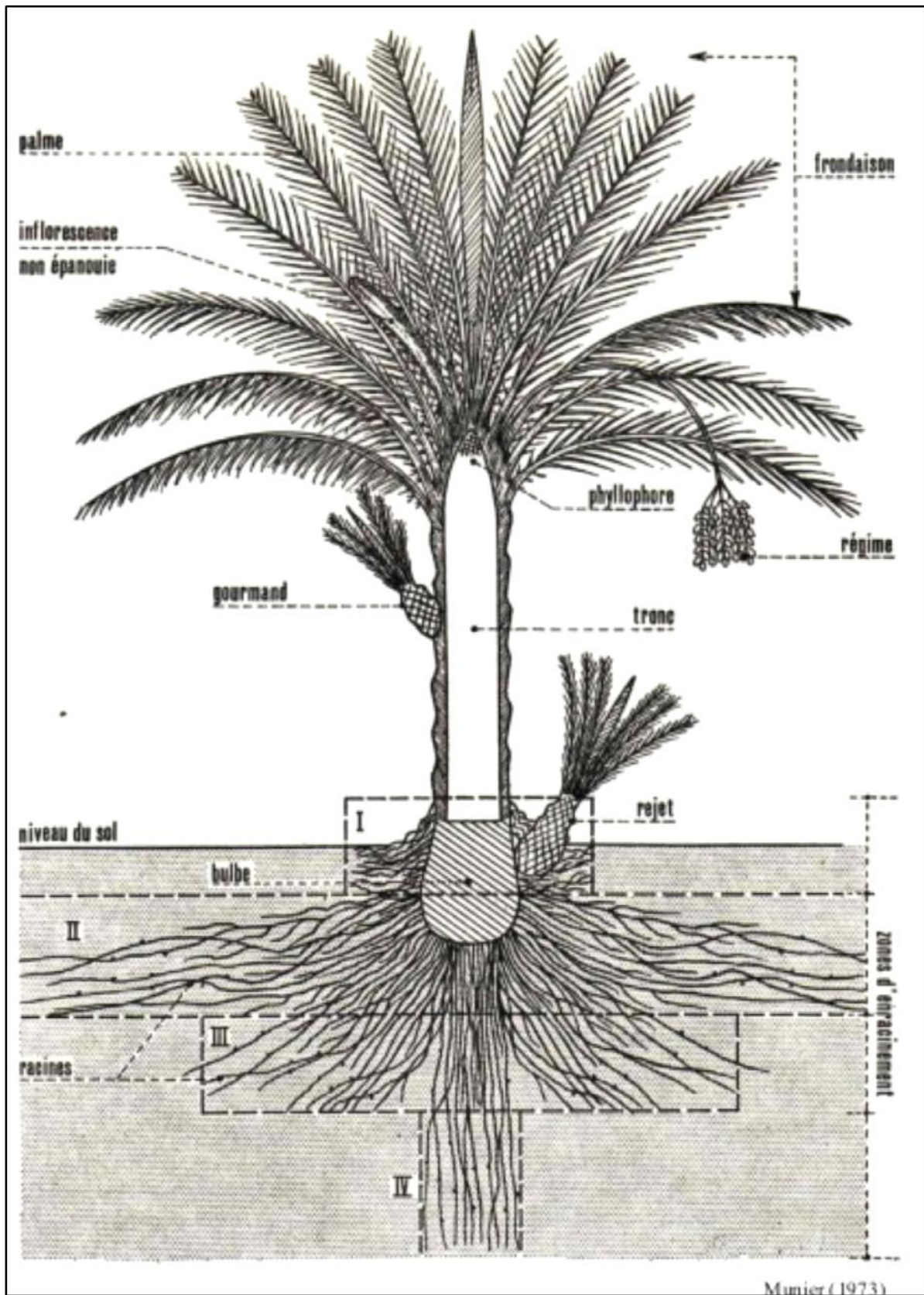


Figure 2: Figuration schématique du Dattier (MUNIER, 1973).

1.6. Les cultivars des dattiers

Les variétés de dattes sont très nombreuses, seulement quelques-unes ont une importance commerciale. Elles se différencient par la saveur, la consistance, la forme, la couleur, le poids et les dimensions (DJERBI, 1994; BUELGUEDJ, 2001).

En Algérie, il existe plus de 940 cultivars de dattes. Les principales variétés cultivées sont: Deglet-Nour, Ghars, Degla-Beida, Mech-Degla et Tafezouine (HANNACHI et *al*, 1998).

2. La datte

2.1. Description de la datte

La datte, fruit du Palmier Dattier, est une baie, généralement de forme allongée, ou arrondie. Elle est composée d'un noyau ayant une consistance dure, entouré de chair. (ESPIARD, 2002).

La partie comestible de la datte, dite chair ou pulpe, est constituée de:

- un péricarpe ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau
- un mésocarpe généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et est de couleur soutenue
- un endocarpe de teinte plus claire et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau (ESPIARD, 2002).

Les dimensions de la datte sont très variables, de 2 à 8 cm de longueur et d'un poids de 2 à 8 grammes selon les variétés. Leur couleur va du blanc jaunâtre au noir en passant par les couleurs ambre, rouges, brunes plus ou moins foncées (DJERBI, 1994).

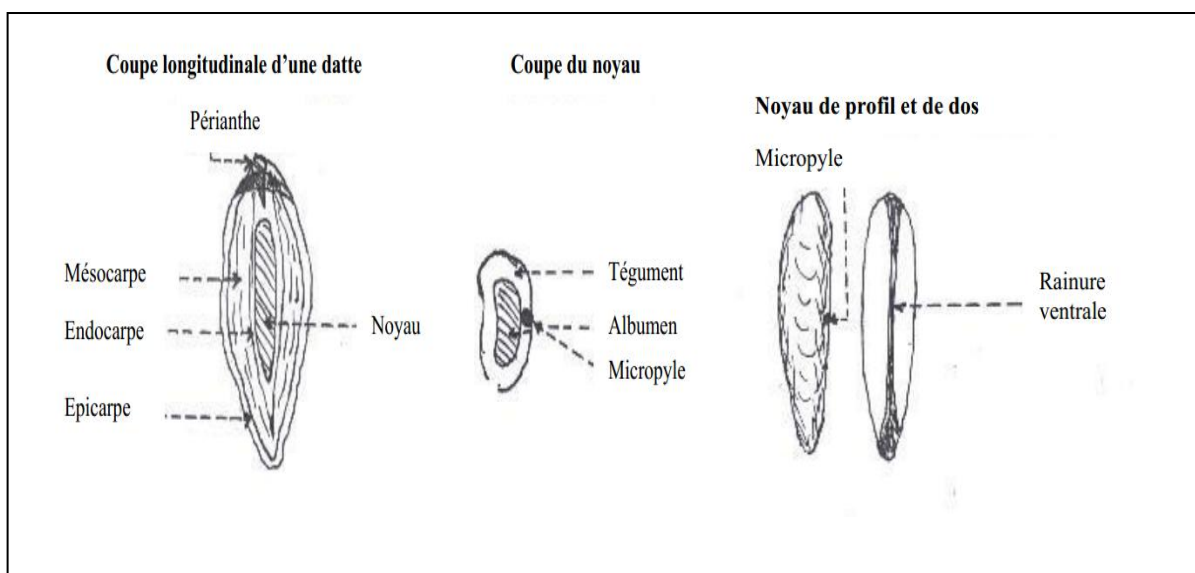


Figure 3: Datte et noyau du Palmier Dattier (BELGUEDJ, 2001).

2.2. Stades d'évolution de la datte

On distingue cinq stades (Fig.4) qui sont:

2.2.1 . Loulou ou Hababouk

C'est le stade "nouaison" qui vient juste après la pollinisation. Les dattes ont une croissance lente, une couleur verte jaunâtre et une forme sphérique. Il dure 4 à 5 semaines après fécondation (DJERBI, 1994).

2.2.2 .Khalal ou Kimri, Blah

Ce stade dur sept semaines environs, il se caractérise par une croissance rapide en poids et en volume des dattes. Les fruits ont une couleur verte vive et un goût âpre à cause de la présence des tanins (DJERBI, 1994).

2.2.3 .Bser ou Bsir, Bissir

Les sucres totaux atteignant un maximum en fin du stade. La couleur vire au jaune, au rouge et au brun, suivant les cultivars. La datte atteint son poids maximum, au début de ce stade . Il dure en moyenne quatre semaines (DJERBI, 1994).

2.2.4 .Martouba ou Routab

C'est le stade de la datte mûre pour certains cultivars. Le poids et la teneur en eau vont diminuer à la fin. La durée de ce stade où le fruit prend une couleur brune est de 2 à 4 semaines. Les tanins émigrent vers les cellules situées à la périphérie du mésocarpe et sont fixés sous forme insoluble (DJERBI, 1994).

2.2.5 .Tamar ou Tmar

C'est la phase ultime de la maturation au cours de laquelle, l'amidon de la pulpe se transforme complètement en sucres réducteurs (glucose et fructose), et en sucres non réducteurs (saccharose) (DJERBI, 1994).

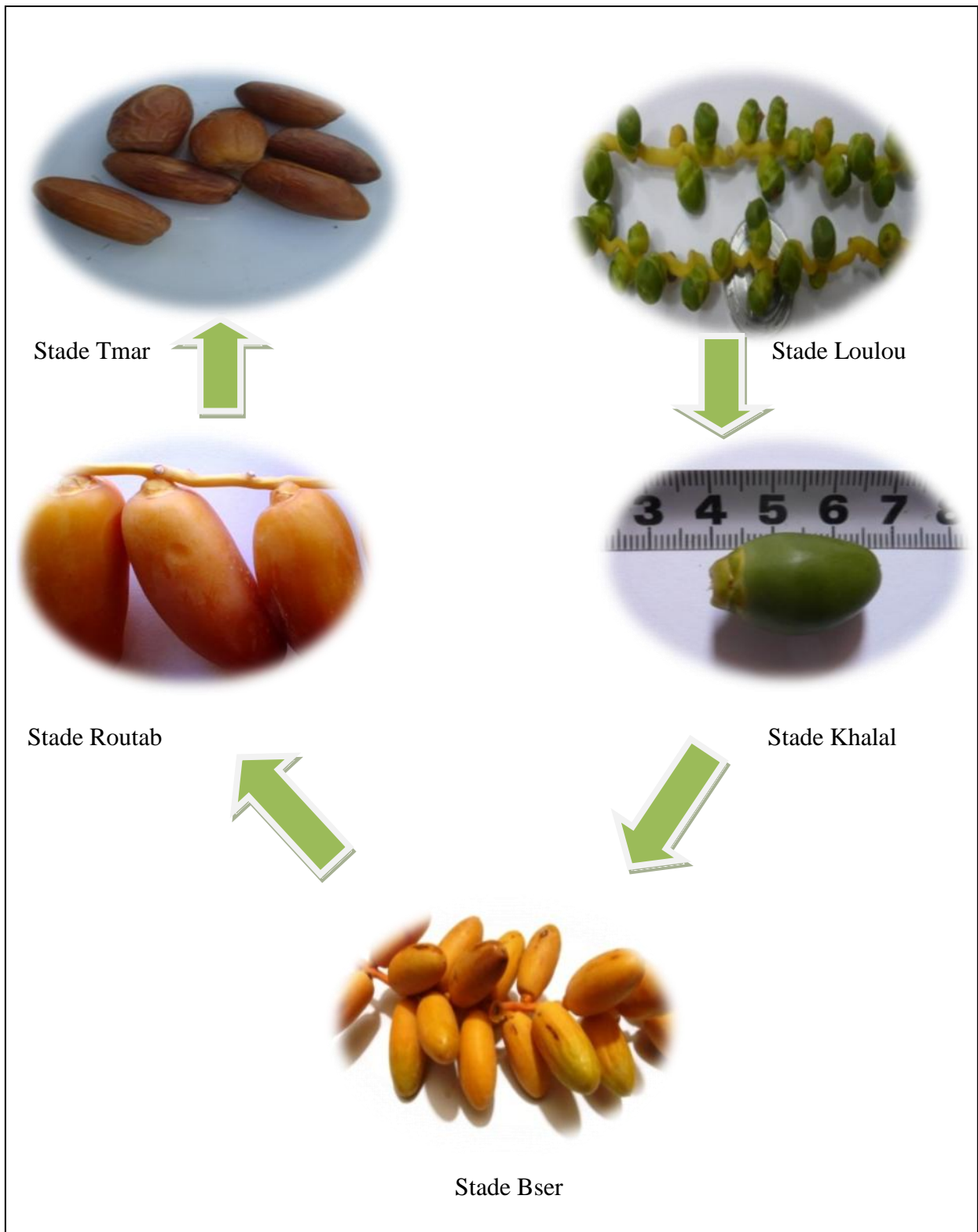


Figure 4: Stades d'évolution de la datte (Photo originale).

2.3. Classification

D'après ESPIARD (2002), la consistance de la datte est variable. Selon cette caractéristique, les dattes sont réparties en trois catégories :

Les dattes molles: taux d'humidité supérieur ou égal à 30%, elles sont à base de sucres invertis (fructose, glucose) tel que Ghars, Hamraia, Litima.....etc.

Les dattes demi-molles : de 20 à 30% d'humidité, elles occupent une position intermédiaire à l'exception de la Deglet-Nour, datte à base de saccharose par excellence (BELGUEDJ, 2002).

Les dattes sèches : dures, avec moins de 20% d'humidité, riche en saccharose. Elles ont une texture farineuse telle que Mech-Degla, Degla Beida.....etc (BELGUEDJ, 2002).

2.4. Production et commercialisation de dattes

2.4.1. Dans le monde

Les principaux pays producteurs de dattes, l'Égypte détenant 19,7 %, l'Iran 14,2 %, l'Arabie Saoudite 14 % et l'Algérie 11 % (Tab.1). Sont en 2013, la production totale mondiale était de 7627624,40 tonnes (FAO, 2015) .

Tableau 1: Production de dattes par pays (2010 – 2013) (FAO, 2015).

Production en quintaux				
Pays	2010	2011	2012	2013
Egypte	1352954,00	137357,00	1470000,00	1501799,00
Irak	567668,00	619182,00	655450,00	676111,00
Iran	1023126,00	1053870,00	1066000,00	1083720
Arabie-Saoudite	991546,00	1008105,00	1050000,00	1065032,00
Emirats Arabes Unis	825300,00	239164,00	250000,00	245000,00
Pakistan	524041,00	557279,00	524612,00	526749,00
Algérie	644741,00	724894,00	789357,00	848199,00
Soudan	431000,00	432100,00	433500,00	437835,00
Oman	276405,00	268011,00	270000,00	269000,00
Libye	161000,00	165948,00	170000,00	17040,00
Tunisie	174000,00	180000,00	193000,00	195000,00
Maroc	101351,00	102961,00	101862,00	107611,00
Yémen	57849,00	55828,00	55181,00	54197,00
Mauritanie	21000,00	21438,00	22000,00	18857,00
Tchad	19400,00	19500,00	20000,00	20000,00
Bahreïn	14156,00	14591,00	15000,00	15041,00

2.4.2. En Algérie

Le patrimoine phoenicole algérien est évalué à environ 18605100 palmiers dattiers avec une production d'environ 848199,00 quintaux. Ce qui a permis de classer l'Algérie au quatrième position parmi les pays producteurs de dattes et en première position pour la qualité de la variété « Deglet Nour » (FAO, 2015). Le nombre de palmiers dattiers évolue d'une année à une autre, dans presque toutes les wilayas phœnicicoles (Tab.2).

Tableau 2: Nombre de palmiers dattiers en Algérie (ANONYME, 2002).

Wilayas	Deglet-Nour (dattes molles)	Ghars et analogues (dattes demi- molles)	Degla-Beida et analogues (dattes sèche)	Total Palmier Dattier
Adrar	0	0	2 150 904	2 904 150
Laghouat	8 470	7 650	11 580	27 700
Batna	700	3900	21270	25 870
Biskra	1 964 460	436 530	748 200	3 149 190
Bechar	5 650	0	0	770 030
Tamanrasset	2 940	0	0	417 140
Tébessa	49 550	49 550	10 650	68 970
Djelfa	2 610	860	210	3 680
M'sila	0	0	18 000	18 000
Ouargla	1 092 330	783 850	193 130	2 310 069
El-Bayad	0	45 900	0	193 130
Illizi	2250	16 340	73 030	91 620
Tindouf	350	24 250	0	24 600
El-Oued	1 884 030	703 330	296 300	2 660 883
Khenchela	21 290	44 880	7370	73 460
Naama	0	19 600	2600	22 200
Ghardaïa	377 100	154 400	378 900	910 400
Total	3 559 930	1 660 761	4 048 710	13 505 880

2.5. Compositions biochimiques des dattes

2.5.1 .Composition biochimique de la partie comestible "Pulpe"

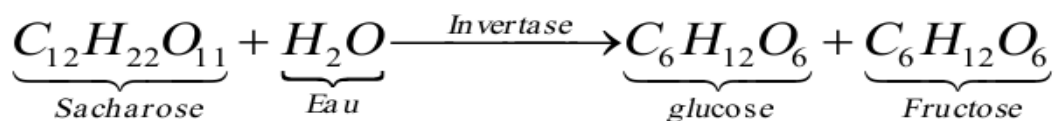
2.5.1.1 .Teneur en eau

La teneur en eau de datte est variable selon les variétés, le stade de maturation et le climat. Les limites de cette valeur varient de 8 à 31% du poids de la chair fraîche avec une moyenne d'environ 19% (NOUI, 2001). La teneur en eau de datte Deglet Nour varie entre 20 et 31% (BARREVELD, 1993).

2.5.1.2 .Sucres

➤ Sucres totaux

La teneur en sucres totaux est très variable, elle dépend de la variété et du climat. Elle varie entre 60 et 80 % du poids de la pulpe fraîche. Le glucose et fructose résultant de l'inversion du saccharose (GAUDET et YINDOULA, 2008) selon l'équation suivante:



➤ Sucres réducteurs

Le glucose et le fructose sont des sucres réducteurs (sucres invertis) qui proviennent de l'hydrolyse du saccharose (ESTANOVE, 1990). Généralement, les dattes molles sont caractérisées par une teneur élevée en sucres réducteurs (glucose, fructose), et les dattes sèches par une teneur élevée en saccharose (SAYAH, 2008).

Tableau 3: Composition en sucres de quelques variétés (BELGUEDJ, 2002).

Variétés		Pourcentage par rapport à la matière sèche		
Consistance	Appellation	Sucres totaux	Sucres réducteurs	Saccharose
Molle	Ghars	85.28	80.68	04.37
Demi-molle	Tafezouine	56.9	47.7	8.74
Sèche	Degla-Beida	71.0	42.0	30.36

2.5.1.3 .Amidon

Aux premiers stades de leurs évolutions, les dattes sont riches en amidon, puis cette substance est progressivement remplacée par d'autres sucres au stade de maturité botanique. Sauf exception, les dattes mûres n'en contiennent pas (MUNIER, 1973).

2.5.1.4 .Acides aminés et protéines

Les dattes sont caractérisées par une faible teneur en protéines (Tab.4). Elle varie entre 0,38 et 2,5 % du poids sec (YAHIAOUI, 1998).

Tableau 4: Composition moyenne en acides aminés de la datte sèche (FAVIER et *al*, 1993).

Acides aminés	Teneur de la pulpe en mg /100g
Isoleucine	64
Leucine	103
Lysine	72
Méthionine	25
Cystine	51
Phénylalanine	70
Tyrosine	26
Thréonine	69
Tryptophane	66
Valine	88
Arginine	68
Histidine	36
Alanine	130
Acide aspartique	174
Acide glutamique	258
Glycocolle	130
Proline	144
Sérine	88

2.5.1.5 .Acides gras

La datte renferme une faible quantité de lipides. Leur taux varie entre 0,43 et 1,9 % du poids frais (DJOUAB, 2007). Cette teneur est en fonction de la variété et du stade de maturation. La teneur en lipides passe de 1,25 % au stade Hababouk à 6,33 % au stade Kimiri (Tab.5). Cette teneur diminue progressivement au stade Routab pour atteindre une valeur de 1.97 % de matière sèche au stade Tmar (YAHIAOUI, 1998).

Tableau 5: Composition en acides gras de la variété Deglet-Nour (YAHIAOUI, 1998).

Acides gras	Teneur en % de matière grasse
Acide linoléique (C18 : 3)	12,30
Acide linoléique (C 18 : 2)	11,47
Acide oléique (C 18 :1)	10,74
Acide stéarique (C18 : 0)	10,47
Acide palmitique (C16: 0)	7,89
Acide myristique (C14 : 0)	8,66

2.5.1.6 .Eléments minéraux

La pulpe de datte est riche en éléments minéraux ce qui rehausse davantage sa valeur nutritive. Selon MUNIER (1973), les dattes peuvent être considérées comme les fruits les plus riches en éléments minéraux.

Les éléments minéraux les plus importants de la pulpe de datte sont le potassium, le calcium, le magnésium, le phosphore et le sodium. Elles sont reminéralisantes et renforcent le système immunitaire (ALBERT, 1998). Les dattes constituent une source importante de sélénium (AL FARSI et *al*, 2007).

2.5.1.7 .Vitamines

La datte ne constitue pas une source importante de vitamines. La fraction vitaminique de la datte se caractérise par des teneurs appréciables de vitamines du groupe B (tab.6). Ce sont des précurseurs immédiats des coenzymes indispensables à presque toutes les cellules vivantes et jouent un rôle primordial (VILKAS, 1993).

Tableau 6: Composition vitaminique moyenne de la datte sèche (FAVIER et *al*, 1995).

Vitamines	Teneur moyenne pour 100g
Vitamine C	2.00 mg
Thiamine (B1)	0.06 mg
Riboflavine (B2)	0.10 mg
Niacine (B3)	1.70 mg
Acide pantothénique (B5)	0.80 mg
Pyridoxine (B6)	0.15 mg
Folates (B9)	28 g

2.5.1.8 .Pigments

Les pigments identifiés dans les dattes sont : caroténoïdes, anthocyanines, flavones, flavonols, lycopène, carotènes, flavoxanthine et lutéine dans certaines variétés. Les anthocyanines avec carotènes sont responsables de la couleur rouge de la Deglet-Nour au stade bser (BOUSDIRA, 2007).

2.5.1.9 .Fibres alimentaires

Les dattes sont riches en fibres alimentaires. La teneur en fibres dans la datte mûre est comprise entre 2-6 % du poids de la chair (BENFLIS, 2006). Il s'agit des constituants pariétaux de la datte à savoir les pectines, la cellulose, l'hémicellulose et la lignine (BENCHABANE et *al*, 1996).

