

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ahmed DRAÏA - Adrar

Code :



Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master en :

Filière : Sciences Biologique

Spécialité : Biochimie Appliquée

Thème :

**Détermination de l'index glycémique de quelques cultivars
de dattes de la région de Timimoun**

Préparé par :

M^{elle} *BENOUALI Asma*

M^{elle} *OUALI Iman*

Membres du jury:

M ^r HIRECH Ahmed	Président	MCB	Univ. Adrar
M ^r NANI Abdelhafid	Encadreur	MCA	Univ. Adrar
M ^{me} BAHIANI Malika	Co-encadreur	Attachée de recherche	URER/MS
M ^r SELKH Chouaib	Examineur	MAA	Univ. Adrar

Année universitaire: 2021/2022

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
People's Democratic Republic of Algeria

Ministry of Higher Education and
Scientific Research
University Ahmed Draia of Adrar
The central library

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة أحمد دراية- أدرار
المكتبة المركزية
مصلحة البحث البيولوجرافي

شهادة الترخيص بالإيداع

انا الأستاذ(ة): نانا عبد الحفيظ
المشرف مذكرة الماستر الموسومة بـ: تحديد المؤشر الجلايسيمي لبعض أصناف التمور
من منطقة تيميمون

من إنجاز الطالب(ة): دي و اعلي ألساء
و الطالب(ة): وعلي إيماة
و الطالب(ة):

كلية: العلوم والتكنولوجيا
القسم: علوم الطبيعة والحياة
التخصص: بيولوجيا تطبيقت
تاريخ تقييم / مناقشة: 2022/06/11

أشهد ان الطلبة قد قاموا بالتعديلات والتصحيحات المطلوبة من طرف لجنة التقييم / المناقشة، وان المطابقة بين
النسخة الورقية والإلكترونية استوفت جميع شروطها.
وبإمكانهم إيداع النسخ الورقية (02) والأليكترونية (PDF).

ادرار في 2022/06/29



- امضاء المشرف:

Dr. NANI Abdelhafid
HDR en Sciences Alimentaires
Maître de Conférences à l'Université d'Adrar

REMERCIEMENTS

Nous remercions ALLAH tout puissant de nous avoir accordé volonté et patience dans l'accomplissement de ce travail à terme.

-Nos premiers remerciements s'adressent particulièrement à notre promoteur **Monsieur NANI Abelhafid**, *Maitre de Conférences classe A*, de l'Université d'Adrar pour nous avoir guidés et soutenus, pour ses précieux conseils, ses orientations bienveillantes, son infatigable dévouement, sa disponibilité et son soutien moral.

- Nos vifs remerciements s'adressent également à notre co-promoteur **Madame BAHIANI Malika**, *Attachée de recherche à l'URER/MS*, pour sa précieuse collaboration, ses critiques constructives et ses encouragements.

-*Que notre profonde gratitude* soit adressée au **Président du jury Monsieur HIRECH Ahmed**, *Maitre de Conférences classe B*, de l'Université d'Adrar pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant de présider notre jury de soutenance.

-*Nos vifs remerciements* sont adressés à **Mr. SELKH Chouaib**, *Maitre Assistante classe A*, à l'Université d'Adrar pour avoir bien voulu examiner ce présent travail.

-Une partie de ce présent travail a été effectué au laboratoire d'analyses physico-chimique de l'Unité de Recherche en Energies Renouvelables en Milieu Saharien, que le **Directeur MOUHADJER Samir** et le **Directeur LARBI Amine** de la Division Conversion Thermique et Thermodynamique en soient vivement remerciés.

- Notre profonde reconnaissance à **M^{me} BOBEKAR Keltoum et M^r BENSAID Achour**, *Ingénieurs* à l'URER.MS d'Adrar, pour leur assistance technique.

-Nos remerciements sont adressés également à tout le personnel du laboratoire pédagogique S.N.V. et celui du laboratoire pédagogique de chimie de l'université d'Adrar.

-Enfin, nous tenons à manifester notre reconnaissance à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je remercie Allah de m' avoir accordé cette faveur de continuer
Mes études.

Avec un grand plaisir, je dédie ce modeste travail à mes chers
parents **SALEM** et **KHADIDJA** qui m'ont soutenu et
encouragé jusqu'au bout.

A mes chers frères : **ABDELFATTAH, ABDELDJALILL,**
HAMZA, ABDELHALIM, MOUHAMMAD ATTAHER,
ABDELMUAIZ.