La proportion de cellulose diminue chez les variétés de haute qualité comme Deglet Nour, et peut augmenter jusqu'à 10% chez certaines variétés communes particulièrement farineuses (MUNIER, 1973).

Du fait de leur pouvoir hydrophile, les fibres facilitent le transit intestinal et exercent un rôle primordial de prévention des cancers colorectaux, des appendicites, de la diverticulose, des varices et des hémorroïdes. Elles ont aussi un rôle hypocholestérolémiant (ALBERT, 1998; JACCOT et CAMPILLO, 2003).

2.5.1.10 .Polyphénols

➤ Tanins

Ils constituent plus de 3% du poids de la datte; l'un des principaux effets de ces derniers interviennent lors du processus de maturation par la variation de leur solubilité (texture). Les tanins jouent également un rôle dans le brunissement non enzymatique (MAIER et *al*, 1964), c'est pourquoi, des traitements thermiques sont réalisés afin de retarder le phénomène de brunissement lors du stockage des dattes.

➤ Flavones

Ces composés sont essentiellement impliqués dans le phénomène de brunissement enzymatique qui est responsable de la coloration de la datte au cours de la maturation (CHEFTEL et *al*, 1977; BARREVELD, 1993).

2.5.2 .Composition biochimique de la partie non comestible "Noyau "

Le noyau présente 7 à 30 % du poids de la datte. Il est composé d'un albumin blanc, dur et corné protégé par une enveloppe cellulosique (ESPIARD, 2002).

Tableau 7: Composition biochimique des noyaux des dattes irakiennes et tunisiennes en %

Constituants	Teneur en %	
	dattes irakiennes (MUNIER, 1973)	dattes tunisiennes (BESBES et <i>al.</i> , 2004)
Eau	6,46	8.6 – 9.4
Glucides	62,51	81 – 83.1
Protides	5,22	5.17 – 5.56
Lipides	8,49	10.19 – 12.67
Cellulose	16,20	/
Cendres	1,12	1.12 – 1.15

Les noyaux constituent un sous produit intéressant. En effet, de ces derniers, il est possible d'obtenir une farine dont la valeur fourragère est équivalente à celle de l'orge. (DJERBI, 1994).

Selon HAMADA *et al*, (2002) le noyau de dattes contient jusqu'à 13.2 % de matière grasse. Cette dernière contient 14 types d'acides gras ; seulement 8 sont présents dans la pulpe à des teneurs très faibles (AL-SHAHIB *et* MARSHALL, 2003).

2.6. Intérêt médicinal de datte

Les utilisations des dattes sont différentes et variables d'une région à l'autre, qu'elles soient médicinales ou alimentaires (MUNIER, 1973). En général Le fruit riche en fibres qui facilitent le transit intestinal et exercent un rôle préventif des cancers. Ils ont également un effet hypocholestérolémiant (BEN ABBES, 2011).

Le fruit riche en minéraux, permet de lutter contre l'anémie et les déminéralisations, elles pilées dans de l'eau soignent les hémorroïdes, les constipations et aussi l'ictère (jaunisse), quant aux diarrhées, elles sont traitées par les dattes vertes tonifiantes. Calmantes sous forme de sirop très concentré; le robb, c'est une préparation apaise et endort les enfants. Elle est aussi utilisée pour les maladies nerveuses et dans les affections broncho-pulmonaires. En décoction ou en infusion, les dattes traitent les rhumes. En gargarisme, elles soignent les maux de gorge (BEN ABBES, 2011).

La consommation de la datte était recommandée aux femmes qui allaitaient pour favoriser la lactation. Elles devaient donner la force aux enfants, aussi les lèvres des nouveau-nés étaient frottées avec un peu de pulpe de dattes pour les vivifier. Des emplâtres de pâte de dattes étaient utilisés en Egypte et encore au Sahara, à Ouargla notamment, pour embellir la chevelure des femmes. La poudre de noyaux de dattes était utilisée comme fard pour les yeux (MUNIER, 1973). Et les polyphénols ont des effets anti-inflammatoires, antioxydants, abaissent la tension artérielle et renforcent le système immunitaire...etc. (BEN ABBES, 2011).

2.7. Technologie de la datte

La technologie de la datte recouvre toutes les opérations (de la récolte à la consommation), ont pour objet de préserver toutes les qualités des fruits et de transformer ceux qui ne sont pas consommés, ou consommables à l'état, en divers produits destinés à la consommation humaine ou animale et à l'industrie (ESTANOVE, 1990).

2.7.1 .Conditionnement de la datte

L'industrie de conditionnement joue un rôle primordial dans la préservation, l'amélioration de la qualité et l'augmentation de la valeur marchande des fruits, surtout celles qui sont destinées à l'exportation.

Le conditionnement des dattes, concerne l'ensemble des opérations effectuées après la cueillette et destiné à présenter un produit fini prêt à être consommé. Ces opérations sont :

La désinsectisation, le triage, le lavage éventuel, l'humidification et / ou le séchage, l'enrobage éventuel par le sirop, la mise en caisse ou en boîte et l'entreposage frigorifique (ABDELFATEH, 1990).

2.7.2 .Transformation de la datte

2.7.2.1 .Confiseries à base de datte

➤ Pâte de datte

Les dattes molles ou ramollies par humidification donnent lieu à la production de pâte de datte. La fabrication est faite mécaniquement. Lorsque le produit est trop humide, il est possible d'ajouter la pulpe de noix de coco ou la farine d'amande douce. La pâte de datte est utilisée en biscuiterie et en pâtisserie (ESPIARD, 2002).

➤ Farine de datte

Elle est préparée à partir de dattes sèches ou susceptibles de le devenir après dessiccation. Riche en sucre, cette farine est utilisée en biscuiterie, pâtisserie, aliments pour enfants et fabrication de yaourt (AÏT- AMEUR, 2001 ; BENAMARA et al, 2004).

➤ Sirops, crèmes et confitures de dattes

Ces produits sont également fabriqués à base de dattes saines car il est important d'éviter tout arrière goût de fermentation. Selon ESPIARD (2002), cette gamme de produit est basée sur l'extraction des sucres par diffusion de ces derniers et des autres composants solubles de la datte. Par mélange et cuisson de pâte ou de morceaux de dattes et de sirop, nous pouvons obtenir des crèmes ou des confitures d'excellente qualité. Les sirops de dattes peuvent être utilisés comme édulcorants liquides (MUNIER, 1973).

2.7.2.2 .La mise en valeur des déchets

Les dattes abîmées et de faible valeur marchande peuvent être utilisées en raison de leur forte teneur en sucre pour la production de :

➤ **La biomasse et protéines unicellulaires**

La production de protéines reste un objet essentiel afin de subvenir aux besoins mondiaux. A cet égard des essais de production de protéines d'organismes unicellulaires par culture de la levure *Saccharomyces cerevisiae* sur un milieu à base de dattes ont été réalisés (KENDRI, 1999).

➤ **Les alcools**

Les dattes constituent un substrat de choix pour la production de l'alcool éthylique avec un rendement de 87% (TOUZI, 1997).

➤ **Le vinaigre**

Les dattes peuvent être utilisées pour l'élaboration de nombreux produits alimentaires parmi lesquels le vinaigre (OULD EL HADJ et al, 2001). Ce dernier a été produit par culture de la levure *Saccharomyces uvarum* sur un extrait de datte (BOUGHNOU, 1988).

➤ **Les aliments de bétail**

Les rebuts et les noyaux de dattes constituent des sous produits intéressants pour l'alimentation du bétail. La farine des noyaux de dattes peut être incorporée avec un taux de 10 % dans l'alimentation des poulets sans influencer négativement leurs performances (GUALTIERI et RAPPACCINI, 1994).

➤ **Autres produits**

La datte constitue un substrat de choix pour la production de nombreux autres produits tels que le vin et le jus de datte (SIBOUKEUR, 1997 et ESPIARD, 2002).

2.8. Importance économique de la transformation de la datte

La datte est un produit qui présente des avantages comparatifs et pour lequel il n'existe pas de problèmes de concurrence entre les pays développés et les pays sous-

développés, comme c'est le cas pour d'autres produits agricoles (tomates, agrumes, olives, etc) (NOUI, 2007).

La datte, fait l'objet d'un commerce intérieur et extérieur important, surtout la variété Deglet-Nour. Les autres variétés, même si elles ne sont pas largement commercialisées sur les marchés, peuvent être transformées en divers produits dont l'impact socio-économique est considérable tant du point de vue de la création d'emplois et de la stabilisation des populations dans les zones à écologie fragile. Ainsi, les produits issus de la transformation de la datte limiteraient, par ailleurs la dépendance économique du pays vis-à-vis de l'étranger et lui permettraient d'économiser des devises susceptibles d'être dégagées pour d'autres secteurs (TOUZI, 1997).

Il y a quelques années, les pays producteurs de dattes, commençaient à s'intéresser à la technologie de la datte en divers produits tel que le sirop de datte et par des techniques relativement simples. Ce sirop peut être utilisé comme édulcorant naturel car leur pouvoir sucrant, est élevé. Contrairement aux autres édulcorants industriels dont les prix sont élevés et qui peuvent avoir des effets secondaires pour l'organisme (MIMOUNI, 2009).

3. Sirop des dattes

3.1. Généralité

Le sirop de datte, également appelé « miel de datte » « Rob AT-Tamr » (appellation impropre) ou Dibs dans le monde arabe (MIMOUNI, 2015). Elles sont découpées puis chauffées dans l'eau pour obtenir un sirop riche qui peut être filtré et concentré sous vide jusqu'à l'obtention d'un produit concentré à 65-70% de matière sèche. Il se caractérise par un goût de datte, leur marché dépend de la tolérance et de la demande du goût par les consommateurs dans les produits sucrés et les boissons (ULRICH, 2013).

3.2. Situation du sirop de dattes

3.2.1. Dans le monde

Le sucre de canne et le sucre de betterave, font objet d'une grosse production industrielle, alors que le sirop de dattes commence à peine à être fabriqué industriellement bien qu'il soit depuis très longtemps confectionné par les familles phoenicultrices. Les Irakiens se sont intéressés à la technologie de la datte pour réduire leur dépendance envers l'étranger (WAGUED, 1973).

3.2.2. En Algérie

Bien que le nombre de palmiers dattiers évolue d'une année à une autre dans presque toutes les wilayas phoenicicoles, l'Algérie, a cependant pris beaucoup de retard dans le domaine de la transformation des dattes, malgré que toutes les conditions s'appêtent à leur valorisation en particulier celle des dattes communes (MIMOUNI, 2009).

3.3. Composition biochimique du sirop des dattes

Les dattes contiennent essentiellement un mélange de sucres qui diffèrent par un certain nombre de propriétés, mais du point de vue alimentaire, ils ont globalement la même valeur énergétique (MIMOUNI, 2009). En général, la composition biochimique du sirop de dattes se résume dans le tableau 8

Tableau 8: Compositions biochimiques de sirop de datte.

Composants	BENHARZALLAH, et BOUHOREIRA (2014)	MIMOUNI et SIBOUKEUR (2011) (variété Ghars)
Teneur en eau	16	13.7
Solides solubles	84	86.3
Sucres totaux	79.45	80.73
Sucres réducteurs	4.87	79.96
Protéines	0.83	1.15
Pectines	1.46	3.86

3.4. Propriétés du sirop des dattes

3.4.1. Propriétés organoleptiques

➤ **Goût**

Le sirop de dattes est caractérisé par un goût relativement sucré, à cause de sa teneur en fructose, ose à pouvoir sucrant élevé. Son goût rappelle celui de la datte dont il est issu (ENTEZARI *et al*, 2004).

La plupart des édulcorants à haut pouvoir sucrant possèdent des arrière-goûts qui se superposent au goût sucré et résulte d'impuretés qui sont parfois indéfinissables au point de ne pas se ranger parmi les trois goûts fondamentaux (salé, acide, ou amer) (MULTON et LEPATRE, 1984).

➤ **Couleur**

D'après ABDELFAH (1990) le sirop de datte il peut prendre une couleur noir-rougeâtre dans des flacons transparents .Selon MUNIER (1973), le sirop de dattes est un produit stable d'une couleur plus ou moins brune.

3.4.2. Propriétés physiques

➤ **La viscosité**

La viscosité est une propriété physique importante du sirop de dattes, elle détermine les conditions de stockage du produit. La viscosité augmente lorsque la teneur en eau diminue, elle est proportionnelle au TSS dans le sirop, ce qui lui donne un pouvoir sucrant élevé. Le sirop de 72 à 75% de teneur en matières sèches, à une viscosité de 500 centipoises (GUERIN *et al*, 1982). Selon ABDELFAH (1990), le sirop de dattes est un produit très visqueux, ceci est dû à la faible humidité. Cette propriété est importante pour préserver la qualité du produit durant deux ans et empêche la prolifération des microorganismes.

➤ **La densité**

La densité moyenne d'un sirop est fonction de leur concentration. Cette dernière est inversement proportionnelle à la température ambiante (GUERIN *et al*, 1982). La densité de sirop de dattes est très élevée grâce au taux de solides solubles existant dans ce produit, ce caractère permet leur stockage pendant une longue durée (ABDELFAH, 1990).

3.5. Les différentes méthodes d'élaboration de sirop de dattes

➤ **Extraction par pressurage**

Le principe de ce procédé repose sur la méthode par tassement. Qui s'effectue généralement dans sac en toile (Btana), qui constitue le moyen de conservation des dattes molles (IBRAHIM et KHALIL, 1997). Après lavage de dattes à l'eau pour nettoyer les fruits et aussi augmenter le taux d'humidité. Sous l'effet du poids des dattes, de la température, et l'humidité élevée. Le miel attire, leur rendement est très faible variant entre 10 à 15% du poids de la datte. Selon (1998، عاطف و محمد)، le miel obtenu est un produit naturel à forte concentration (de l'ordre de 82%), portant l'odeur, le goût et la couleur de la datte utilisé.

➤ **Extraction par cuisson à basse température dans l'eau**

Les dattes sont mises à tremper dans de l'eau tiède pendant plusieurs heures. Ensuite, la suspension a été filtré pour éliminer les fibres et les noyaux, enfin l'extrait résultant est soumise de nouveau à un chauffage sur un feu doux, pour faire évaporer l'eau et augmenter sa concentration (1998 ، عاطف و محمد). L'inconvénient de cette technique réside dans le fait que le jus qui n'a pas toujours la même concentration (absence de reproductibilité). En plus, celle-ci est souvent faible, d'où risque de fermentation (EL-OGAIDI, 2000).

➤ **Extraction par trempage dans l'eau à haute température**

Elle consiste à tremper les dattes dans l'eau portée à haute température (jusqu'à 90°C) pendant 2 heures, en utilisant directement ou indirectement de la vapeur d'eau, le chauffage permet une extraction plus poussée. Puis leur passage à la réfrigération pour poursuivre l'extraction (BAHRAMIAN et *al*, 2011), le miel obtenu est caractérisé par une couleur foncée, d'un goût et d'une odeur d'un sucre brûlé à cause d'utilisation de la température élevée (2000، حسن).

➤ **Extraction avec enzymes (cellulase et pectinase)**

Elle est basé sur le trempage d'une pâte de dattes dans l'eau puis maintenue en ébullition après la filtration la solution subit un traitement enzymatique (cellulase et pectinase) pour la clarification (CHIKHROUHOU et *al*, 2006 ; AL-SHARNOUBI et *al*, 2014).

➤ **Extraction par diffusion**

Cette méthode est basée sur la macération de dattes dans l'eau maintenue à 80°C durant 24 heures. Le principe est basé sur le passage, selon les lois de diffusion par transport passif, le jus est ensuite récupéré après décantation et passage à travers une gaze. Une condensation du jus est alors effectuée pour obtenir un produit concentré ayant un degré de Brix compris entre 72 – 75⁰Brix, a température 60°C. Cette température est choisie pour éviter la déstabilisation des sucres (caramélisation, la formation des dérivés furfuraliques...) (MIMOUNI et SIBOUKEUR, 2011).

3.6. Intérêt de fructose dans les sirops des dattes

Les sirops de dattes peuvent être utilisés comme édulcorants liquides (MUNIER, 1973). Ils comportent plusieurs avantages par rapport au sucre cristallisé (GUERIN et *al*, 1982).

Le fructose responsable de l'aspect du sirop des dattes car il empêche la cristallisation, il cristallise difficilement ainsi les sucres réducteurs de cristalliser (SIBOUKEUR, 1997).

Le fructose est le sucre des fruits et du miel d'abeille. Il a un pouvoir sucrant de 1.3 à 1.5 fois plus élevé que le saccharose. Sa valeur calorique est identique à celle des autres sucres (4 kcal par g). En revanche, son indice glycémique est plus faible que celui du saccharose (FOSTER-POWELL et *al*, 2002). Le fructose est un sucre simple qui se comporte comme un sucre lent. D'où son importance pour les sportifs et les personnes cherchant à perdre du poids. Il peut être préconisé, dans certaines conditions et sous contrôle médical, dans les régimes pour diabétiques (NORMAND et *al*, 2001).

1. Généralités

Le sirop de maïs à haute teneur en fructose (HFCS) est un édulcorant liquide alternatif au saccharose qui est fabriqué à partir de maïs (roi de cultures). Leur préparation nécessite deux enzymes (α -amylase et glucoamylase) pour hydrolyser l'amidon au sirop de maïs contenant principalement du glucose, et une troisième enzyme (glucose isomérase) pour isomériser le glucose de ce sirop en fructose. En effet, cela permet d'obtenir différents types des HFCS, qui sont classés selon leur teneur en fructose: HFCS-90, HFCS-42 et HFCS-55 (PARKER, 2010).

Il est nommé également isomérose, isoglucose ou sirop de fructose (BRAY et *al*, 2004 ; DAVID et *al*, 2009).

2. Situation dans le monde

Les Etats unis d'Amérique sont en fait le principal producteur de sirops riches en fructose (plus de 40% Production mondiale). Le Japon est le deuxième dans le classement mondiale dans la production et la consommation de sirop de fructose. Depuis les années 1970, la consommation mondiale des édulcorants est évoluée plus sensiblement dans les pays développés avec une diminution de la consommation de sucre normal (LIMA et *al*, 2011).

En Europe, les sirops de glucose-fructose sont issus du blé et du maïs c'est en raison de ce processus d'isomérisation que le sirop de glucose-fructose et le sirop de fructose-glucose sont aussi parfois appelés « isoglucose ». Ils entrent dans la composition de certains aliments industriels, leur consommation reste cependant très faible par rapport à celle des HFCS aux Etats-Unis (ANONYME, 2014).

3. Composition physico-chimique et biochimique des HFCS

D'après DURAND et MONSAN, 1982 , les HFCS présentent une teneur en eau variant de 23 à 29% et une teneur élevée en sucres réducteurs (glucose, fructose) représentant plus de 95%. Cette dernière est variable selon les générations de HFCS considérées :

- HFCS de 1^{ère} génération : 42% fructose, 58% glucose
- HFCS de 2^{ème} génération : 55% fructose, 45% glucose
- HFCS de 3^{ème} génération : 90% fructose et 10% glucose

Les HFCS contiennent également une faible quantité d'oligosides variant de 1 à 5%. Le taux de matière sèche y est très élevé, il est compris entre 71 à 77%. Le pH des HFCS oscille entre 3.5 à 4.0. La teneur en éléments minéraux y est très faible (BRAY, 2008).

Tableau 9 : Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques des HFCS.

Génération	DURAND et MONSAN (1982)			ANONYME 2(1999)		
	1 ^{ère} 42	2 ^{ème} 55	3 ^{ème} 90	1 ^{ère} 42	2 ^{ème} 55	3 ^{ème} 90
Teneur en eau (%)	29	23	20	29	23 – 23.5	23
Glucose (%)	52	42	9	53	41	9
Fructose (%)	42	55	90	42	55 – 58	90
Glucose + fructose (%)	> 94	> 94	> 94	> 95	> 95	> 95
Oligosaccharides (%)	-	-	-	5	4 – 5	1
Matière sèche (%)	71	77	80	71	77 – 77.5	77
pH	-	-	-	4	4 – 4.5	3.5
Cendres (ppm)	-	-	-	30	30	30
Cl (ppm)				50	50	50
Cu (ppm)				1,5	1,5	1,5

1^{ère} 42 : HFCS de première génération

2^{ème} 55 : HFCS de deuxième génération

3^{ème} 90 : HFCS de troisième génération

4. Propriétés des HFCS

Les propriétés des sirops à haute teneur en fructose (des isoméroses ou HFCS) sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 10 : Propriétés des HFCS (ANONYME 2, 1999; GUERIN et *al*, 1982).

Génération Propriétés	1 ^{ère} génération (42% fructose)	2 ^{ème} génération (55% fructose)	3 ^{ème} génération (90% fructose)
Densité (g/ml)	1,34	1,38	1,40
Viscosité (centpoises)	160	800	-
Coloration pendant 30 jours à 30 ⁰ C	Claire	Claire	Claire
Température de Conservation ⁰ C	>30	>30	>30
Pouvoir sucrant %	92	99	106
Degré de Brix	75 °Bx	75 °Bx	75 °Bx

5. Générations de sirops à haute teneur en fructose (HFCS)

Le sirop de maïs à haute teneur en fructose (HFCS) désigne une série de sirops de maïs qui ont été soumis à des processus enzymatiques en vue d'augmenter leur teneur en fructose. Les générations courantes sont les suivantes :

5.1. HFCS de 1^{ère} génération

Les HFCS de première génération sont des sirops à 42% de fructose. Ils ont le même pouvoir sucrant que le saccharose. Ils sont fabriqués par transformation enzymatique de l'amidon. Les sirops obtenus à 95% de glucose subissent plusieurs traitements de purification avant d'être isomérisés. Les sirops obtenus à la fin contiennent 42% de fructose, 53% de glucose et 5 % d'oligosaccharides (DURAND et MONSAN, 1982).

5.2. HFCS de 2^{ème} génération

Les sirops ayant des teneurs en fructose supérieures à 42% peuvent être obtenus par le même procédé technologique que ceux de 1^{ère} génération. Cependant, comme l'équilibre de cette réaction d'isomérisation est voisin de 50% de fructose produit, il est impossible d'obtenir en une seule étape des mélanges à haute teneur en fructose. Il est donc nécessaire de séparer le glucose du fructose, le résultat de cette séparation permet d'obtenir un sirop riche en fructose et d'autre part, un sirop de glucose contenant encore quelques pourcentages de fructose et d'oligosaccharides. Ce dernier est alors recyclé dans un réacteur d'isomérisation qui produit un sirop à 55% de fructose (DURAND et MONSAN, 1982).