A ma chère sœur : **KAOUTAR** A tout ma grande famille **BEN**
OUALI

A mes amies **ZOULIKHA** et **KARIMA** et **IMAN**
A tous ceux que j'aime et à toutes mes amies et mes camarades
de la promotion 2021-2022 Master « Biochimie appliquée ».

ASMA



Dédicace

Je remercie Allah de m'avoir accordé cette faveur de continuer
mes études.

Avec un grand plaisir, je dédie ce modeste travail à mes chers
parents **MEHAMED SALEH** et **MERLAMA** qui m'ont soutenu
et encouragé jusqu'au bout.

A mes chers frères : **OMAR, ATHMAN, BADR ADIN, ILYAS,**
TOUFIK.

A ma chère sœur : **RACHIDA** A tout ma grande famille **OUALI**

Et à mes amies **KHADIDJA** et **ASMA** .

A toutes mes amies et mes camarades de la promotion 2021-
2022 Master « Biochimie appliquée ».

IMAN

Résumés

ملخص

تهدف هذه الدراسة الى تحديد محتوى الكربوهيدرات المتمثلة في السكريات الكلية ، السكريات المختزلة و السكروز لصنفين من التمور يستهلكهما سكان قورارة بولاية تيميمون على نطاق واسع: صنف حميرة وصنف فقيق. بعد ذلك قيمنا قدرة الصنفين المدروسة من التمر على نسبة السكر في الدم على متطوعين اصحاء لتحديد مؤشر نسبة السكر في الدم و الحمل السكري. اظهرت نتائجنا ان تمور صنف حميرة تحتوي على نسبة مياه اعلى من تمور صنف فقيق بقيم تقديرية تبلغ ٤٢.٠٧% و ٢١.٠٨% على التوالي. يتراوح اجمالي محتوى السكر للتمور المدروسة بين ٦٨% و ٧٣.٧٢%. يتراوح مستوى السكريات المختزلة بين ٥٦.٦١% و ٦٠.٤٩%. كشف حساب معدل السكروز ان تمور صنف حميرة تحتوي على محتوى اقل بنسبة ٧.١٣%. تتراوح قيم مؤشر نسبة السكر في الدم بين ٣٠.٨٩% و ٢٨.٥١% لذلك يمكن تصنيف التمور التي تمت دراستها على انها اطعمة منخفضة المؤشر الجلايسيمي لأنها اقل من ٥٥. واخيرا تعتبر احمال نسبة السكر في الدم التي تقترب عالية لانها اكبر من ٢٠.

الكلمات المفتاحية: اصناف التمر ، منطقة قورارة ، الكربوهيدرات ، مؤشر نسبة السكر في الدم، الحمل السكري.

Résumé

Cette étude a pour objectif de déterminer la teneur en glucides (par méthodes colorimétriques) à savoir : les sucres totaux, sucres réducteurs, et saccharose de deux (02) cultivars de dattes largement consommés par la population du Gourara, Wilaya de Timimoun : cultivar *Hmira* et cultivar *Figgig*. Ensuite, le pouvoir glycémiant de ces deux cultivars est évalué sur des volontaires sains afin de déterminer leur index glycémique (IG) et leur charge glycémique (CG). Nos résultats ont montré que les dattes du cultivar *Hmira* ont une teneur en eau supérieure à celle des dattes de cultivar *Figgig* avec des valeurs estimées à 42.07% et 21.08%, respectivement. Leur teneur en sucre totaux varie de 68 % à 73.72%. Le taux des sucres réducteurs oscille entre 56.61% et 60.49%. Le calcul du taux de saccharose a révélé que les dattes du cultivar *Hmira* en contiennent le moins avec une teneur de 7.13%. Les valeurs de l'index glycémique (IG) se situent entre 30.89%, et 28.51%. Par conséquent, les dattes étudiées peuvent être classées parmi les aliments à IG bas puisqu'il est inférieur à 55. Enfin, leurs charges glycémiques qui se rapprochent sont considérées comme élevées car elles sont supérieures à 20.

Mots clés : cultivars de dattes, région du Gourara, glucides, index glycémique, charge glycémique.



Summary

This study aims to determine the carbohydrate content (by colorimetric methods) namely: total sugars, reducing sugars, and sucrose of two (02) cultivars of dates widely consumed by the population of Gourara, Wilaya of Timimoun: cultivar *Hmira* and cultivar *Figgig*. Then, the glycemic power of these two cultivars is evaluated on healthy volunteers to determine their glycemic index (GI) and glycemic load (GC). Our results showed that *Hmira* cultivar dates have higher water content than *Figgig* cultivar dates with estimated values of 42.07% and 21.08%, respectively. Their total sugar content varies from 68% to 73.72%. The level of reducing sugars varies between 56.61% and 60.49%. The calculation of the sucrose rate revealed that the dates of the cultivar *Hmira* contain a lower amount of this disaccharide with a content of 7.13%. The values of the glycemic index (GI) are between 30.89%, and 28.51%. Therefore, the studied dates can be classified as low GI foods since their GI are less than 55. Finally, their glycemic loads that approach are considered high because they are greater than 20.

Keywords: date cultivars, Gourara region, carbohydrates, glycemic index, and glycemic load.

Liste des tableaux

Tableau 01 : Teneur en sucres de quelques variétés de dattes algériennes	6
Tableau 02 : Classification des index glycémiques	11
Tableau 03 : Matériels et produits chimiques utilisés.....	16
Tableau 04 : Valeur des IG et CG des cultivars de dattes molles étudiées.....	34

Liste des figures

Figure 01 : Anatomie de la datte au stade Tamr	04
Figure 02 : Les différents stades de développement des dattes.....	04
Figure 03 : Technologies de la datte	09
Figure 04 : Principe du calcul de l'index glycémique des aliments	12
Figure 05 : Carte de la wilaya d'Adrar	15
Figure 06 : Les cultivars de dattes étudiés (au stade Tamr)	15
Figure 07 : Échantillons dans une étuve réglée à 105°C.....	17
Figure 08 : Échantillons dans un dessiccateur.....	17
Figure 09 : Etapes expérimentales pour le dosage des sucres totaux	20
Figure 10 : Etapes expérimentales pour le dosage des sucres réducteurs	22
Figure 11 : Bandelettes réactives	25
Figure 12 : Lecteur de glycémie	25
Figure 13 : Teneurs d'humidité et de matière sèche (%) des cultivars de dattes étudiés.....	27
Figure 14 : Courbe d'étalonnage des sucres totaux.	28
Figure 15 : Teneurs en sucres totaux (%) des cultivars de dattes étudiés	29
Figure 16 : Courbe d'étalonnage des sucres réducteurs.....	29
Figure 17 : Teneurs en sucres réducteurs (%) des cultivars de dattes étudiés.....	30
Figure 18 : Teneurs en saccharose (%) des cultivars de dattes étudiés	31
Figure 19 : Courbe évolution de la glycémie de cultivar « <i>Hmira</i> »	32
Figure 20 : Courbe évolution de la glycémie cultivar « <i>Figgig</i> ».....	33
Figure 21 : Valeur des IG et CG des cultivars de dattes molles étudiées	33

Liste des abréviations

ANR	Agence Nationale de la Recherche
AUC	l'aire sous la courbe
CG	Charge glycémique
DNS	Acide 3,5- Di-nitroSalicylique
FAO	Food and Agriculture Organization
H	Teneur en eau
HDL	High Density Lipoprotein
H ₂ SO ₄	Acide sulfurique à 96%
IG	Index glycémique
LDL	Low Density Lipoproteins
M _f	Masse de l'ensemble après séchage en g
M _i	Masse de la capsule +matière fraîche avant séchage en g
MS	Matière sèche
NAOH	Soude
P	Masse de la prise d'essai en g
SM	Solution Mère
TG	Teneur en Glucides
UV – Visible	Ultraviolet – visible

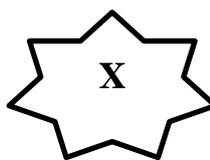
Table des matières

Remerciements	I
Dédicaces.....	II
Résumés	IV
Liste des tableaux	VII
Liste des figures	VIII
Liste des abréviations	IX
Table des matières.....	X
Introduction.....	01

I. Synthèse Bibliographique

Chapitre 1: La datte

1. La datte.....	03
1.1. Généralités.....	03
1.2. Taxonomie	03
1.3. Caractéristiques morphologiques des dattes.....	03
1.4. Formation et évolution des dattes.....	04
1.5. Classification des dattes selon la consistance	05
1.6. Composition de la datte	05
1.6.1. Constituants majeurs de la pulpe des dattes	05
1.6.1.1. L'eau	05
1.6.1.2. Sucres	05
1.6.1.3. Les fibres alimentaires	06
1.6.2. Constituants mineurs de la pulpe	06
1.6.2.1. Protéines	06
1.6.2.2. Lipides	06
1.6.2.3. Vitamines	07
1.6.2.4. Eléments minéraux	07