5.3. HFCS de 3^{ème} génération

Les HFCS de troisième génération sont des sirops à 90 % de fructose. Il a été développé un procédé commercial de conversion enzymatique continue du glucose en fructose par utilisation du glucose isomérase fixée sur un support, dans un réacteur à plusieurs lits

Ce procédé consiste à mélanger des HFCS de 42% à 43% de fructose dans un réacteur d'enzyme fixé, ensuite les soumettre à une phase de chromatographie liquide au cours de laquelle le fructose est concentré jusqu'à environ 90% (DURAND et MONSAN, 1982).

6. Préparation des HFCS

Ils sont produits à partir de l'amidon de maïs. Ces sirops de maïs sont composés presque entièrement de glucose. Avec l'ajout des enzymes à ces sirops, le glucose se transforme en fructose. Le sirop qui en résulte (après conversion enzymatique) contient environ 90 % de fructose, c'est le HFCS 90 (WHITE, 1992).

Pour préparer les autres types courants de HFCS (HFCS 55% et HFCS 42%), le HFCS 90% est mélangé avec du sirop de maïs à 100 % de glucose dans les proportions adéquates pour obtenir la concentration désirée en fructose (WHITE, 1992) (Fig.5).

D'après PARKER (2010), Le processus enzymatique qui transforme le sirop de maïs à 100 % de glucose en HFCS 90 est le suivant :

1. l'amidon de maïs est traité par l'alpha-amylase pour produire des chaînes oligosaccharides .
2. la glucoamylase décompose ces chaînes jusqu'à obtenir le sucre le plus simple, le glucose .
3. la glucose isomérase convertit alors le glucose en un mélange d'environ 42 % de fructose et 50 à 52 % de glucose avec quelques autres sucres dans le mélange.

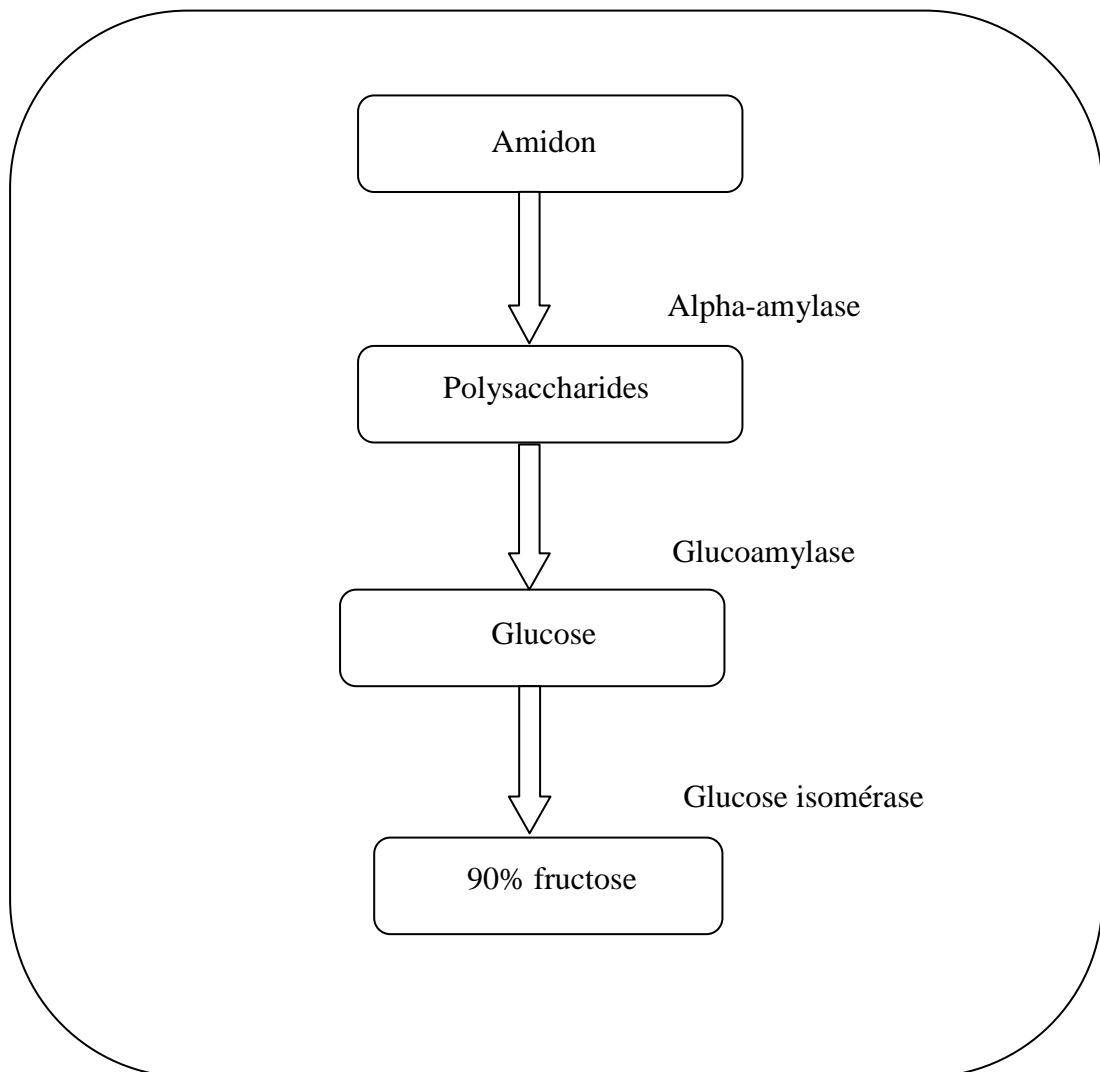


Figure 5: Préparation des sirops à haute teneur en fructose (HANOVER et WHITE, 1993).

7. Intérêt des HFCS

D'après MARSHALL, (1957) le HFCS avait commencé à remplacer le sucre dans divers processus de fabrication agro-alimentaires aux Etats-Unis. Ils comportent plusieurs avantages par rapport au sucre cristallisé dont (GUERIN et *al*, 1982)

- Le HFCS est un peu moins cher du fait de l'abondance relative du maïs, des subventions au secteur agricole.
- Le HFCS est plus facile à mélanger grâce à sa forme liquide.
- l'emploi du HFCS dans des préparations solides conduit à des produits ayant une plus longue durée de vie.

8. Secteurs d'utilisation des HFCS selon les générations

Les édulcorants liquides conduisent à une meilleure rationalisation du processus de fabrication grâce à son cout moins cher et ils permettent d'obtenir une meilleure qualité des produits et une standardisation de cette qualité, et leur composition en fructose, ce dernier possède un index glycémique plus bas que le glucose (MIMOUNI, 2015). En effet, certaines boissons et certains biscuits dits « Light » sont fabriqués avec édulcorants, en l'occurrence avec des sirops à haute teneur en fructose issus de l'industrie de l'amidon (HFCS).

Les sirops à 42% de fructose sont utilisés dans presque tous les aliments sucrés tels que les boissons non alcoolisées, la pâtisserie, les conserves de fruits, les confitures et également dans certains produits laitiers (DURAND et MONSAN, 1982).

Les sirops à 55% de fructose ont trouvé une très large audience auprès des producteurs de boissons gazeuses et d'autres produits alimentaires, qui souhaitent utiliser des sirops à haute teneur en fructose et faible teneur en glucose (DURAND et MONSAN, 1982).

Plus rarement, les HFCS à 90% ont trouvé de nouveaux débouchés dans les aliments à basses calories (DURAND et MONSAN, 1982).

PARTIE

EXPERIMENTALE

*Matériel
et méthodes*

L'objectif de cette étude vise à élaborer des sirops à base de dattes, variétés Ghars, Degla Beida et Tafezouine, en cherchant la variété ayant une composition glucidique la plus proche possible des HFCS, par des procédés relativement simples, susceptibles d'être recommandés aux diététiques, les diabétiques et aux obèses. Le produit obtenu a fait l'objet d'analyses physico-chimiques et biochimiques.

1. Matériel végétal

1.1.Dattes

Le matériel d'étude se compose de dattes de trois cultivars de palmiers: Ghars, Tafezouine et Degla Beida récoltés à partir de palmeraies situées à El Oued.

Le choix de ces variétés était basé essentiellement sur leurs différentes consistances, molles, demi- molles et sèches ainsi par leurs abondances dans la région du sud-est de l'Algérie.

1.2.Caractéristiques des variétés étudiées

➤ Caractéristiques morphologiques

Les trois variétés de dattes Ghars, Tafezouine et Degla-Beida ont des caractéristiques morphologiques et organoleptiques différentes (Tab.11), Surtout du point de vue de la couleur, de la consistance, de la texture et de même dans le rapport noyau/datte (HENNACHI et *al*, 1998).

La variété Ghars est d'une consistance molle et couleur marron foncée. D'autre part, la variété Tafezouine a une consistance demi-molle et de couleur rouge, et la variété Degla-Beida a une consistance sèche et de couleur beige (HENNACHI et *al*, 1998)

La variété Degla-Beida présente une texture dure, par contre, la variété Ghars et Tafezouine, ont des textures fibreuses (BELGUEDJ, 2002). L'aspect dur de la variété Degla-Beida peut être lié au stade de maturation de la datte, de fait que les dattes sèches ne passent pas par le stade Routab (SAYEH et *al*, 2010) .

Tableau 11: Caractéristiques morphologiques de trois variétés étudiées (BELGUEDJ, 2002).

Caractères morphologiques	Les variétés		
	Ghars	Tafezouine	Degla-Beida
Forme de la datte	Droite	Droite	Ovoïde ou droite
Couleur au stade Tmar	Marron ou ambrée	Ambré ou rouge	Jaune
Consistance	Molle	Demi-molle	Sèche
Plasticité	Elastique	Tendre ou élastique	Dure
Texture	Fibreuse	Fibreuse	Farineuse
Gout	Parfumé	Parfumé	Fade
Poids de la datte	9g	10,6	7g
Taille de la datte	Moyenne	Moyenne	Moyenne

➤ Caractéristiques biochimiques

Les caractères biochimiques de la datte mûre sont les teneurs en eau, en glucides, en lipides, en protéines, et en éléments minéraux (MUNIER, 1973).

Les sucres et l'eau sont les constituants les plus importants et ces deux éléments confèrent, par leur proportion, la consistance de la datte. (MUNIER, 1973).

Les trois variétés ont des caractérisations biochimiques différentes. Les dattes demi-molles «Tafezouine», ne contiennent qu'une faible proportion de cellulose. En effet, les sucres réducteurs caractérisent les dattes de consistance molle «Ghars», le saccharose caractérise les dattes sèches «Degla Beida». La variété Ghars est très riche en potassium, chlorure et calcium (BENDJELLOUL et BERRAGHDA, 2014).



Figure 6: Variétés étudiées (Originale).

1.3.Prélèvement des échantillons

Les dattes sont toutes échantillonnées au stade de maturation complète (stade Tmar). Dans cette opération, huit kilogrammes de dattes sont prélevés de chaque variété. Les échantillons sont originaires de deux sites : Beggouza –Taghzout et El Gharbia Guémar de la région d’El Oued (Tab.12).

Tableau 12: Caractéristiques des échantillons de dattes.

Variétés	Date de récolte	Région	Données sur la palmeraie		
			Superficie	Variétés cultivées	Nombre de palmiers de variété étudiée
Ghars	07/10/2016	El Gharbia Guémar El Oued	3 hectares	Ghars, Deglet Nour, Degla-Beida, Tinicine, Tanteboucht, Hamraya, Fakht, Tekermset	11
Tafezouine	06/10/2016	Beggouza Taghzout El Oued	4 hectares	Tafezouine, Ghars, Deglet Nour, Degla-Beida, Tinicine, Tanteboucht, Hamraya.	6
Degla-Beida	05/10/2016	Beggouza Taghzout El Oued	2.5 hectares	Degla-Beida, Ghars, Deglet Nour, Degla-Beida, hamraya	14

2. Méthodes d'analyses

La procédure expérimentale adoptée dans le présent travail est résumée dans la figure 12.

2.1. Préparation des échantillons

Avant de procéder à l'extraction, nous avons effectué un triage, un lavage et un ressuyage des dattes.

➤ **Triage**

Pour l'élimination de toutes les dattes qui sont immatures, les dattes écrasées, les dattes attaquées par les oiseaux et les insectes. Le triage des dattes est effectué entièrement à la main.

➤ **Lavage**

Pour l'élimination des particules de terre, les grains de sable, des poussières, des débris végétaux, des produits de traitement et des parasites. Il se fait à l'eau de robinet. Cette opération consiste à faire séjourner, dans l'eau avec une simple agitation durant quelques secondes, c'est une étape indispensable pour avoir un produit de bonne qualité hygiénique.

➤ **Ressuyage**

Le ressuyage a été réalisé par égouttage des dattes (passoire), suivi par leurs expositions à l'air libre et aux températures ambiantes afin d'éliminer l'excès d'eau.

➤ **Dénoyautage**

L'élimination des noyaux se fait à la main.

2.2. Procédé d'extraction du jus de dattes

La méthode d'extraction du sirop est basée sur le phénomène physique "diffusion passive". Les sucres sont extraits par diffusion en utilisant de l'eau chaude comme solvant. Cette température à l'avantage de limiter le transfert des impuretés dans le jus des dattes. Le phénomène de diffusion est basé sur le mouvement des molécules d'une région à concentration élevée (sucre emmagasiné dans le tissu cellulaire) vers une autre à faible concentration (eau chaude). Ces mouvements sont dits "passifs" car ils ne nécessitent pas d'autres forces motrices (ALBERTS et *al*, 2002). Pour se faire, l'échantillon de dattes

est d'abord additionné du double de son poids en volume d'eau distillée (AL-HOOTI et *al.*, 2002).

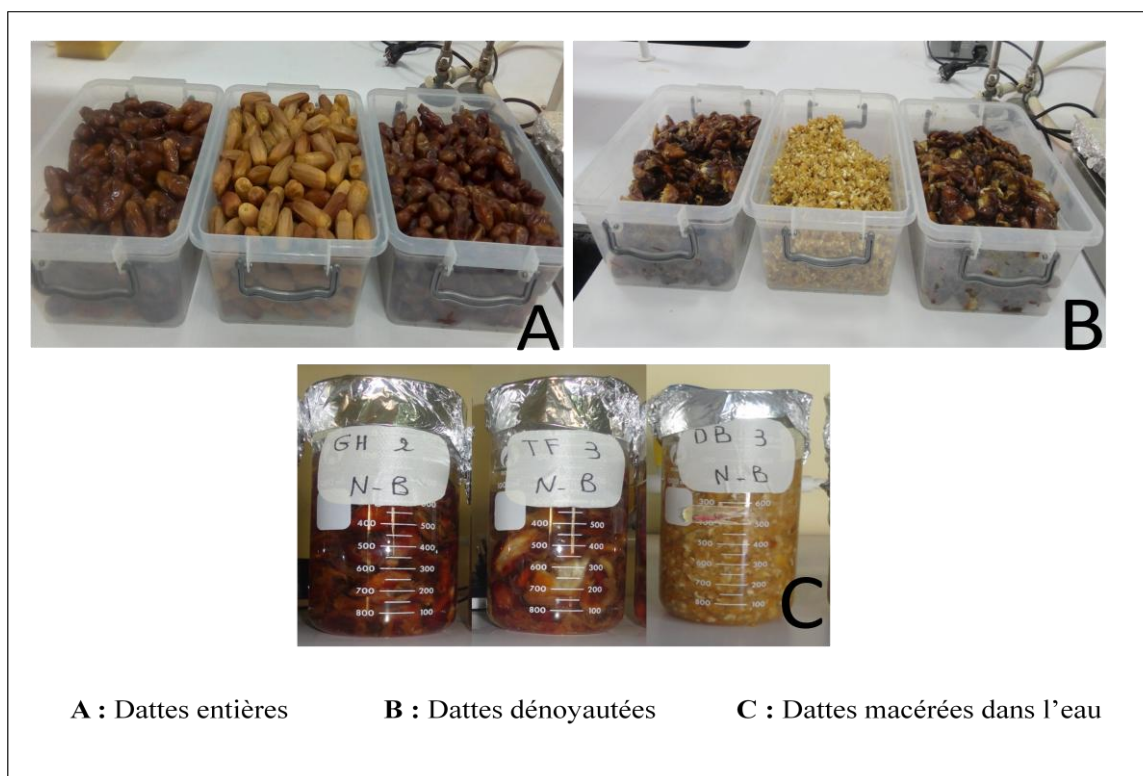


Figure 7: Différentes étapes d'extraction du jus de dattes (Originale).

2.2.1. Les conditions d'extraction

Le temps d'extraction a été fixé à 24 heures suite à une étude préliminaire, relative à des cinétiques d'extraction qui ont montré que cette durée permet d'obtenir l'extraction la plus poussée possible (MIMOUNI, 2009).

Les températures d'extraction choisies sont égales à 70⁰C et 90⁰C. Ce choix est basé sur les éléments suivants :

- 90⁰C a été préconisée comme une température d'extraction des sucres des dattes, par EL-OGAIDI (2000).
- 70⁰C est une valeur arbitraire.

2.2.2. Tamisage

Après extraction on procède à un tamisage, celui-ci se fait à l'aide d'une gaze. Cette opération a pour but de séparer le jus des dattes (Fig.8).

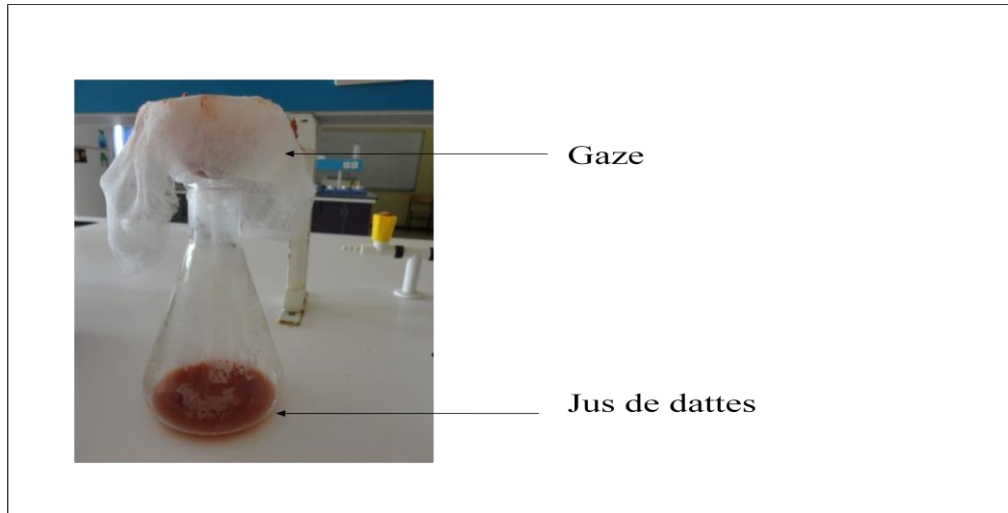


Figure 8 : Tamisage des jus de dattes (Originale).

2.3. Condensation du sirop

Cette opération se base sur l'évaporation de l'eau libre du sirop afin d'éviter l'altération de ce dernier. Elle est effectuée à 60 °C. Cette température est choisie pour éviter la déstabilisation des sucres (caramélisation, la formation des dérivés furfuraliques...) (MIMOUNI, 2009).



Figure 9: Jus des dattes (l'extrait des dattes) au cours de condensation (Originale).

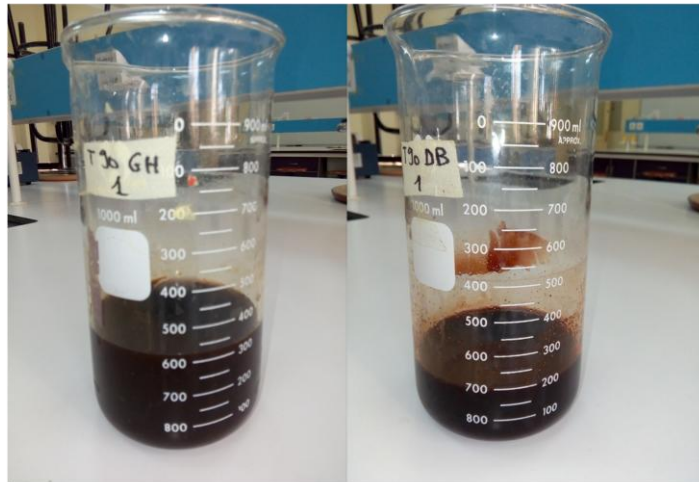


Figure 10: Sirops des dattes après condensation (Originale).

L'évaporation a pour but d'obtenir un sirop saturé avec un degré Brix compris entre 72-75° Brix, proche de celui des sirops à haute teneur en fructose (HFCS) provenant de l'industrie de l'amidon. A l'aide d'un réfractomètre, on mesure l'indice de réfraction. Ce dernier varie dans le même sens que la concentration de la substance dissoute existante au niveau du produit solide ou liquide (MIMOUNI, 2009).

Alors, la condensation est stoppée dès que le degré Brix des sirops atteigne $\geq 72^\circ$ Brix.

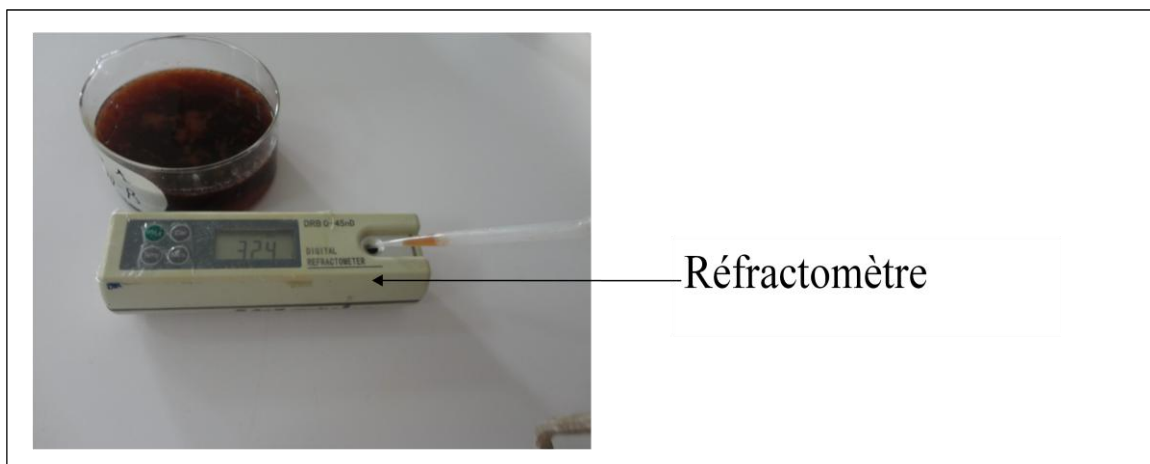


Figure 11: Mesure de degrés Brix par le réfractomètre (Originale).

2.4.Cristallisation par refroidissement et essai d'élimination de fraction cristallisée

Le refroidissement est une méthode physique, permettra la cristallisation de sirops, celle-ci est variable selon le rapport glucose/eau. Quand le rapport est élevé la cristallisation est plus rapide, par conséquent, la cristallisation dans ce produit est élevée vu que ce rapport varie entre 1,6-2 (PROST, 1977).

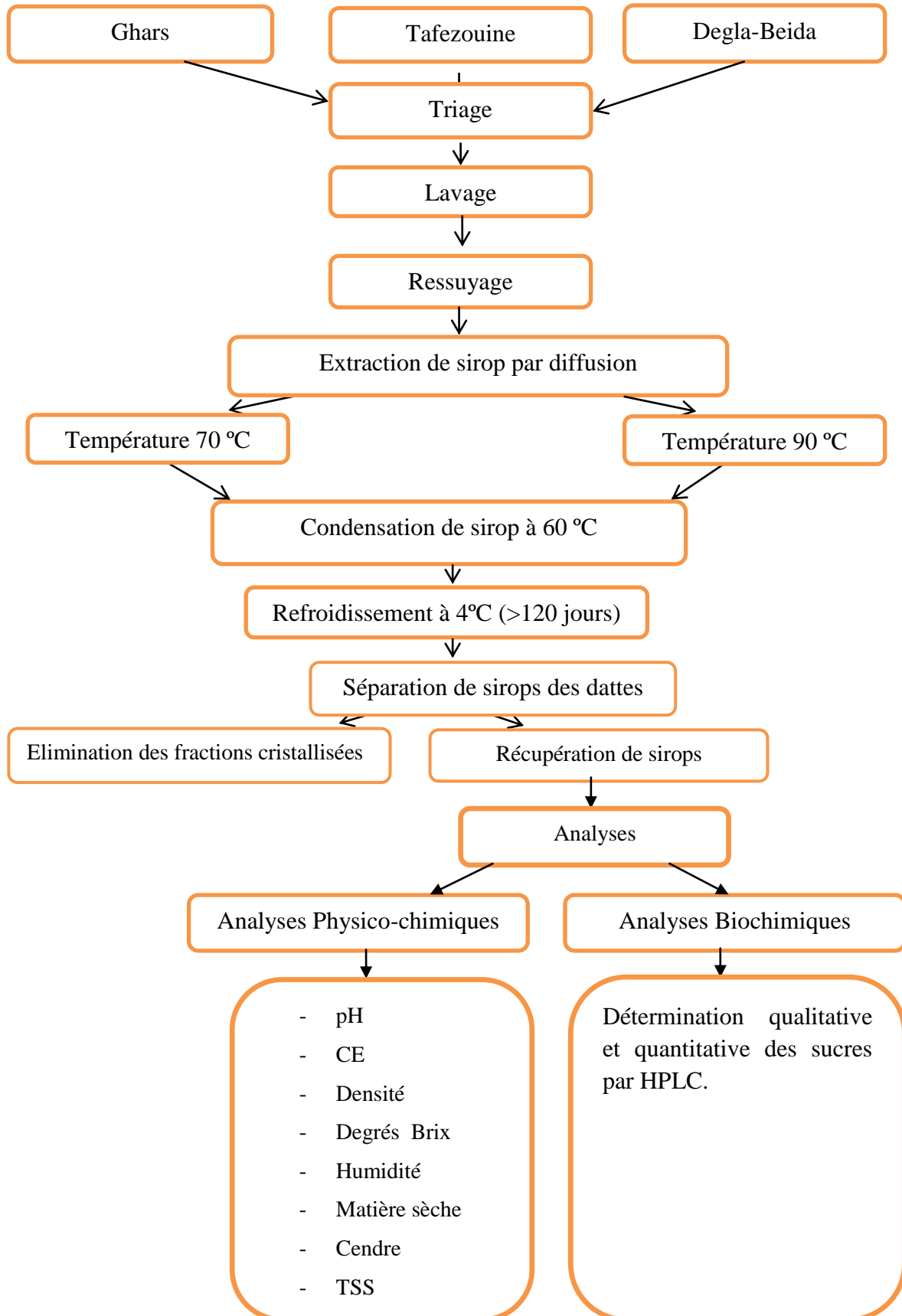
La sursaturation est une notion primordiale de la cristallisation qui est indispensable pour le phénomène de la cristallisation, elle dépend principalement de la température (BIMBENET *et al*, 2007).

Pour cela, nous avons réparti les sirops élaborés dans des tubes en verre de 20 ml et les laisser refroidir dans un réfrigérateur à environ 4° C pendant une période dépassant les 120 jours.

Après la période déterminée, nous opérons un essai d'élimination de la fraction glycosidique du sirop de dattes. Cette opération sert à éliminer le glucose des sirops de dattes par la filtration de la partie cristallisée à travers une passoire dont l'ouverture des mailles est égale à 1 mm.Par la suite, le produit final est récupéré dans des tubes et prêt à être analyser.

Tableau 13 : Constitution des lots expérimentaux de sirops de dattes en fonction des températures d'extraction et les variétés de dattes.

	Traitement N° lots Expérimentaux	Température d'extraction (TE)	Condensation
Datte molle Ghars	1	70°C	60 °C
	2	90°C	60 °C
Datte demi-molle Tafezouine	1	70 °C	60 °C
	2	90 °C	60 °C
Datte sèche Degla-Beida	1	70 °C	60 °C
	2	90 °C	60 °C

**Figure 12:** Procédure expérimentale

2.5. Matériel de laboratoire

2.5.1. Appareillages

➤ Appareillages utilisés au laboratoire de département des Sciences Agronomiques d'université Mohamed Khider Biskra

- Étuve (Memmert)
- Balance analytique (Ohaus)
- Bain marie (Nahita)
- Refractomètre digital (DRB O-45nD)
- Réfrigérateur (Condor)

➤ Appareillages utilisés au laboratoire de Centre de Recherche Scientifique et Technique des Régions Arides – Biskra (CRSTRA)

- pH-mètre - conductivimètre (EZDO)
- Balance analytique (Ohaus)
- Balance électronique (Ohaus)
- Étuve (Memmert)
- Four à moufle (Sturart)
- Dessiccateur
- Bain marie (Memmert)
- Spectrophotomètre à flamme (JENNAY)
- Agitateur magnétique
- Centrifugeuse réfrigérée
- Homogénéisateur
- Bain ultrasons

➤ Appareillage utilisé au laboratoire de la répression des fraudes d'El Oued

- Réfractomètre d'abbé (ATAGO)

2.6. Analyses physico-chimiques

2.6.1. pH (potentiel Hydrogène)

Le pH de sirop de dattes est déterminé à l'aide d'un pH mètre. Les pH-mètres sont apparemment faciles à utiliser et donnent une lecture directe du pH d'une solution d'essai. Cependant, pour des résultats fiables, il est important que toutes les mesures de pH soient effectuées de manière légère et cohérente. Une électrode de verre dont le potentiel dépend de la concentration en H_3O^+ de la solution, est plongée dans la solution. Une fois le pH-mètre

étalonné, on relève la valeur du pH (LAWN et PRECHARD, 2003). Le résultat représente la moyenne de trois répétitions

2.6.2. Conductivité électrique

La conductivité électrique des dattes ou celle des sirops renseigne sur la teneur du produit en matières minérales.

Le principe de base de la mesure de conductivité est l'application d'une tension électrique à la solution à mesurer. Un courant électrique circule en fonction de la conductivité. L'appareil de mesure impose une tension constante et enregistre la variation du courant électrique, ou bien l'appareil de mesure impose un courant constant et évalue la variation de tension. Le résultat de la mesure de conductivité est exprimé en $\mu\text{S}/\text{m}$ (siemens par mètre). Elle varie en fonction de la température (MANNNS, 2007). Après rinçage de l'électrode à l'eau distillée, on prend la valeur de la température de la solution à analyser, puis on mesure la conductivité avec un conductimètre à partir de l'équation suivante :

$$C.E (\mu\text{S}/\text{cm}) = C.E m \times F$$

C.E : Conductivité électrique

C.E m : Conductivité électrique mesurée

F : Facteur de correction en fonction de la température

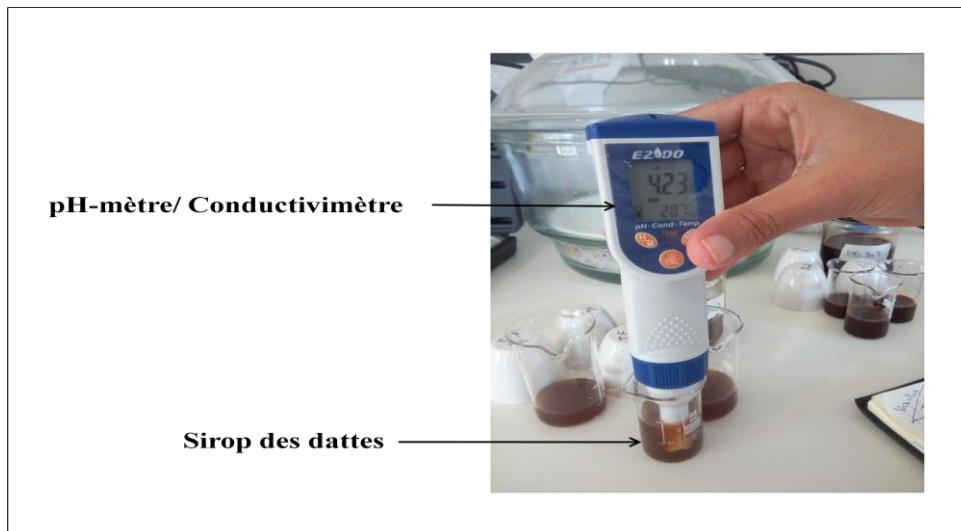


Figure 13: Mesure de pH et conductivité de sirop des dattes(Originale).

2.6.3. Taux de solides solubles (T.S.S) :

Le taux de solides solubles (TSS), exprimé en degré Brix, est déterminé à l'aide d'un réfractomètre d'abbé. Une goutte de sirop de dattes a été mise sur la plaque du réfractomètre préalablement nettoyée avec l'eau distillée. Le degré Brix a été lu directement sur l'échelle à l'intersection de la limite entre la frange claire et la frange foncée (DOUKANI et TABAK, 2014). Le réfractomètre est thermostaté qui permet une lecture directe de l'indice de réfraction (IR) et du degré Brix.



Figure 14: Réfractomètre d'abbé (Originale).

2.6.4. Densité

La densité renseigne sur l'état des produits par la mise en œuvre du taux de matière solide et de la viscosité. Elle est donc d'une importance considérable dans la mesure où elle nous renseigne sur l'aptitude des microorganismes vis à vis de l'état physique du milieu (OULD EL HADJ et *al*, 2001). Elle est mesurée à l'aide d'une éprouvette graduée, la lecture du volume initial d'eau (V_i), puis celle du volume final une fois l'échantillon immergé (V_f)

$$V = V_f - V_i$$

Cela permet de calculer la masse volumique.

2.6.5. Teneur en eau

La teneur en eau est définie comme étant la perte de poids subie lors de la dessiccation. Peser, séparément, 5 g du sirop de dattes dans des capsules propres. Mettre ces

capsules dans l'étuve à 105°C jusqu'au poids constant. Laisser refroidir les capsules avant la pesée dans un dessiccateur. Répéter l'opération plusieurs fois jusqu'à l'obtention d'un poids constant (DOUKANI et TABAK, 2014).

Expression des résultats :

$$H\% = \frac{(M_1 - M_2)}{P} \cdot 100$$

Soit H%: Teneur en eau ou Humidité ;

M1: La masse initiale en g «matière fraîche +capsule avant dessiccation ».

M2: La masse finale en g «matière sèche +capsule après dessiccation ».

P: La masse de la prise d'essai.

La teneur en matière sèche est calculée selon la relation :

$$\text{Matière sèche \%} = 100 - H\%$$

2.6.6. Teneur en cendres

L'estimation de cendres totales permet de juger la richesse en éléments minéraux du produit. En effet, le dosage des cendres est basé sur la destruction de toute matière organique sous l'effet de température élevée ($500 \pm 25 \text{ C}^\circ$).

Placer une prise d'essai de sirop de dattes dans un four à moufle pendant 3-5h à 500°C. A la sortie du four jusqu'à ce que le poids devienne constant (de couleur blanche ou blanc grisâtre) placer les échantillons dans un dessiccateur pour le refroidissement. Peser les capsules refroidies (DOUKANI et TABAK, 2014).

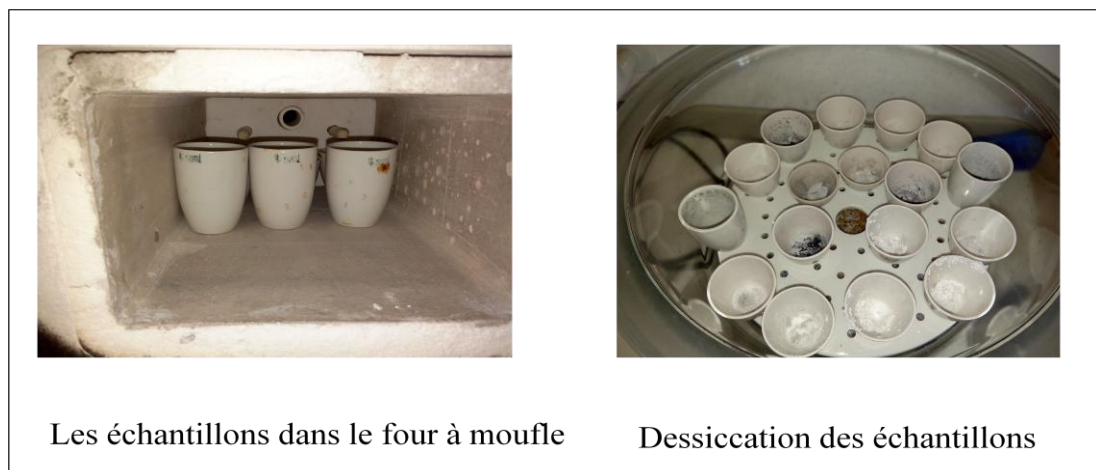


Figure 15: Mesures des cendres (Originale).

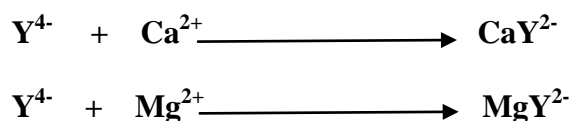
2.6.7. Les sels minéraux

➤ Dosage du sodium et potassium

On procède d'abord à une minéralisation d'une prise d'essai de sirop de datte. Les cendres sont ensuite dissoutes dans 5 ml d'acide chlorhydrique à 20 % et complétées à 50 ml avec l'eau distillée. Ces solutions sont passées au photomètre à flamme et les teneurs en sodium et potassium sont déterminées grâce aux courbes d'étalonnages. (ACOURENE et TAMA, 2001).

➤ Dosage de Ca^{2+} et Mg^{2+}

Les ions de calcium et magnésium sont titrés par une solution incolore d'EDTA. Le réactif titrant est l'ion éthylène diamine tétraacétate (Y^{4-}). L'indicateur de fin de réaction est le Noir d'Eriochromenoté NaH_2I . Le changement de couleur permettant le repérage de l'équivalence qui n'est visible que si le pH du milieu est voisin de 10, d'où les ajouts de solution tampon. Les ions calcium et les ions magnésium forment avec Y^{4-} un complexe $[\text{CaY}]^-$ et $[\text{MgY}]^-$ rouge (ANONYME, 2011).



2.7. Analyse biochimique

2.7.1. Détermination de la teneur en sucres par HPLC

Le dosage des sucres réducteurs ou non, peut être facilement effectué essentiellement par des méthodes chimiques, enzymatiques ou polarimétriques. Toutefois, lorsque le milieu à analyser renferme plusieurs de ces sucres, la plupart de ces méthodes ne conviennent pas et il est alors nécessaire de réaliser une séparation de la fraction glucidique par voie chromatographique.

Une technique de chromatographie semble bien adaptée à ce type de détermination est la chromatographie liquide à haute performance (HPLC).

➤ Principe

L'analyse des sucres par la chromatographie liquide à haute performance a fait l'objet de plusieurs travaux (MATHLOUTHI et REISER, 1995). HPLC constitue une technique analytique très employée. Elle correspond à une évolution de la chromatographie préparatoire sur colonne dont les performances, en termes de

sélectivité et résolution dont, une relation est établie entre l'intensité des pics chromatographiques et la concentration des solutés, par étalonnage. Le type de détecteur utilisé est dépendant des composés à analyser, pour les sucres, il s'agit d'un réfractomètre (FULKI *et al.*, 1994).

➤ **Préparation des échantillons (extraction des sucres)**

- a- Additionnement de l'eau ultra pure aux sirops des dattes (1/100)
- b- Homogénéisation de la solution à l'aide d'homogénéisateur (2mn, 7000t)
- c- Agitation par un agitateur pendant 1heure
- d- Mettre les échantillons dans des tubes puis traité l'homogénat par l'ultrason pendant 10mn
- e- Centrifugation pendant 15mn à température de -4°C (9000t/mn)
- f- Récupération de surnagent et filtration par des filtres seringue $0,45\mu\text{m}$
- g- Conservation des extraits à -20°C jusqu'à la lecture par HPLC.



A: Récupération de surnagent

B: Filtration par des filtres seringues

Figure 16: Récupération de surnagent et filtration par des filtres seringue (Originale).

➤ **Mode opératoire :**

L'analyse des sucres (glucose, fructose, et saccharose) par HPLC se fait sur le produit final des sirops. Cette analyse nécessite une préparation de l'échantillon, celui-ci est dégazé avec un bain à ultrason. La durée de l'analyse dure 50min. Dans un premier temps, l'échantillon est filtré, dilué. Dans un second temps, l'échantillon est à nouveau filtré afin d'enlever les composés phénoliques susceptibles de gêner l'analyse. On réalise un étalonnage externe avec une gamme étalon qui s'étend de 10 à 50 mg/ml pour chaque sucre. La colonne employée contient une phase stationnaire apolaire (alkylamine) et l'analyse se fait avec une phase mobile polaire (mélange acétonitrile/eau), ce qui correspond à une analyse en phase inverse. Les sucres sont détectés dans l'ordre suivant : glucose, fructose, saccharose.

➤ **Lecture par HPLC**

Les analyses ont été faites 3 fois pour chaque échantillon. L'identification des pics des composés glucidiques s'est faite grâce à des standards d'authentification en comparant les temps de rétention.

2.8.Traitement statistique (analyse de la variance)

L'analyse de la variance permet d'expliquer une variable quantitative par des variables qualitatives.

« L'analyse de variance ou test ANOVA recouvre un ensemble de techniques de tests et d'estimation destinées à apprécier l'effet de variables qualitatives sur une variable numérique et revient dans le cas simple à comparer plusieurs moyennes d'échantillons gaussiens » (SAPORTA, 1990).

Les différents paramètres cités ci-dessus sont réalisés 3 fois pour les différents sirops de trois variétés aux différentes températures d'extraction. Des analyses de la variance sont effectuées à l'aide du logiciel spécialisé **statview**. Les résultats sont jugés significatifs si la valeur « p » est inférieure à 0,005.

Résultats et discussion

1. Caractérisation physico-chimique

1.1. Potentiel hydrogène (pH)

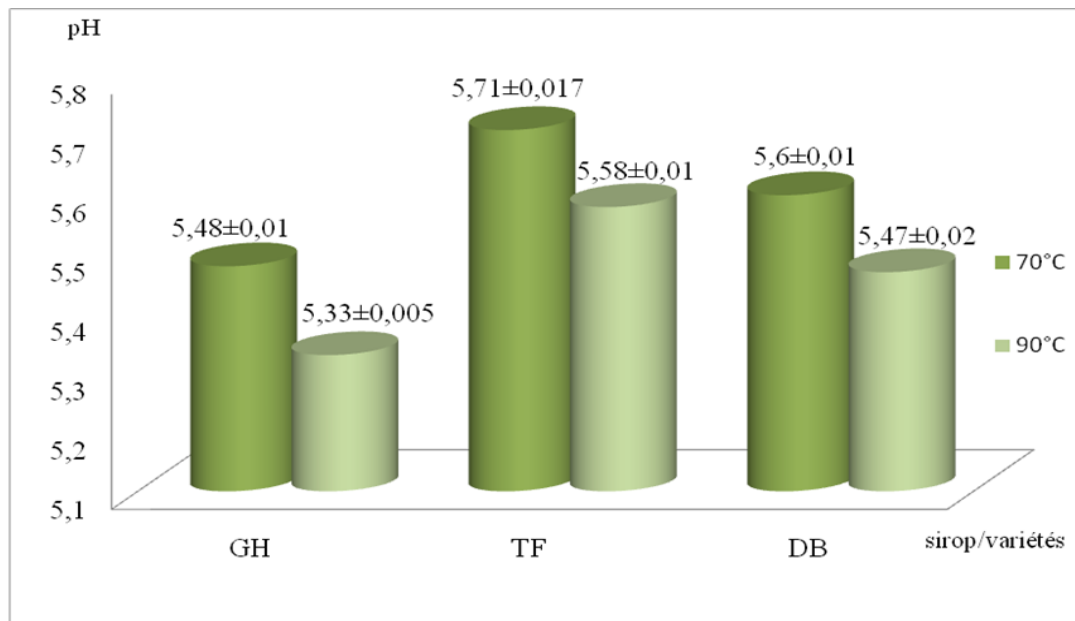


Figure 17: Variation de pH de sirops des variétés GH, TF et DB dans les températures 70°C et 90°C.

La figure 17 montre qu'il y a une diminution de pH de sirop de dattes dans la température 90°C comparativement au 70°C, avec une valeur extrême dans les sirops de TF de 5,71.

Les analyses statistiques indiquent que la diminution de pH dans la température 90°C est significative par rapport aux sirops élaborés à 70°C (Annexe1). Cette diminution est probablement due à l'effet de température élevée sur la teneur en eau, ce qui conduit à l'augmentation des acides diffusés dans le milieu.

Cependant, le pH de miel varie entre 3,2 et 5,5 (YAHIA et YAHAIYA, 2015). D'autre part, FERHAN *et al.*, (2017) montrent que le pH de sirop de dattes de l'Irak variant de 4.5 à 5. En effet, ces variations de pH nous permettent de juger que nos sirops des dattes de différentes variétés présentant un pH légèrement acide.

De même, FARAHNKY *et al.*, (2016), décèlent que l'acidité de sirop de dattes est due à la présence des acides organiques dans les fruits de dattes et la quantité d'eau utilisée. D'autre part, BOUKHIAR (2009) a exploité l'abaissement de pH comme moyen pour suivre l'évolution de la fermentation d'extrait de dattes pour l'obtention de vinaigre.

En parallèle, nos résultats sont plus proches à ceux obtenus par BENHAMED *et al.*, (2012) pour la variété Ghars, à savoir 5.64, aussi, ils sont semblables à ceux obtenus par CHAIRA *et al.*, (2007) révélant un pH de 5.46.

CHIKHROUHOU *et al.*, (2006), montrent que la clarification de sirop de Deglet Nour peut modifier l'acidité du milieu. Ils ont signalé des valeurs différentes de pH en fonction de traitement appliqué, le sirop brut (5.32), avec microfiltration (5.65), avec traitement enzymatique (5.46). Globalement, l'élaboration de sirop de Tafezouine dans la température 70°C représente une bonne clarification.

Bien que nos résultats de pH soient plus élevés que le pH de HFCS, dont ils varient entre 3,5 et 4,5 (ANONYME, 1999). Cette variation peut être expliquée par l'effet de température sur les acides organiques, de ce fait, lorsque la température augmente, la teneur en eau diminuée, donc le taux des acides organiques et l'acidité diminués encore plus.

1.2. Conductivité électrique

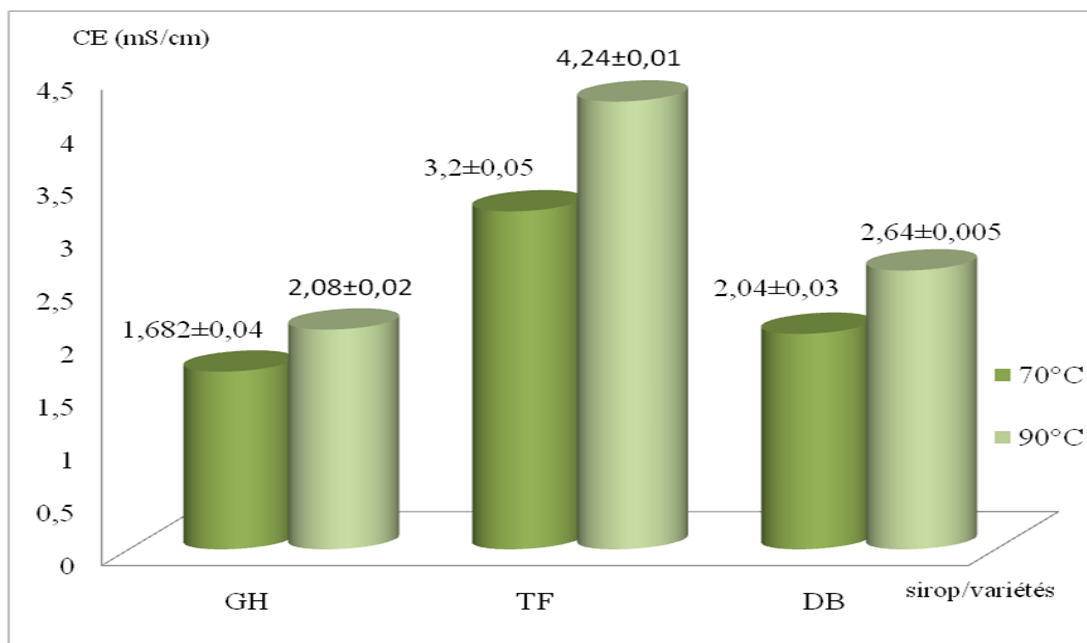


Figure 18: Conductivité électrique de sirops des variétés GH, TF et DB dans les températures 70°C et 90°C.

Comme le montre la figure 18, il y a une augmentation de CE des sirops de la température 90°C, dont le sirop de TF représente le taux le plus élevé de CE par rapport les sirops de DB et GH, avec une valeur de 4,24 (mS/cm).

Les analyses statistiques montrent qu'il y a une augmentation significative dans les sirops de dattes à la température de 90°C par rapport à celle de 70°C, aussi l'augmentation de CE est de façon significative dans le sirop de TF comparativement aux sirops de GH et DB (Annexe1). Alors, nous doutons que l'élévation de la température augmente en fonction de la salinité et la mobilité des ions dans les sirops, ce qui accroître la valeur de CE mesurée. De sorte que, le taux de CE soit conforme à la valeur de pH de sirop à savoir la nature et la concentration des ions dominantes dans les sirops. De même, RODIER (1997), montre que la conductivité électrique est influencée par le pH de la solution, la valence des ions et le degré d'ionisation.

Prenant en compte que la CE est mesurée après l'élimination de la partie cristallisée, d'où l'accumulation des sucres en quantité importante est caractérisée dans les sirops de la température 70°C, ce qui peut entraîner la diminution de CE. En effet, selon NAGOUDI (2014), la diminution de CE est expliquée par l'avancement de la maturation de dattes utilisées et l'accumulation des sucres dans les sirops.

1.3. Densité

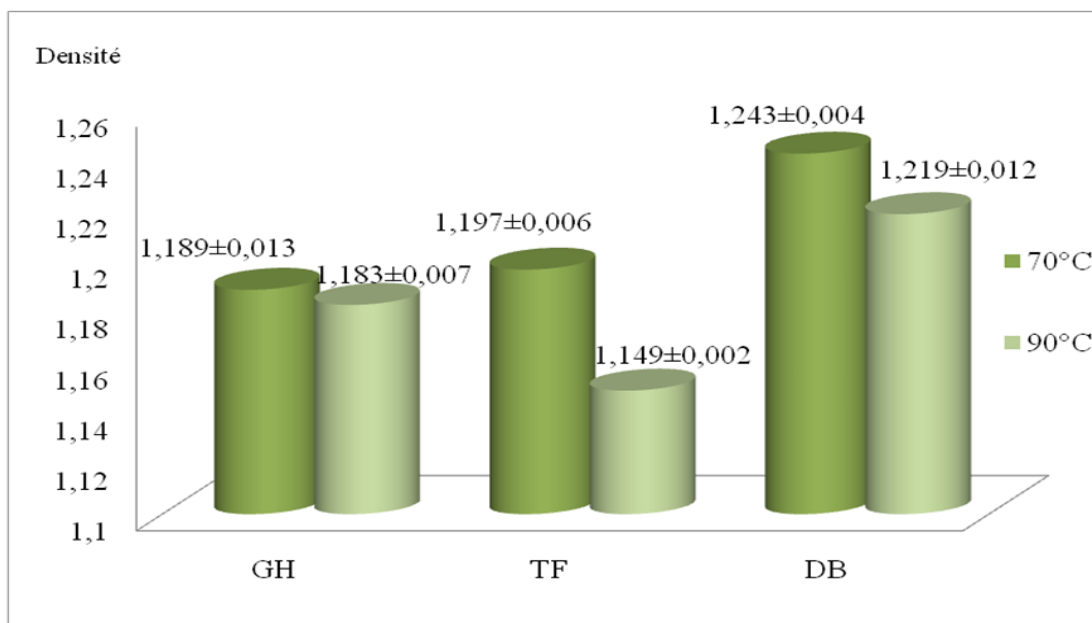


Figure 19 : Densité de sirops des dattes de variétés GH, TF et DB dans les températures 70°C et 90°C.

D'après la figure 19, le sirop de la variété DB extrait dans la température 90°C présente des valeurs maximales de densité par rapport les sirops des variétés GH et TF, dont elle atteint 1,243. Ainsi, nous remarquons que les sirops de dattes des variétés DB et TF

extraient dans la température 70°C sont plus élevés à ceux qui y ont été extraits à la température 90°C.

L'analyse statistique de nos résultats montre qu'il y a une augmentation de façon significative dans les sirops des variétés TF et DB extraient dans la température 70°C par rapport à ceux de la température 90°C (Annexe 3). Cette variation peut être expliquée par l'effet de température sur la masse volumique (quantité) d'eau.

Comme, il nous apparut que la densité du produit final est conditionnée par l'opération de condensation d'une part et la durée de cette dernière qui était échelonnée au dépend de la consistance de dattes et les différentes températures d'extraction d'autre part.

De même, MIMOUNI (2015) confirme que la densité des sirops est en fonction de la durée de condensation dont cette dernière peut s'étaler de 24 heures pour les variétés molles et les variétés demi-molles à 72 heures pour les variétés sèches.

Nos résultats sont similaires aux résultats de FARAHNAKY et *al.*, (2016), d'où ils montrent que la densité des HFCS y est comprise 1.045 et 1.351 g/ml. Tandis que, ils sont faibles par rapport à la densité des HFCS mentionnée en partie bibliographique qui varie entre 1.34 et 1.38 g/ml, cela peut être expliqué par la nature de la composition des HFCS d'origine de type amidon à savoir la composition des dattes dont les sucres dominants sont de nature simple.

1.4. Teneur en eau

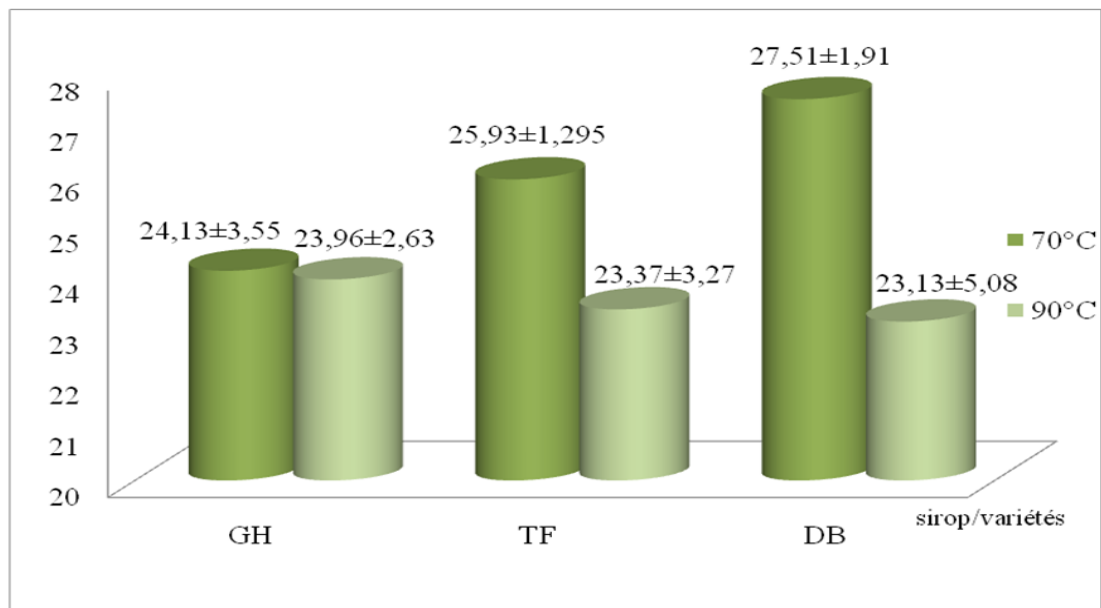


Figure 20: Teneur en eau de sirops des variétés GH, TF et DB dans les températures 70°C et 90°C.

Comme pour la densité, la teneur en eau dépend également de la condensation. Cette opération a pour but d'abaisser l'activité de l'eau des sirops et de faciliter ainsi leur conservation. D'où la figure 20 montre que les valeurs les plus élevées de teneur en eau sont présentes dans le sirop de la variété DB (27,51%), suivi par le sirop de variété TF (25,93%), puis de variété GH (24,13%) dans la température 70°C. Par contre le sirop de datte de la variété DB présente des valeurs les plus faibles de teneur en eau, suivi par le sirop de variété TF, puis le sirop de variété GH dans la température 90°C. D'autre part on remarque qu'il y a une élévation de teneur en eau dans le sirop de la variété DB de la température 70°C par rapport celle de la température 90°C.

L'étude statistique montre qu'il y a une augmentation de façon significative de teneur en eau dans le sirop de la variété DB dans la température 70°C par rapport ceux qu'est obtenus dans la température d'extraction 90°C (Annexe 2). Cette augmentation peut être sous l'effet de la durée de refroidissement des sirops et la quantité de la partie cristallisée éliminée qui peuvent influencer sur la teneur en eau de la partie de sirop restante.

En effet, La teneur en eau de sirop peut être également au dépend de la consistance des variétés fraîches au stade Tmar, ou du lieu d'entreposage après récolte.

EL-NAGA et ABD EL-TAWAB (2012), révèlent que la teneur en eau en sirop de dattes y compris entre 19.66 à 24.35%. En parallèle, (عبد الباسط، 2014) rapporte que la teneur en eau de « Dibs » est de l'ordre 24.8%.

D'autre part, nous ne constatons que les teneurs en eaux des sirops de différentes variétés décelées parues similaires à la teneur en eau des HFCS qu'est y compris entre 20 à 29% (DURAND et MONSAN, 1988), Néanmoins PARKER et *al.*, (2009) ont démontré que la teneur en eau des HFCS égale à 24%.

L'humidité d'un produit alimentaire constitue le principal facteur favorisant le développement des micro-organismes. Certaines moisissures et levures peuvent se développer dans un milieu sucré à humidité intermédiaire (teneur en eau inférieur à 25%) (DURAND et FAVARD, 1967). Les résultats obtenus des sirops élaborés à la température 90°C permettent les classer parmi les aliments à « humidité intermédiaire » dont la conservation est relativement aisée.

1.5. Taux de la matière sèche

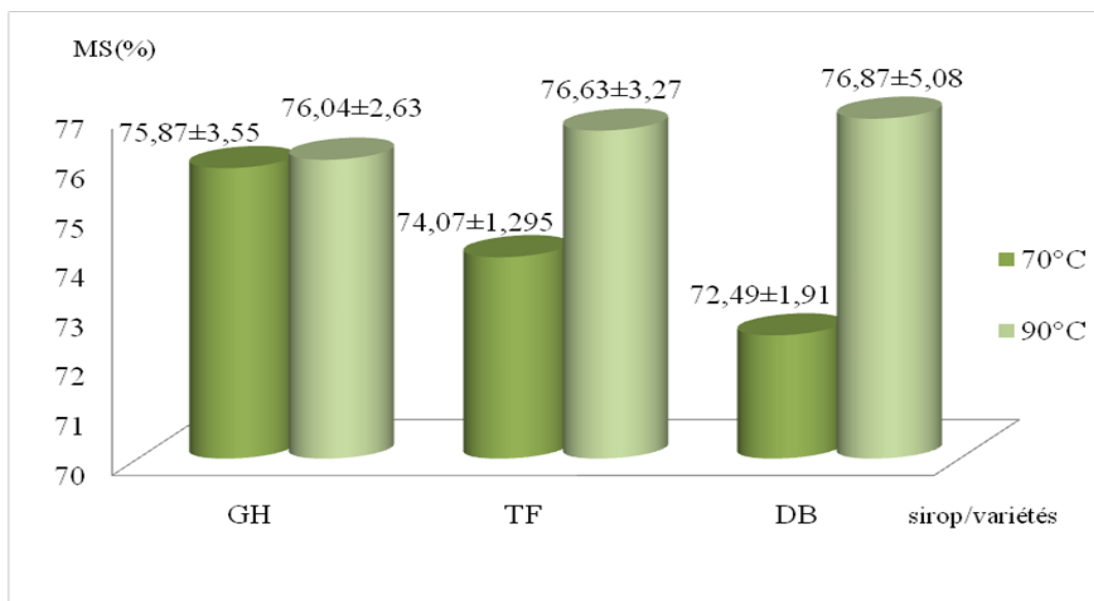


Figure 21 : Taux de matière sèche de sirops des variétés GH, TF et DB dans les températures 70°C et 90°C.

La figure 21 rapporte que le sirop de la variété DB présente des teneurs élevées de MS (76,87% ±5,08), suivi par le sirop de variété TF (76,63% ±3,27), puis de variété GH (75,85% ±2,63) dans la température d'extraction 90°C. Contrairement, le sirop de variété DB présente la teneur la plus basse de MS (72,49% ±1,91), suivi par le sirop de variété TF (74,07% ±1,29),

puis de variété GH ($75,87\% \pm 3,55$) dans la température 70°C . Par ailleurs on remarque que le taux de MS de sirop de la variété DB est plus élevé dans la température 90°C à ceux de la température 70°C .

D'après notre étude statistique, il y a une augmentation de façon significative de MS dans le sirop de la variété DB dans la température 90°C par rapport ceux obtenus dans la température d'extraction 70°C . Cette augmentation peut être liée à la consistance sèche de la variété DB qui nécessite des températures élevées afin de faciliter la diffusion des éléments organiques.

Nos résultats sont plus proches aux résultats de MIMOUNI (2015), qui sont dans l'intervalle (70% à 75%). Néanmoins, ils sont faibles par rapport les résultats de BENAHMED (2012) variant entre 58,25 et 59,92%.

Egalement, sont similaires aux résultats d'AUMAITRE et *al.*, (1978) qui montraient que le taux de matière sèche des HFCS est de l'ordre 69,1% à 71%, Aussi, ils sont plus proches aux résultats de DURAND et MONSAN (1988), qui sont comprises entre 71 et 80 %.

1.6. Taux de solides solubles (TSS)

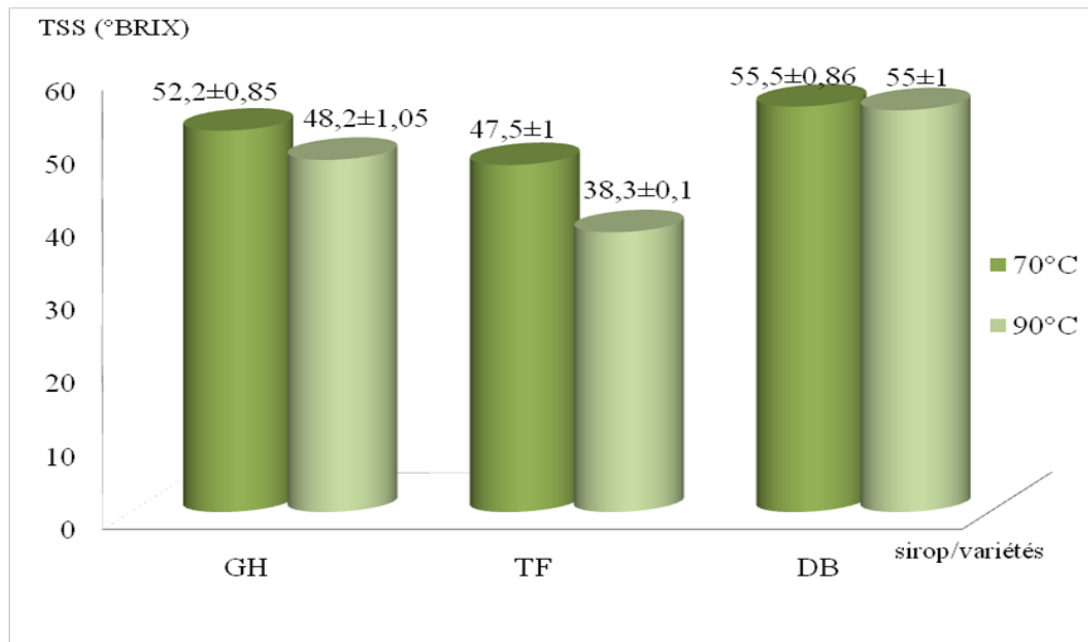


Figure 22: Taux de solides solubles de sirops des variétés GH, TF et DB dans les températures 70°C et 90°C.

D'après les données de la figure 22, les valeurs de taux de solides solubles de sirops de dattes sont comprises entre 38,3±0.01 et 55,5±0.86° Brix.

Il nous paraît clairement qu'il y a une diminution de taux de solides solubles dans la température 90°C, alors que les sirops de DB présentent des valeurs extrêmes de TSS qui sont égale 55,5±0.86, 55±1 ° Brix par rapport les sirops de GH et TF.

Nos résultats obtenus lors des analyses statistiques montrent qu'il y a une diminution significative ($p < 0.0002$ dans le sirop de GH et $p < 0.0001$ dans les sirops de TF et DB) de TSS dans la température 90°C, nous pensons que la température 90°C favorise l'accélération de l'évaporation d'eau en induisant à la diminution de l'extraction de solides solubles, par conséquence, la variété de DB présente une teneur élevée de matière sèche ceux qui explique l'augmentation significative ($p < 0.0001$) de TSS dans leur sirop par rapport au sirop de GH et TF. En effet, NAGOUDI (2014) a montré que le TSS semble suivre la teneur en eau.

Alors, la concentration des sirops est liée à la teneur en solides solubles, elle dépend de la technique d'extraction utilisée.

Rappelons qu'après condensation, les sirops de différentes variétés ayant un degré Brix voisin de 72°B. Le TSS des sirops élaborés sont diminués après l'élimination de partie

crystallisée, donc cette dernière est augmentée dans les sirops élaborés en température 70°C grâce au taux important de solides solubles diffusés comparativement au sirop élaborés de la température 90°C.

Globalement, Nos résultats sont plus proches au TSS de fructose qu'est 40,01% (ANONYME, 2013).

1.7. Teneur en cendres

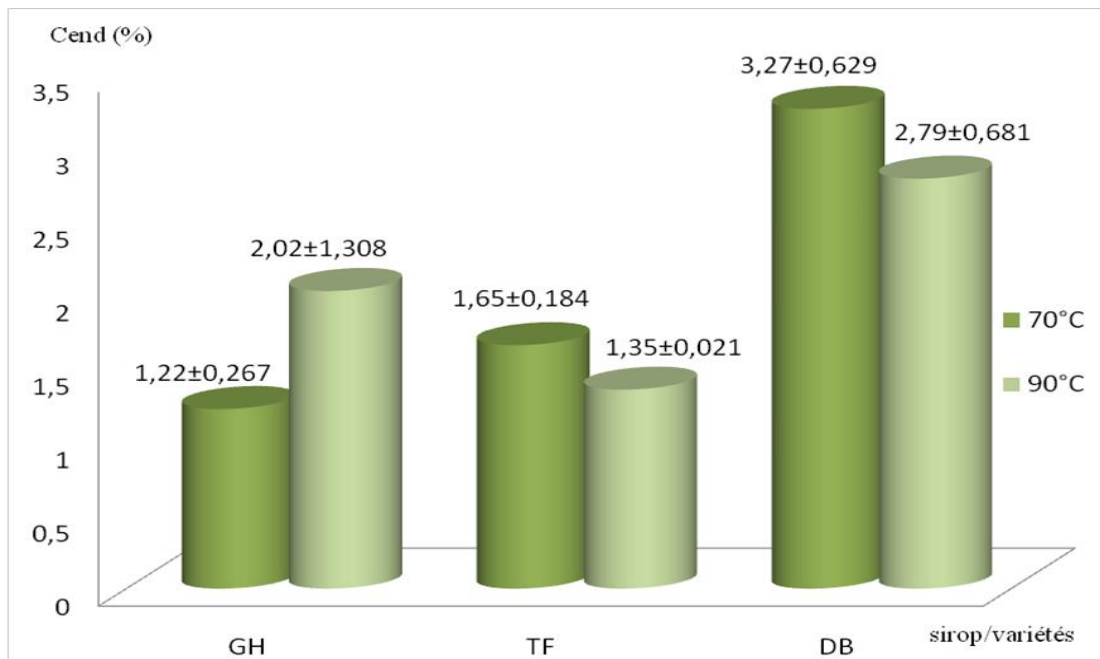


Figure 23 : Taux de cendres de sirops des dattes de variétés GH, TF et DB dans les températures 70°C et 90°C.

La figure 23 montre l'évolution de taux de cendres dans les sirops élaborés à la température 70°C selon la consistance des dattes correspondantes comme suites : le sirop de variété sèche (DB) présente le taux de cendre le plus élevé (3,27%), suivi par le sirop de variété demi molle, puis le sirop de variété molle qui a un faible taux de cendres (1,22%). Par ailleurs, les sirops élaborés dans la température 90°C présentent des valeurs faibles à celles de 70°C mais seulement dans les sirops de DB et TF. Par contre, le sirop de GH présente un taux de cendres élevé dans la température 90°C.

En effet, L'analyse statistique de nos résultats arbore qu'il existe une différence significative de valeurs moyennes de cendres de sirop de DB avec les sirops de GH et TF dans la température 70°C. Alors que, dans la température 90°C, la différence est également significative entre le sirop de DB et GH, ainsi, entre le sirop de DB et TF (Annexe 3). Ceci

peut justifier par l'abondance de fraction minérale dans la variété sèche par rapport les autres variétés. Ainsi, La méthode d'extraction est probablement la cause de l'élévation du taux des cendres dans l'extrait de dattes. De même, MUSTAFA et *al.*, 1983) affirment que l'utilisation d'une presse mécanique permet d'augmenter la teneur en cendres dans l'extrait jusqu'à 5.14.

Nos résultats sont compatibles avec celles de MIMOUNI et SIBOUKEUR (2011), selon ces auteurs, les sirops de dattes de variété sèche semblent plus riches en éléments minéraux par rapport aux autres sirops. Les teneurs en éléments minéraux peuvent varier non seulement avec la variété de datte utilisée mais semble aussi varier selon les techniques et les conditions d'extraction lors de la cuisson des dattes.

Généralement, nos valeurs des teneurs en cendres sont supérieures à celles de HFCS qui sont égale 0.30% (ANONYME, 1999), est vraisemblablement qu'en raison de la richesse de nos sirops en sels minéraux.

1.8. Eléments minéraux

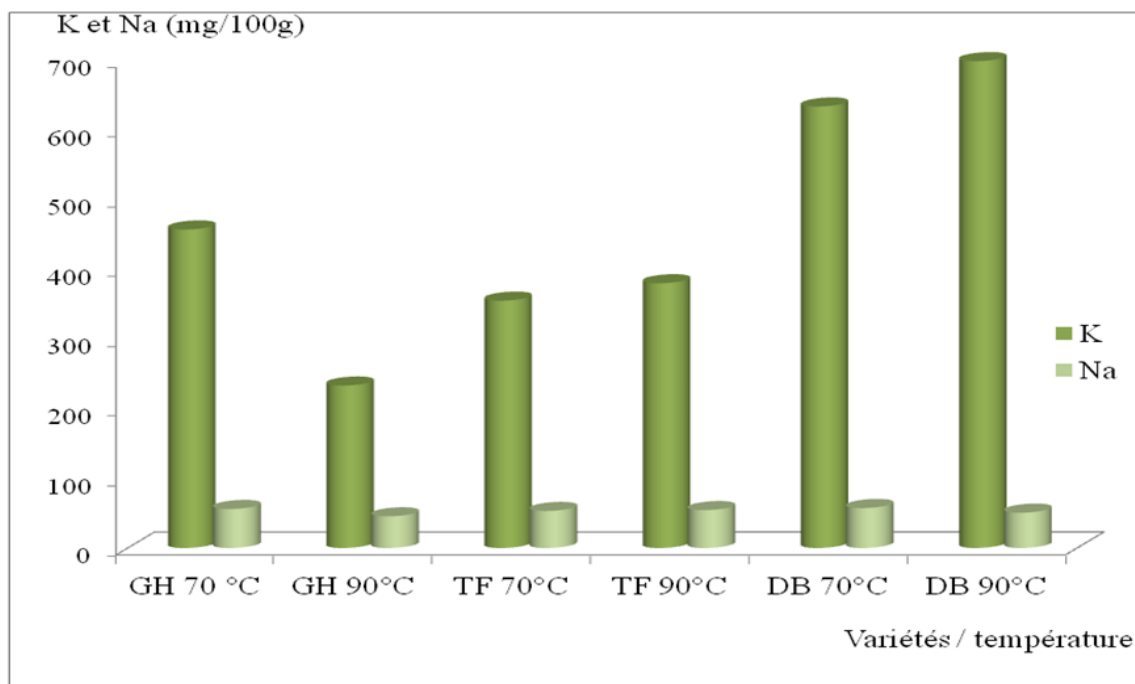


Figure 24 : Teneur de K et Na de sirops des variétés GH, TF et DB dans les températures 70°C et 90°C.

D'après la figure 24, on remarque que les sirops des dattes des variétés GH, TF et DB sont riches en potassium. Dont le sirop de la variété DB est le plus riche en K pour les deux températures d'extraction par rapport aux autres sirops. D'autre part, Le sirop des dattes de la variété DB présente des teneurs élevées en K dans la température d'extraction 70°C par rapport la température 90°C. Concernant la teneur de sodium, il ressort que les sirops des dattes des variétés GH, TF et DB présentent des teneurs très faibles par rapport les teneurs en potassium pour les deux températures d'extraction.

Nos résultats indique qu'il n'y a pas une variation significative concernant la teneur de potassium et sodium entre toutes les variétés pour les deux températures d'extraction, de ce fait la température d'extraction ne semble avoir aucun effet sur la concentration des sels minéraux dans le sirop. Nos résultats de K sont proches au AL-HOOTI et *al.*, (2002), qui montrent que les sirops de dattes variété Bihri et Safri contiennent entre 497.9 à 531 mg de K pour 100g de Matière fraîche. Les résultats obtenus de Na de sirops des dattes sont voisins aux résultats de MIMOUNI (2015), qui montre que le sirop de dattes de variété Ghars contient une teneur de Na entre 48 et 50 mg pour 100g.

Nos résultats sont supérieurs à ceux cités par PARKER *et al.*, (2010), qui montrent que le sirop à haute teneur en fructose contient 0 mg par 100 g de potassium et 2 mg par 100 g de sodium. Cette variation peut être expliquée par la nature de matière de base de nos sirops (dattes) puisque les HFCS sont préparés essentiellement de l'amidon de maïs.

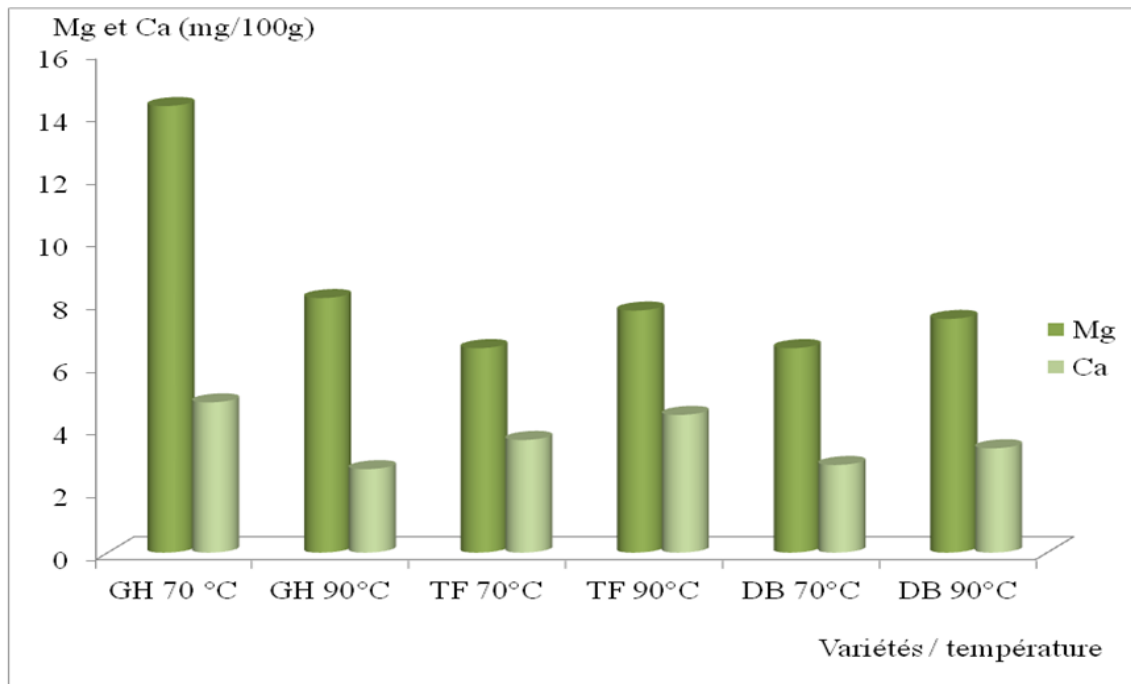


Figure 25 : Teneur de Mg et Ca de sirops des variétés GH, TF et DB dans les températures 70°C et 90°C.

Comme montre la figure 25, le sirop de la variété GH est le plus riches en Mg et Ca par rapport le sirop des variétés TF et DB dans les deux températures d'extraction. Par ailleurs le sirop de la variété GH dans la température 70°C est plus riche en Mg en comparant ceux obtenus dans la température d'extraction 90°C.

L'analyses statistiques des résultats rapportent qu'il y a une différence significative de taux de magnésium et Calcium dans le sirop de GH par rapport le sirop de TF et DB respectivement ($P < 0.0004$), ($P < 0.0004$) pour le Mg est ($P < 0,0218$), ($P < 0,0009$) pour Ca dans la température de diffusion 70°C. Aussi, elles enregistrent une variation significative dans la variété molle (Ghars) pour la température 70°C par rapport la température 90°C ($P < 0.0021$) est ($P < 0,0005$) pour Mg et Ca.

Nos résultats de Mg et Ca sont supérieurs par rapport aux résultats de SIBOUKEUR (1997) qui a révélé que le jus de dattes molles issue par tassement, renfermerait des teneurs

oscillent entre 0.20 à 0.71 mg pour 100g. Cette variation peut être expliquée par la richesse des variétés en magnésium et en calcium.

Les résultats obtenus des paramètres physicochimiques étudiés ont prouvé que la méthode adoptée dans notre étude pour l'élaboration des sirops (diffusion) permet une meilleure extraction de ces éléments. Ceci rehausse d'avantage la qualité nutritive des sirops de dattes. Ainsi, ces oligo-éléments sont indispensables pour le bon fonctionnement de l'organisme.

2. Caractérisation biochimique

L'objectif assigné à cette étude vise à l'amélioration de la qualité diététique des sirops bruts de dattes des variétés GH, TF et DB dont la composition est initialement, comparable à celle des HFCS 42% (fructose) (MIMOUNI, 2015), et en vue de déterminer la qualité du sirop ainsi la variété idéale conférant les caractéristiques plus proches aux HFCS 55 % et 90%.

1.1. Teneur en saccharose

Les analyses d'HPLC montrent l'absence totale de saccharose dans les sirops des dattes des variétés GH, TF et DB extraient dans la température 90°C, ceci peut être due à la température d'extraction choisie (90°C) qui a favorisé la coupure des liaisons de saccharose et son inversion en sucres invertis (glucose et fructose). En effet, la teneur relativement élevée en eau des sirops des dattes, responsable également de l'accélération du processus d'inversion du saccharose.

Selon MIMOUNI (2015), l'analyse qualitative par chromatographie sur couche mince de gel de silice des sucres du sirop brut de Ghars a permis d'identifier deux spots de couleur différentes correspondants au glucose et au fructose avec l'absence de spot correspondant au saccharose.

1.2. Teneur en fructose et glucose

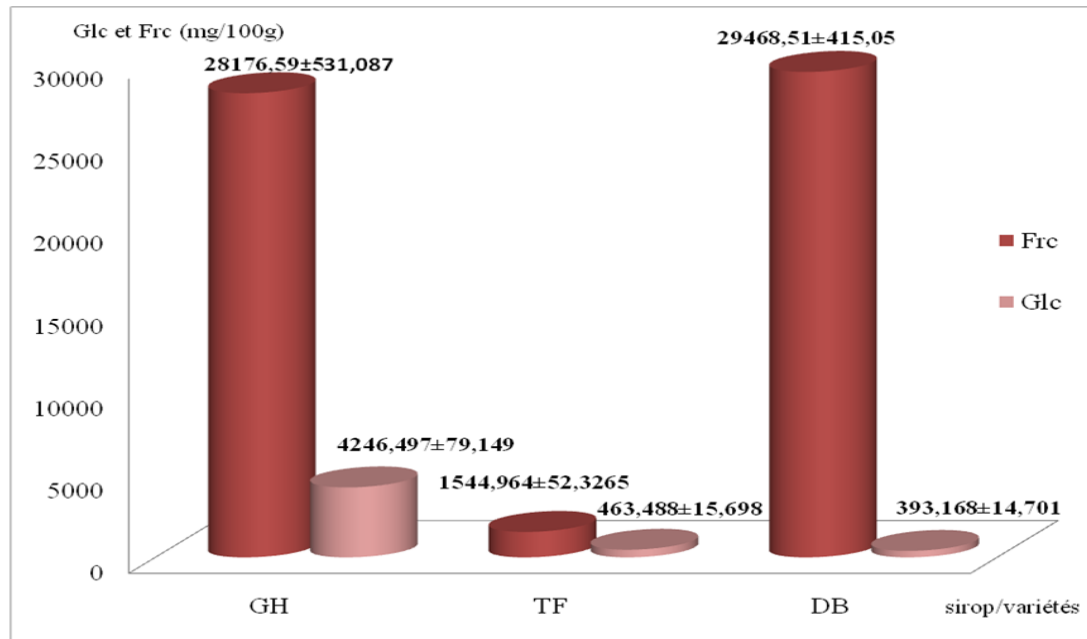


Figure 26 : Taux de fructose et de glucose dans les sirops des dattes des variétés GH, TF et DB dans la température d'extraction 90°C.

Comme le montre la figure 26, les teneurs en fructose dans les sirops séparés des dattes des variétés GH, TF et DB sont plus élevées par rapport les teneurs en glucose. On remarque que le sirop séparé de la variété DB présente des valeurs extrêmes de fructose (29468,51±415,05), suivie par le sirop de la variété GH (28176,59±531,08 mg/100g), puis le sirop de la variété TF (1544,96±52,32 mg/100g). Concernant les valeurs de glucose, on remarque que le sirop séparé de la variété GH contient plus glucose, puis le sirop de la variété TF et enfin le sirop de la variété DB.

L'étude statistique des résultats de fructose montre qu'il y a une augmentation significative ($P < 0,0001$) de sirop de la variété GH par rapport le sirop de la variété TF et aussi une augmentation significative ($P < 0,0001$) de sirops de la variété DB par rapport le sirop de variété TF. Cette augmentation peut être expliquée par la variation de quantité de la partie cristallisée. La même étude montre qu'il y a une diminution de taux de glucose dans le sirop de la variété TF par rapport le sirop des variétés GH et DB, cet abaissement est expliqué par l'existence d'une relation entre la quantité de la partie cristallisée et le taux des sucres, selon MIMOUNI, (2009), la fraction cristallisée contient un taux élevé de glucose, ceux qui explique le taux faible de glucose de sirop de la variété TF.

Plusieurs auteurs ayant travaillé sur les sirops de dattes issus des variétés molles, rapportent aussi la présence de deux sucres majeurs, le glucose et le fructose. Dans la même optique, MOKHBER *et al.*, (2008), ont entrepris plusieurs travaux sur les fruits du palmier dattier, vu son potentiel élevé en Iran. Parmi ces travaux, l'essai de production d'un sirop de dattes à haute teneur en fructose (HFDS). Les auteurs considèrent la datte, une source d'hydrates de carbone favorable et appropriée pour produire des sirops diététiques

Alors, le taux de Frc/Glc représenté par 74,95 dans le sirop séparé de la variété DB, suivi par 6,66 dans le sirop de la variété GH puis 3,33 dans le sirop de TF. De tout ce qui précède, nous pouvons rapprocher la composition glucidique des sirops des dattes des variétés DB et GH élaborés de celle des HFCS de la 2^{ème} voir la 3^{ème} génération.

Les sirops élaborés se particularisent donc par rapport aux HFCS de l'amidonnerie par la présence de substances nutritives contenues dans la datte, ce qui augmente son intérêt nutritionnel.

En conséquence, Les sirops de dattes élaborés de DB et GH présentent une teneur très appréciable de fructose, en les permettant d'être utilisés dans les régimes alimentaires des catégories de personnes qui cherchent à réguler leur glycémie.

Conclusion

En Algérie, la campagne phoenicicole 2015 a estimé une production dattière environ de 4 millions quintaux des variétés communes (MADR, 2015), inopportunément, représentant une faible valeur marchande, de ce fait, notre pays est appelé à intégrer cette espèce végétale, dans son processus de développement, par la transformation de la datte et la valorisation des sous-produits du dattier.

Dans ce travail, nous avons choisi trois variétés de dattes communes de consistance différentes, molle, demi molle et sèche (Ghars, Tafezouine et Degla-Beida) qui sont répandues dans la région d'Oued Souf.

Nous nous sommes intéressé, à essayer d'élaborer de sirop de datte par méthode de diffusion. Dont nous avons tenté une optimisation des conditions d'élaboration, pour objectif d'obtention de la meilleure cristallisation afin de les rapprocher le plus possible des HFCS.

Pour cela, nous avons utilisé deux températures d'extraction (70°C et 90°C), suivi d'une condensation à 60°C, ensuite par refroidissement du sirop à 4°C, puis élimination de la fraction cristallisée, et récupération de sirop amélioré.

L'étude des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques des sirops de trois variétés (GH, TF et DB) obtenus après élimination de la fraction cristallisée montre que le sirop de dattes issu de la variété DB à 90°C présente une qualité nutritionnelle appréciable et plus intéressante que les HFCS puisqu'il présente un pH légèrement acide de l'ordre 5.47, et une teneur en cendres de 1.35%. Ainsi, 4 éléments minéraux tels que K, Na, Ca et Mg en quantités non négligeable ont été mis en évidence. Alors que, la teneur en eau est de 23.13%, teneur en matière sèche est égale 78.87% et d'une densité de 1.219, ceux qui permettant de les classer au même titre que les HFCS.

Parallèlement, les résultats des compositions biochimiques de sirop issus de DB à 90°C sont plus intéressants du point de vue diététique vu que leur teneur en fructose est la plus élevée, En plus, un entreposage à 4°C durant 120 jours, permet d'éliminer la fraction glucosidique qui cristallise dans ces conditions, ce qui a favorisé la hausse de taux de fructose des sirops de dattes. En effet, le rapport Fructose/Glucose de sirop de DB est de l'ordre 74.95, ce qui permet de mettre ce produit entre la 2^{ème} (55% de fructose) et la 3^{ème} génération (90% de fructose) des HFCS.

D'autre part, les sirops de dattes peuvent être fabriqués même à l'échelle familiale puisque nécessite que de simples opérations (diffusion, condensation, refroidissement). Ils peuvent être utilisés comme édulcorant naturel car leur pouvoir sucrant, est élevé. Ces produits peuvent avoir des nombreux débouchés. Ils peuvent être consommés comme

substitut des HFCS et des édulcorants diététiques (fructose, sorbitol, aspartame...). De même qu'ils peuvent être utilisés comme ingrédients en confiserie, en pâtisserie, dans la fabrication des boissons « light » (hypocalorifiques et hypoglycémiques).

En fin, la valorisation des dattes communes par ses transformations en sirop est la solution idéale pour faciliter ses consommations comme un édulcorant naturel pour les diabétiques et les obèses, et entrainer sa commercialisation vers l'étranger.

*Références
bibliographiques*

- ABDELFATTAH, A. C. (1990)** - La datte et le palmier dattier, Ed. Dar El-Talae, Caire.
- AÇOURENE, S. et TAMA , M. (2001)**- Utilisation des dattes de faible valeur marchande (Rebuts de DN, Tinissine et Tantboucht) comme substrat pour la fabrication de la levure boulangère, Revue des énergies renouvelables, Numéro spécial : 1-3.
- AIT AMEUR,L.(2001)**- Analyse du processus de diffusion des sucres, des acides organiques et de l'acide ascorbique dans le système : Mech-Degla /Jus de citron, Mémoire de Magister. Département de Technologie Alimentaire.
- ALBERT, L.(1998)**- La santé par les fruits, Ed. VEECHI, pp 44-74.
- ALBETS, A., Bray, D., Johnson, A., Lenis, J., Raff, M., Roberts, K. et Nater, P. (2002)**- L'essentiel de la Biologie Cellulaire, Ed Delevigne, Paris, 1 – 10.
- AL-FARSI, M., ALASALVAR, C., AL-ABID, M., AL-SHOAILY, K., AL-AMRY, M. and AL-RAWAHY, F.(2007)**- Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products, Food Chemistry 104: 943-947.
- AL-HOOTI, S., SIDHU, J.S., AL-SAQER, J.M., AL-OTHMAN, A.(2002)**- Chemical composition and quality of date syrup as affected by pectinase/cellulase enzyme treatment, Food Chemistry, 79, pp 215-220.
- AL SHAHIB, W. MARSHALL, R. J. (2003)**- The fruit of the date palm: it's possible use as the best food for the future, Int. J. Food. Sci. Nutr, 54(4), 247-259.
- ANONYME.(2015)** - SIDAB Salon international de la datte de Biskra, 2^{ème} édition.
- ANONYME.(2014)**- Etat des lieux-le fructose-. Fonds français pour l'alimentation et la santé. Paris.
- ANONYME.(2013)**- BRIX - Sugar Determination, Density and Refractometry, 8 p.
- ANONYME.(2011)**- Determination of Total Calcium and Magnesium Ion Concentration, International, University of Canterbury, Christchurch, New Zealand.
- ANONYME.(2002)**- Statistiques agricoles : Superficies et productions, Ministère de l'agriculture et du développement rural, Série A, pp 5-6.
- ANONYME.(1999)**- High Fructose Syrup, International Starch Institute Science Park Arhus Denmaek.

- AUMAITRE, A., MELCION, J. P., VAISSADE, P., SEVE, B., PEINIAU, J., LAPANOUSE, A and VARO, H.(1978)** - Glucose, sirop de glucose à haute teneur en fructose (S.G.H.T.F.), ou saccharose dans les aliments de sevrage précoce du porcelet : influence sur l'agglomération et l'appétibilité. *Ann Zootech*, 27 (3), 409-421.
- BAHRAMIAN, S, AZIN, M, CHAMANI, M and GERAMI, A.(2011)**- Optimization of Enzymatic Extraction of Sugars from Kabkab Date Fruit, *Middle-East Journal of Scientific Research* 7 (2): 211-216
- BARREVELED, W.H.(1993)**- Date Palm Products. FAO, Agricultural services, Bulletin N° 101, Rome.
- BELGUEDJ, M.(2002)**- Caractéristiques des cultivars de dattiers dans les palmeraies du Sud-Est Algérien, *Revue : Les Ressources Génétiques du Palmier Dattier*, 245 – 251
- BELGUEDJ, M.(2001)**- Caractéristiques des cultivars de dattes dans les palmeraies du Sud-Est Algérien, N° 11, INRAA. El-Harrach, Alger.
- BEN ABBES, F.(2011)**- Etude de quelques propriétés chimiques et biologiques d'extraits de dattes «*Phoenix dactylifera .L*», Mémoire de Magister, Université Ferhat Abbas- Setif.
- BENAHMED, D.A.(2012)**- Analyse d'aptitude technologique de poudres de datte (*Phoenix dactylifera .L*) améliorées par la spiruline. Etude des propriétés théologiques nutritionnelles et antibactériennes, Thèse de doctorat en Technologie Alimentaire, Université M'hamed Bougara-Boumerdes.
- BENAMARA, S., CHIBANE, H., et BOUKHLIFA, M. (2004)**- Essai de formulation d'un yaourt naturel aux dattes, Industries Alimentaires et Agricoles IAA, Actualités techniques et Scientifiques, N° ½ mensuel, pp11-14.
- BENCHABANE, A. (1996)**- Rapport de synthèse de l'atelier "Technologie et qualité de la datte". In *Options méditerranéennes, série A, N° 28. Séminaires méditerranéens*, Ed. IAM, Zaragoza, Spain, pp 205-210.
- BENCHALAH, A.-C., et MAKKA, M.(2008)**- Les dattes, intérêt et nutrition. *Phytothérapie (ethnobotanique)* Spring, vol N°6, pp. 117-121.

- BENDJELLOUL, N.I., et BERRAGHDA, A.(2014)-** Caractérisations biochimiques des trois variétés de dattes (Ghars, Deglet-Nour et Degla-Beida), Licence, Université Kasdi Merbah , Ouargla.
- BENFLIS, S.(2006)-** Caractéristiques biochimiques de l'extrait de datte variété sèche «Mech-Degla». Mémoire d'Ingénieur. Département d'Agronomie. Batna.
- BENHARZALLAH, H., et BOUHOUREIRA, S. (2014)-** Effet de trois produits à base de dattes sur quelques germes de la flore intestinale, Mémoire d'Ingénieur d'Etat, Université kasdi Merbah – Ouargla.
- BESBES, S., BLECKER, C., DEROANNE, C., DRIRA, N. E., & ATTIA, H. (2004)-** Date seeds: Chemical composition and characteristic profiles of the lipid fraction, Food Chemistry, 84, 577-584.
- BIMBENET, J., DUQUENOY, A., TRYSTRAM, G. (2007)-** Génie des procédés alimentaires, des bases aux applications, 2^{ème} Ed RIA, 182-193.
- BOUGHNOU, N. (1988)-** Essai de production du vinaigre à partir des déchets de dattes, Thèse Magister INA El-Harrach.
- BOUKHIAR, A. (2009)-** Analyse de processus traditionnel d'obtention du vinaigre de dattes tel qu'appliqué au sud algérien : essai d'optimisation. Mémoire de Magister en Technologie Alimentaire. Université M'hamed Bougara Boumerdes.
- BOUSDIRA, K. (2007)-** Contribution à la connaissance de la biodiversité du palmier dattier pour une meilleure gestion et une valorisation de la biomasse : caractérisation morphologique et biochimique des dattes des cultivars les plus connus de la région du Mzab, classification et évaluation de la qualité, Mémoire de Magister Génie Alimentaire, Université de Boumerdes.
- BRAY,G. A. (2008)-** Fructose : should we worry, Int. J. Obes, (Lond), Dec, 7, 127- 137.
- BRAY, G. A., NIELSEN, S. J. and POPKIN, B. M. (2004),** Consumption of high-fructose corn syrup in beverages may play an important role in the epidemic of obesity, Am. J. Clin. Nutr, 79 (4), 537-543.
- CHAIRA, N., FERCHICHI, A., MRABET, A., and SGHAIROUN, M.(2007)-** Chemical composition of the flesh and the pit of date palm fruit and radical scavenging activity of their extracts. Biol. Sci, 10, 2202–2207.
- CHEFTEL, J., et CHEFTEL, C. (1977)-** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments, Vol I, 4^{ème} tirage, Ed. TECH et DOC-LAVOISIER, Paris.

- CHEIKHROUHOU, S., BAKLOUTI, S., HADJ-TAIEB,N., BESBES,S., CHAABOUNI,S., BLECKER, C., ATTIA, H. (2006)-** Elaboration d'une boisson à partir d'écart de triage de dattes: clarification par traitement enzymatique et microfiltration, *Fruits* Vol 61. *CIRAD/EDP Sciences*, p389-399.
- CHEHMA, A., ARAB, A., BOUDECHICHE, L., ROZROUT et TAHARA, A. (2008)-** Etude de la composition chimique des rebuts de dattes et des principales de dattes communes à faible valeur marchande, en vue de leur utilisation en alimentation du bétail. *The International Journal for Research into sustainable Developing World Agriculture*. Volume 20. N°6.
- DAVID, W. M. D., JAMELLE,S., POOJA, M and BRIAN,Y. M. D.(2009)-** Not So Sweet: Missing Mercury and High Fructose Corn Syrup, Institute for Agriculture and Trade Policy.
- DJERBI, M. (1994)-** Le précis de phoeniculture. Ed. FAO, Rome: 52 – 58.
- DJOUAB, A. (2007)-** Préparation et incorporation dans la margarine d'un extrait de dattes des variétés sèches, Mémoire de Magister en Génie Alimentaire. Université M'Hamed Bougara Boumerdès, 43 – 132.
- DOUKANI, K., et TABAK, S. (2014)-** Article Profil Physicochimique du fruit "*Lendj*" (*Arbutus unedo* L.) Laboratoire d'Agro Biotechnologie et Nutrition en Zones Semi Arides Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université de Tiaret, Algérie. *Journal .Nature & Technology*.
- DRANSFIELD, J., UHL, N.W., ASMUSSEN,C.B., BAKER,W. J., HARLEY,M. M., and LEWIS, C. E. (2008)-** Genera palmarum: The evolution and classification of palms. Royal Botanic Gardens, Kew, UK.
- DURAND M. et FAVARD P. (1967)-** La cellule. Ed. Hermann, n°2186, Paris : 38 – 39.
- DURAND, G. et MONSAN, P. (1982)-** Les enzymes, production et utilisations industrielles. Ed. Villars, N°1, Paris: 123-171.
- EL HADRAMI, A., EL IDRISSE, T., EL HASSNI, M., DAAYF, F., and EL HADRAMI, I., (2005)-** Toxin-based in vitro selection and its potential application to date palm for resistane to the Bayoud Fusarium wilt. *C. R. Biologie* 328, pp. 732-744.

- EL-NAGA,E.A., and ABD EL-TAWAB, Y. A. (2012)-** Compositional characteristics of date syrup extracted by different methods in some fermented dairy products. *Annals of Agricultural Science*.57(1), 29–36.
- EL-OGAIDI, A. K. H. (2000)-** Le palmier dattier *Science Technologique Agronomique et Industrielle*. Ed. Dar ezahran, Oman.
- ENTEZARI, M.H., NAZARY, S. H., KHODAPARAST, M. H. (2004)-** The direct effect of ultrasound on the extraction of date syrup and its micro-organisms. *Ultrasonics Sonochemistry* 11: 379-384.
- ESPIRAD, E. (2002)-** Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed. Tec et Doc – Lavoisier, 147 – 155.
- ESTANOVE, P. (1990)-** Note technique Valorisation de la datte, en Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 11: 301, 318.
- FAO. (2015)-** Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation et L'agriculture .Rome. Italie.
- FARHAN, H., EGZAR, H., and SAHAP.E. (2017)-** Physical and chemical properties of homemade Dates syrup (molasses) from middle Iraq cities. *International Journal of Scientific and Research Publications*, Volume 7.2250-3153.
- FARAHNAKY, A., MANSOORI, N., MAJZOBI, M. and BADI, F. (2016)-** Physicochemical and sorption isotherm properties of date syrup powder: Anti plasticizing effect of maltodextrin. *Food and Bio products Processing*, 98, 133-141.
- FAVIER, J.C., IRELAND, R.J., TOQUE, C., et FEINBERG, M.(1995)-** Répertoire général des aliments. Ed. Tec et Doc Lavoisier, INRA.
- FAVIER, J. C., IRELAND, R.J., LAUSSUCQ, C., et FEINBERG, M. (1993)-** Répertoire général des aliments. Table de composition des fruits exotiques, fruits de cueillette d'Afrique. Tome III, Ed. orstom , Lavoisier, Inra Editions, 27-28 pp.
- FOSTER-POWELL, K. S., HOLT H. A., et BRAND-MILLER, J. C. (2002)-** International table of glycemic index and glycemic load values. *American Journal of Clinical Nutrition*. 76 (1), 5-56.
- FULKI, T., PELAYO, E. et PALABAY R. B. (1994)-** Sugar composition of varietals juices produces from fresh and stored apples. *J. Agric. Food chem.*, 42:1266.

- GAUDET, P., et YINDOULA, J. (2008)-** Matière et énergie dans les systèmes: manuel de chimie-Biochimie Alimentaire. Ed. Laurence Audenet-Verrier, Dijon.
- GILLES, P. (2000)-** Cultiver le palmier dattier. Ed. Ciras.
- GUATTIERI M., et RAPACCINI S. (1994)-** Date stones in broiler's feeding. In Technologie de la datte. Ed. GRIDAO.
- GUERIN, B., GAUTHIER, A., et ORTHIEB, J. (1982)-** Série de synthèse bibliographique.: Les sirops (saccharose, glucose, fructose et autre édulcorants : valeur technologique et utilisation. Ed. APRIA, n^o 18, Paris.
- HAMADA, J. S., HASHIM, I. B., & SHARIF, A. F. (2002)-** Preliminary analysis and potential uses of date pits in foods. Food Chemistry, 76, 135-137.
- HANACHI, S., KHITRI, D., BENKHALIFA, A., et BRACDE PERRIER ,R.A. (1998)-** Inventaire variétal de la Palmeraie Algérienne.
- HANOVER, L. M., and WHITE, J. S. (1993)-** Manufacturing, composition, and applications of fructose. Am. J. Clin. Nutr., 58 (5), 724-732.
- HARRAK, H., et BOUJNAH, M. (2012)-** Valorisation technologie des dattes au Maroc. INRA édition , Maroc.
- IBRAHIM, M. A., et KHALLIL, H. N. M. (1997)-** Le palmier dattier protection et production. Ed Iskandaria : 432 – 627.
- JACCOT, B., et CAMPILLO, B. (2003)-** Nutrition humaine. Ed MASSON, Paris.
- KENDRI, S.(1999)-** Caractéristiques biochimiques de la biomasse "*Saccharomyces cerevisiae* " produite à partir des dattes " Variété Ghars ". Mémoire d'Ingénieur. Département d'Agronomie. Batna, 51 p.
- LAWN, R., and Prichard, E. (2003)-** Pratical laboratory skills Training guides (measurement of pH) .
- LIMA, D. M., FERNANDES, P., NASCIMENTO, D. S., RIBEIRO, F., and ASSIS. S. A. (2011)-** Fructose Syrup: A Biotechnology Asset. Food Technol. Biotechnol. 49 (4), 424–434.
- MADR (2013)-** Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. DSASI. Série B. Statistiques agricoles.

- MAIER, V. P., D. M. METZLER., and A. F. HUBER. (1964)-** "3-3-Caffeoylshikimic acid (dactylifric acid) and its isomers a new class of enzymic browning substrates." *Biochemical and Biophysical Research Communications* 14(2): 124-128.
- MANN, R.(2007)-** Guide de la mesure de conductivité JUMO, FAS 624, édition 04.07.pp 78.
- MARSHALL, R. O., and KOOI, E. R. (1957)-** The enzymatic conversion of d-glucose to d-fructose. *Sci.*, 125 (3249): 648-649.
- MATALLAH, M. M. A. (2004)-** Contribution à l'étude de la conservation des dattes variétés Deglet Nour : Isotherme d'adsorption et de désorption. Mémoire d'Ingénieur Agronomie, INA, El Harrah.
- MATHLOUTHI, M., and REISER, P. (1995)-** Le saccharose. Propriétés et applications. Ed. POLYTECH-NICA, pp 179-183.
- MIMOUNI, Y. (2015)-** Développement de produits diététiques hypoglycémiant à base de dattes molles variété «Ghars», la plus répandue dans la cuvette de Ouargla. Thèse de Doctorat en Sciences Biologiques, Université Kasdi Marbah Ouargla.
- MIMOUNI, Y., et SIBOUKEUR, O. E. K. (2011)-** Etude des propriétés nutritives et diététiques des sirops de dattes extraits par diffusion, en comparaison avec les sirops à haute teneur en fructose (isoglucoses), issues de l'industrie de l'amidon. *Ann. Sci. Tech.*, 3(1), 1-11.
- MIMOUNI, Y.(2009)-** Mise au point d'une technique d'extraction de sirops de dattes ; comparaison avec les sirops à haute teneur en fructose (HFCS) issus de l'amidonnerie. Mémoire de Magister. Université Kasdi Marbah Ouargla.
- MOGDAD, N., et REFFAS, I. (2011)-** Détermination et optimisation des méthodes d'extraction de sirop de dattes Variété « Ghars ». Mémoire d'Etudes Supérieures en Biochimie, Université Kasdi Marbah Ouargla.
- MOKHBER M. J., ALEMZADEH I. and VOSSOUGH M. (2008)-** Optimization of HFDS production from date syrup. *Archive of SID.*, 21 (2), 127 – 134.
- MORRE, H. E. Jr. (1973)-** The major groups of palms and their distribution. *Gentes Herb.*11 (2): 27-141.
- MULTON, J.L., et LEPATRE, F. (1984)-** Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries Agroalimentaires. Ed APRIA, Paris : 53 – 276.

- MUNIER, P. (1973)-** Le palmier dattier, techniques agricoles et productions tropicales. Ed maison neuve et la rosse, Paris.
- MUSTAFA, A.I., HAMAD, A. M., and AL-KAHTANI, M.S. (1983)-** Date varietiers for jam production. Actes du Colloque "The First Symposium on The Date Palm", King Faisal University, Al-Hassa Kingdom of Saudi Arabia : 496-502.
- NAGOUDI (2014)-** Effet de la congélation sur les caractérisations des dattes de cultivars Timjoughert et Adela, Bent Qbala, Master Académique, Université Kasdi Marbah Ouargla.
- NOUI, Y.(2001)-** Caractérisation physico-chimique comparative des deux principaux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech-Degla. Mémoire de Magister. Université M'hamed Bougara Boumerdes.
- NOUI, Y. (2007)-** Caractérisation physico-chimique comparative des deux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech-Degla. Mémoire de Magister en Génie Alimentaire, Université de Boumerdès.
- NORMAND, S., KHALFALLAH, Y., LOUCHE-PELISSIER, C., PACHIAUDI, C., ANTOINE, J. M., BLANC, S., DESAGE, M., RIOU, J. P., and LAVILLE, M. (2001)-** Influence of dietary fat on postprandial glucose metabolism (exogenous and endogenous) using intrinsically (13) C-enriched durum wheat. British Journal of Nutrition. 86 (1), 3-1.
- OUELD EL HADJ, M. D., SEBIHI, A. H., and SIBOUKEUR, O. (2001)-** Qualité hygiénique et caractéristique physico-chimique du vinaigre traditionnel de quelques variétés de dattes de la cuvette d'Ouargla. Revue Energies. Renouvelables. Production et Valorisation. Biomasse., 87 – 92.
- PARKER, K., SALAS, M., and VERONICA, C. (2010)-** High fructose corn syrup: Production, uses and public health concerns, Biotechnology and Molecular Biology Review Vol. 5(5), pp. 71 – 78.
- PROST, J. P. (1977)-** Apiculture. Ed. Baillier, Paris : 247 -252.
- RODIER, J. (1997)-** Analyse de l'eau naturelle. Eaux résiduaires. Eau de mer. Tome 1. Ed. Dunod, 7ème Ed., Paris : 23 – 47.
- SAA, Statistique Agricole Algérienne. (2011).**

- SAPORTA, G. (1990)**- Probabilités, analyse des données et statistique, Ed : Techniques Paris.
- SAYAH, Z. (2008)**- Contribution à l'étude des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques des dattes sèche, molles, et demi-molles de la cuvette d'Ouargla. Mémoire Magister en Biologie. Université Kasdi Merbah, Ouargla.
- SEDRA, M.H. (2003)**- Le bayoud du palmier dattier en Afrique du nord, FAO, RNE/SNEA- Tunis. Edition FAO sur la protection des plantes. Imprimerie Signes, Tunis, Tunisie.
- SIBOUKEUR, O. K. (1997)**- Qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique du jus de dattes. Thèse Magister en Sciences Alimentaires. Université Kasdi Marbah Ouargla.
- TOUTAIN, G. (1996)**- Rapport synthèse de l'atelier "Techniques culturelles du palmier dattier". In Options méditerranéennes, série, N° 28. Le palmier dattier dans l'agriculture d'oasis des pays méditerranéens. Ed. IAM, Zaragoza, Spain, pp 201-205.
- TOUTAIN, G. (1979)**- Eléments d'Agronomie Saharienne : de la recherche au développement. Ed. JOUVE, Paris.
- TOUZI, A. (1997)**- Valorisation des produits et sous-produits de la datte par les procédés biotechnologiques. Rapport de synthèse de l'atelier "Technologie et qualité de la datte", CIHEAM - Options Méditerranéennes, 214 pp.
- ULRICH, M., (2013)**- Valorisation des dattes non comestibles en Algérie. Coopération allemande:1-15.
- VILKAS, M.(1992)**- Vitamines .Ed. HERMANN.
- WHITE, J. S. (1992)**- Fructose syrup: production, properties and applications, in FW Schenck& RE Hebeda. Eds, Starch Hydrolysis Products – Worldwide Technology, Production and Applications. VCH Publishers, Inc: 177-200.
- YAHIA MAHAMMED, S., et YAHIA YA MAHAMMED, W. (2015)**- Analyses physico-chimique de quelque miel de la wilaya : Ain Defla, Djendel, Bathia, Bourached et Miliana. Mémoire de Master. Sciences et Techniques des Productions Animales. Université Djilali Bounaama Khemis Miliana.

-YAHIAOUI, M.(1998)- Caractérisation physico-chimique et l'évolution du brunissement de la datte Deglet-Nour au cours de la maturation. Thèse de Magister, INA. El-Harrach, Alger.

-عبد الباسط عودة إبراهيم (2014). صناعة عسل التمر (الدبس). العراق

-بكري حسين حسن (2000). انتاج دبس التمر وسكر التمر عالي الفركتوز على مستوى صناعي. جامعة الملك سعود.

المملكة العربية السعودية

-عاطف محمد إبراهيم ومحمد إبراهيم حجاج (1998). نخلة التمر: زراعتها، رعايتها، ونتاجها في الوطن العربي. جامعة

الإسكندرية. مصر.

Annexes

Annexe 1 : Analyse de variance des pH et conductivité

Paramètres Variétés et température	pH		CE	
	Valeurs de P	Signification	Valeurs de P	Signification
GH 70°C - GH90°C	<0,0001	DS	<0,0001	DS
TF 70°C - TF 90°C	<0,0001	DS	<0,0001	DS
DB 70°C - DB 90°C	<0,0001	DS	<0,0001	DS
GH 70°C- TF 70°C	---	PDS	<0,0001	DS
GH 70°C - DB 70°C	---	PDS	<0,0001	DS
TF 70°C - DB 70°C	---	PDS	<0,0001	DS
GH 90°C- TF 90°C	---	PDS	<0,0001	DS
GH 90°C - DB 90°C	---	PDS	<0,0001	DS
TF 90°C - DB 90°C	---	PDS	<0,0001	DS

Annexe 2: Analyse de variance de teneur en eau et matière sèche

Paramètres Variétés et température	Teneur en eau		MS	
	Valeurs de P	Signification	Valeurs de P	Signification
GH 70°C - GH90°C	---	PDS	---	PDS
TF 70°C - TF 90°C	---	PDS	---	PDS
DB 70°C - DB 90°C	<0,0001	DS	<0,0001	DS
GH 70°C- TF 70°C	---	PDS	---	PDS
GH 70°C - DB 70°C	<0,0001	DS	<0,0001	DS
TF 70°C - DB 70°C	<0,0001	DS	<0,0001	DS
GH 90°C- TF 90°C	---	PDS	---	PDS
GH 90°C - DB 90°C	<0,0001	DS	<0,0001	DS
TF 90°C - DB 90°C	<0,0001	DS	<0,0001	DS

Annexe 3: Analyse de variance des cendres et densité

Paramètres Variétés et températures	Cendres		Densité	
	Valeurs de P	Signification	Valeurs de P	Signification
GH 70°C - GH90°C	---	PDS	---	PDS
TF 70°C - TF 90°C	---	PDS	<0,0001	DS
DB 70°C - DB 90°C	---	PDS	0,0057	DS
GH 70°C- TF 70°C	---	PDS	---	PDS
GH 70°C - DB 70°C	<0,0001	DS	<0,0001	DS
TF 70°C - DB 70°C	<0,0001	DS	<0,0001	DS
GH 90°C- TF 90°C	---	PDS	0,0006	DS
GH 90°C - DB 90°C	<0,0001	DS	0,0004	DS
TF 90°C - DB 90°C	<0,0001	DS	<0,0001	DS

Annexe 4: Analyse de variance de Potassium et Sodium

Paramètres Variétés et températures	K		Na	
	Valeurs de P	Signification	Valeurs de P	Signification
GH 70°C - GH90°C	---	PDS	---	PDS
TF 70°C - TF 90°C	---	PDS	---	PDS
DB 70°C - DB 90°C	---	PDS	---	PDS
GH 70°C- TF 70°C	---	PDS	---	PDS
GH 70°C - DB 70°C	---	PDS	---	PDS
TF 70°C - DB 70°C	---	PDS	---	PDS
GH 90°C- TF 90°C	---	PDS	---	PDS
GH 90°C - DB 90°C	---	PDS	---	PDS
TF 90°C - DB 90°C	---	PDS	---	PDS

Annexe 5: Analyse de Magnésium et Calcium

Paramètres Variétés et températures	Mg		Ca	
	Valeurs de P	Signification	Valeurs de P	Signification
GH 70°C - GH90°C	0,0021	DS	0,0005	DS
TF 70°C - TF 90°C	---	PDS	---	PDS
DB 70°C - DB 90°C	---	PDS	---	PDS
GH 70°C- TF 70°C	0,0004	DS	0,0218	DS
GH 70°C - DB 70°C	0,0004	DS	0,0009	DS
TF 70°C - DB 70°C	---	PDS	---	PDS
GH 90°C- TF 90°C	---	PDS	0,0025	DS
GH 90°C - DB 90°C	---	PDS	---	PDS
TF 90°C - DB 90°C	---	PDS	0,0372	DS

Annexe 6: Analyse de variance de taux des solides solubles (TSS)

Paramètres Variétés et températures	TSS	
	Valeurs de P	Signification
GH 70°C - GH90°C	<0,0001	DS
TF 70°C - TF 90°C	<0,0001	DS
DB 70°C - DB 90°C	<0,0001	DS
GH 70°C- TF 70°C	<0,0001	DS
GH 70°C - DB 70°C	<0,0001	DS
TF 70°C - DB 70°C	<0,0001	DS
GH 90°C- TF 90°C	<0,0001	DS
GH 90°C - DB 90°C	<0,0001	DS
TF 90°C - DB 90°C	---	PDS

Annexe 7: Analyse de variance de glucose et fructose

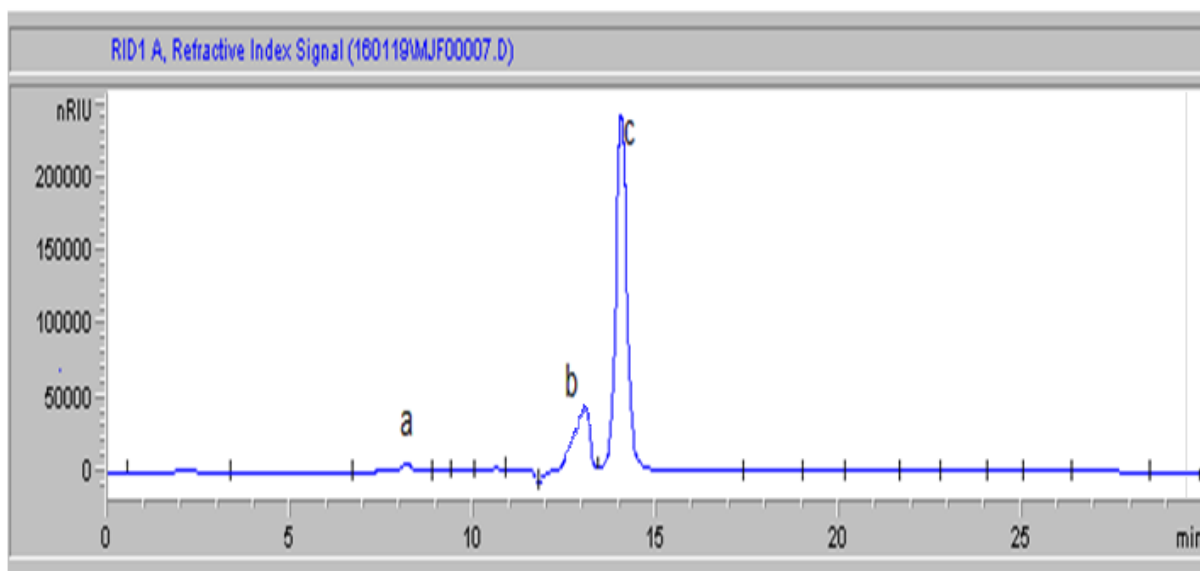
Paramètres Variétés en 90°C	Fructose		Glucose	
	Valeurs de P	Signification	Valeurs de P	Signification
GH – TF	<0,0001	DS	<0,0001	DS
GH – DB	0,0067	DS	<0,0001	DS
TF – DB	<0,0001	DS	0,1206	PDS

Annexe 8 : Pourcentage de fructose /glucose

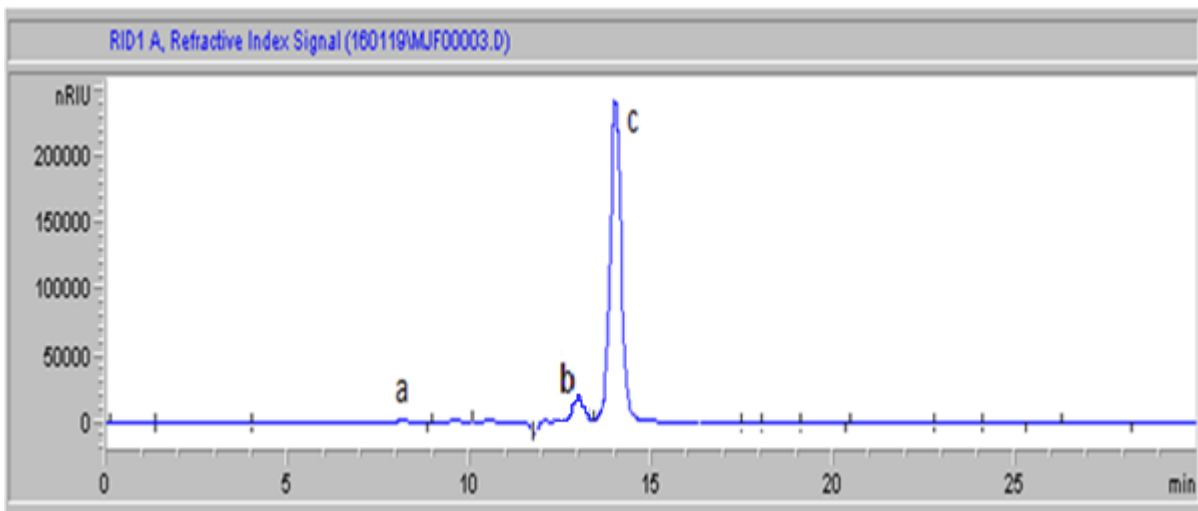
Variétés	Frc/Glc
GH	6,666654
TF	3,333336
DB	74,95136

Annexe 9 : Analyse de Salinité

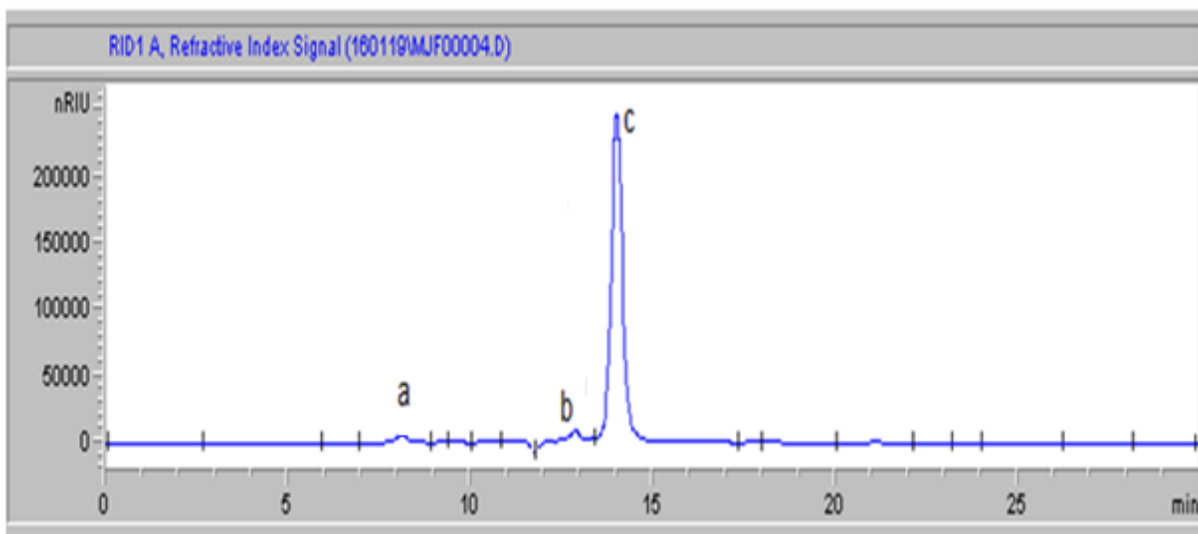
Température Variétés	GH (Moy±écart type)	TF (Moy±écart type)	DB (Moy±écart type)
70°C	1,667± 0,045	1,087± 0,03	0,742± 0,087
90°C	2,12± 0,026	1,35± 0,04	1,02± 0,005

Annexe 10 : Pics de sucres de variété Ghars

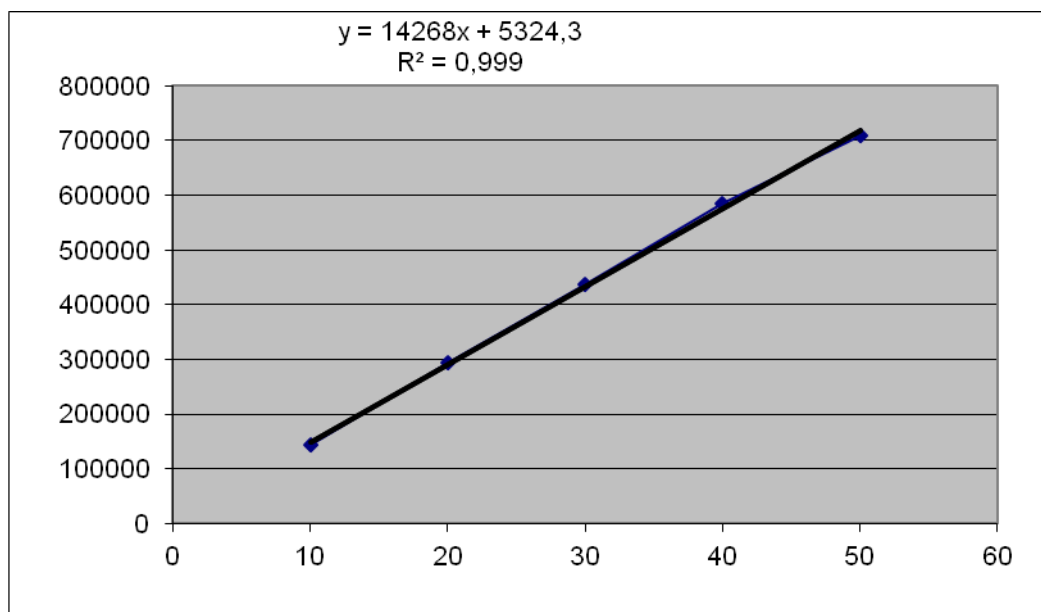
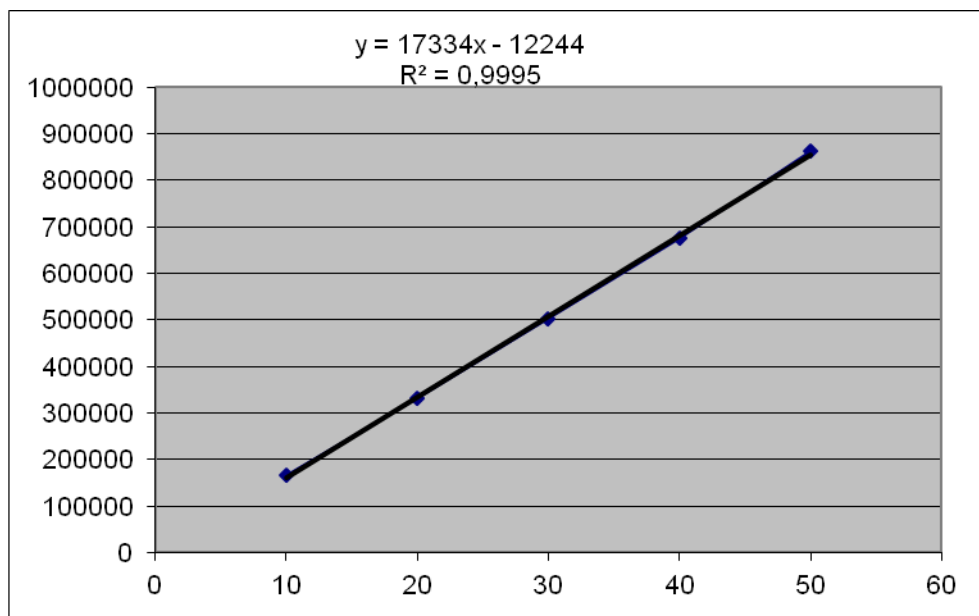
a : Inuline b : glucose c : Fructose

Annexe 11 : Pics de sucres de variété Tefazouine

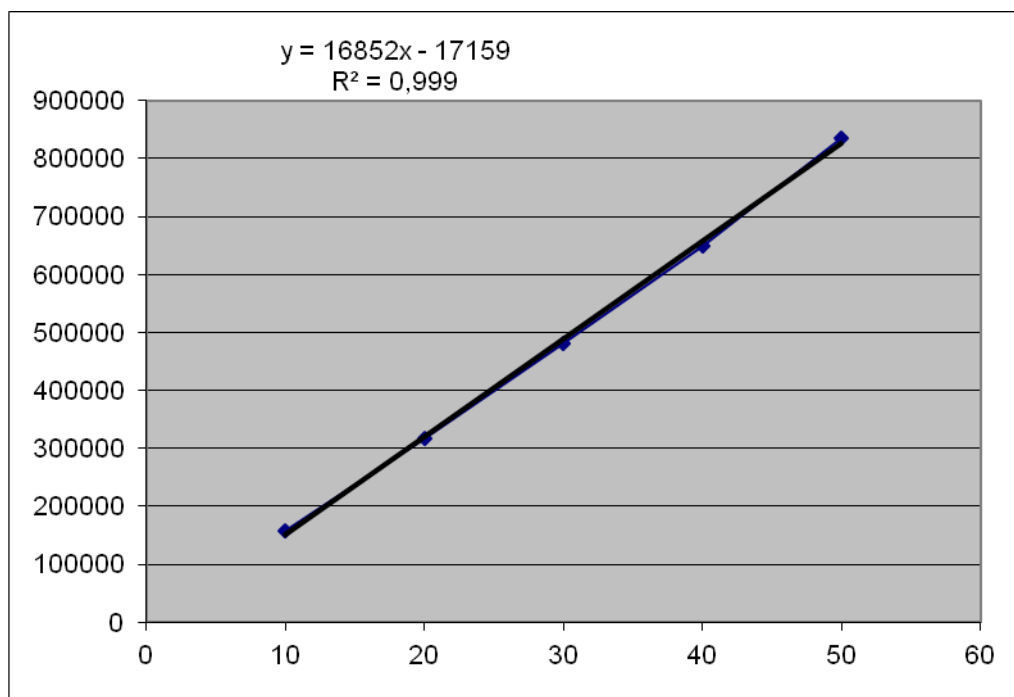
a : Inuline b : glucose c : Fructose

Annexe 12 : Pics de sucres de variété Degla Beida

a : Inuline b : glucose c : Fructose

Annexe 13 : Courbes d'étalonnages des standards de sucres envisagés**A** - Courbe d'étalonnage de saccharose**B** - Courbe d'étalonnage de fructose

C - Courbe d'étalonnage de glucose



Résumé

Valorisation et caractérisation des méthodes d'extraction de sirop des dattes à partir des variétés communes

En Algérie, Les dattes communes sont très nombreuses, mais elles posent un problème de conservation et de commercialisation. Dans la présente étude, on se propose de trouver une solution à ce problème par sa valorisation via sa transformation en sirop à base de dattes à partir des variétés à différentes consistances, répandues dans la région d'Oued Souf « Ghars, Degla Beida et Tafezouine » récoltées au stade Tmar. Et par des procédés relativement simples, qui nécessite une extraction par diffusion à 70°C et 90°C pendant 24 heures suivie d'une condensation à 60°C, puis à un refroidissement à 4°C pendant plus que 120 jours pour éliminer la fraction cristallisée et récupération du sirop amélioré, tout en essayant de les comparer avec celles des sirops à haute teneur en fructose (HFCS), issus de l'amidonnerie et destinés aux obèses et aux diabétiques.

Les résultats montrent que la variété Degla-Beida est plus apte à produire du sirop dans une température de 90°C, dont il est caractérisé par une teneur d'eau de 23.13%, de matière sèche égale à 78.87% et d'une densité de 1.219, qui sont les mêmes comparables à ceux des HFCS. La qualité nutritionnelle des sirops est appréciable et plus intéressante que celle des HFCS grâce à leur pH qui est légèrement acide, les cendres et les éléments minéraux tels que Na, K, Ca et Mg présentent en quantités importantes. En parallèle, les analyses des sucres par HPLC indiquent que le rapport fructose/glucose est élevé et égale 74.95, ce qui place ce produit entre la 2^{ème} et la 3^{ème} génération des HFCS. Pour cela, une quantité de glucose est éliminée sous forme de cristaux ce qui justifié la diminution au taux de solides solubles de sirop de datte (55°Brix) par rapport à celle de HFCS.

Enfin, on peut dire que le sirop de datte de Degla-Beida après refroidissement est devenu comme un édulcorant naturel et peut prendre l'appellation du « Sirop de dattes à haute teneur en fructose » (HFDS).

Les mots clés : Variétés de dattes, Sirop, Diffusion, Cristallisation, HPLC, HFCS, Edulcorant, HFDS.

Abstract

Valorisation and characterization of methods of dates syrup extraction from common varieties

In Algeria, the common dates are very abundant, but they pose a problem of conservation and commercialization. In the present study, it is proposed to find a solution to this problem by its valorization through its transformation into dates syrup from the different varieties of consistency prevalent in the region of Oued Souf "Ghars, Degla Beida and Tafezouine" Harvested at the Tmar stadium. And by relatively simple processes which require diffusion extraction at 70 ° C. and 90 ° C. for 24 hours followed by condensation at 60 ° C. and then cooling to 4 ° C. for more than 120 days to remove the Crystallized fraction and recovery of the improved syrup, while attempting a comparison with those of high fructose (HFCS) syrups derived from starch production for obesity and diabetics.

The results show that the Degla-Beida variety is more capable of producing syrup in a temperature of 90 ° C., characterized by a water content of 23.13%, a dry matter content of 78.87% and a density of 1,219, which are the same as those of HFCS. The nutritional quality of the syrups is appreciable and more interesting than that of HFCS due to their slightly acidic pH, ash and mineral elements such as Na, K, Ca and Mg are present in large quantities. In parallel, analyzes of sugars by HPLC indicate that the fructose / glucose ratio is high and equal to 74.95, which places this product between the 2nd and 3rd generation of HFCS. For this purpose, a quantity of glucose is eliminated in the form of crystals, which justifies the reduction in the level of solubles of date syrup (55 ° Brix) relative to that of HFCS. Finally, it can be said that Degla-Beida date syrup after cooling has become like a natural sweetener and can be called the "High Fructose Date Syrup" (HFDS).

Keywords: Varieties of dates, Syrup, Diffusion, crystallization, HPLC, HFCS, sweetener, HFDS.

ملخص

تثمين و توصيف اساليب استخراج مشروب التمور من الاصناف المحلية ذات القيمة المنخفضة

تتميز الجزائر بالإنتاج الوفير للتمور ذات القيمة المنخفضة، حيث تواجه مشكلة حفظها وتسويقها

في هذه الدراسة، اقترحنا حلا لهذه المشكلة مع تثمين هذه الانواع وذلك من خلال تحويلها إلى شراب التمر المصنوع من أصناف مختلفة ومتوفرة في منطقة وادي سوف "غرس، دقلة بيضاء وتفزوين" والمأخوذة في مرحلة النضج التام "تمر". ويتطلب هذا الأمر عمليات بسيطة، وذلك باستخلاص المشروب بطريقة الانتشار في درجات حرارية مختلفة 70°م و 90°م لمدة 24 ساعة، تليها عملية التكتيف في 60°م ثم التبريد إلى 4°م لمدة أكثر من 120 يوما لإزالة الجزء المتبلور واستعادة المشروب، وذلك لمقارنته بمشروب لذرّة عالي الفركتوز والصالح للاستعمال للفئة التي تعاني من السمنة ومرضى السكري.

وأظهرت النتائج أن تمور الدقلة بيضاء أكثر ملائمة لإنتاج هذا المشروب وذلك في درجة حرارة 90°م، حيث أن نسبة الماء فيه تقدر ب 23.13%، وكمية المادة الجافة ب 78.87% وبكثافة 1.219 وهي نفس النسب المتواجدة في مشروب الذرة عالي الفركتوز.

يحتوي هذا المشروب على قيمة غذائية مهمة جدا مقارنة بمشروب الذرة عالي الفركتوز وذلك لأنه قليل الحموضة، اما نسبة الرماد والعناصر المعدنية كالصوديوم، البوتاسيوم، الكالسيوم والمغنيزيوم تتواجد بكميات كبيرة. في موازاة ذلك، فإن تحليل السكريات بواسطة الكروماتوغرافيا عالية الأداء يشير إلى أن نسبة الفركتوز/الغلوكوز مرتفعة حيث تقدر ب 74.95 مما يسمح لهذا المنتج بوضعه بين الجيل الثاني والجيل الثالث من شراب الذرة عالي الفركتوز. ولهذا الغرض يتم التخلص من كمية الغلوكوز على شكر بلورات والذي يؤدي إلى انخفاض في نسبة المواد الصلبة المذابة في مشروب التمر (55 برقس) مقارنة بمشروب الذرة عالي الفركتوز.

وفي الأخير يمكن القول إن مشروب الدقلة بيضاء المستخلص بعد التبريد بعد كمشروب مرطب طبيعي ويمكن أن نطلق عليه اسم "مشروب التمر عالي الفركتوز".

الكلمات الدالة: أصناف التمور، مشروب، الانتشار، البلورة، كروماتوغرافيا عالية الأداء، مشروب الذرة عالي الفركتوز، مشروب التمر عالي الفركتوز.