1.6.2.5. Composés phénoliques07
1.6.2.6. Les enzymes07
1.7. Production des dattes.....	.07
1.7.1. Dans le monde07
1.7.2. En Algérie07
1.7.3. Dans la wilaya d'Adrar.....	.08
1.8. Transformation de la datte08
1.9. Utilisation de la datte dans les préparations culinaires, médicinales.....	.08

Chapitre 2: Index glycémique

2.1. Généralité.....	10
2.1.1. Notion d'index glycémique.....	10
2.1.1.1. Mécanisme de régulation de la glycémie	10
2.1.2. Classification des index glycémiques.....	11
2.1.3. Calcul de l'index glycémique	11
2.1.4. Facteurs affectant l'IG	13
2.2. Intérêt de l'index glycémique.....	13
2.3. Charge glycémique.....	13
2.4. Index glycémique et diabète.....	14
2.5. Index glycémique et l'obésité	14



II. Partie Expérimentale

Chapitre 1: Matériels et méthodes

1.1. Matériel.....	15
1. 1.1. Substrat végétal	15
1. 1.2. Matériels et produits chimique utilisés.....	16
1.2. Méthodes d'analyses	16
1.2.1. Détermination de la teneur en eau	16
1.2.2. Dosage des sucres totaux	18
1.2.3. Dosage des sucres réducteurs	21
1.2.4. Détermination du Saccharose	23
1.2.5. Détermination de l'index glycémique.....	23
1.2.5.1. Recrutement des volontaires.....	23
1.2.5.2. Préparation de l'aliment de référence (solution de glucose).....	23
1.2.5.3. Préparation de l'aliment test	24
1.2.5.4. Mesure de la glycémie	24
1.2.5.5. Déroulement des tests	24
1.2.5.6. Calcul de l'index glycémique	24
1.2.5.7. Calcul de la charge glycémique	25

Chapitre 2 : Résultats et discussion

2-Résultats et discussion	27
2.1. Caractéristiques physico-chimiques	27
2.1.1. Teneur en eau et matière sèche	27
2.2. Caractérisation biochimique	28
2.2.1. Teneurs en sucres totaux	28



2.2.2. Teneurs en sucres réducteurs.....	29
2.2.3. Teneurs en saccharose.....	30
2.3. Index glycémique des dattes.....	32
2.3.1. Cultivar <i>Hmira</i>	32
2.3.2. Cultivar <i>Figgig</i>	32
2.4. Classification des dattes molles étudiées en fonction de leur IG et CG.....	33
Conclusion.....	35

Références bibliographiques

Annexe



Introduction

Introduction/Problématique

La datte, fruit du palmier dattier, est caractérisée par sa richesse en sucres conférant une excellente source d'énergie (plus de 60% de poids sec). Les sucres sont en proportions variables : saccharose et sucres réducteurs (glucose et fructose). Quant à la teneur en eau, elle varie de 10 à 40 % selon les variétés de dattes et selon les régions de production (**Booij et al., 1992**). En plus, la datte renferme d'autres éléments nutritifs essentiels pour le corps humain tels que : les fibres alimentaires, les éléments minéraux, les vitamines particulièrement celles du groupe « B » et les antioxydants (**Chafi et al., 2015**). De par sa valeur nutritionnelle, elle est fréquemment consommée particulièrement dans les régions sahariennes.

Récemment, deux outils sont utilisés pour l'estimation qualitative et quantitative des glucides ingérés et leurs effets sur la glycémie, qui sont : Index glycémique et charge glycémique (**Brahimi et Guendouz, 2019**). Les dattes auraient des index glycémiques élevés, selon certaines études relativement récentes et seraient donc susceptibles de provoquer des hyperglycémies (**Jenkins et David, 1987**). La notion d'index glycémique permet de classer les différents aliments contenant des glucides en fonction de leur capacité à agir sur la glycémie, après la prise alimentaire (**Jenkins, 1981**).

Le palmier dattier, *Phoenix dactylifera L.*, représente un grand intérêt non seulement par sa productivité élevée et la qualité de ses fruits très recherchées, mais également grâce à ses facultés d'adaptation aux régions saharienne (**Saaidi, 1990**). Dans les écosystèmes désertiques, il constitue le pivot de l'agriculture saharienne.

L'Algérie dispose d'un important potentiel phoenicicole essentiellement localisé dans les zones de partie sud-est du pays. Les principales aires phoenicicoles sont réparties à travers 09 wilayas sahariennes : Biskra, El-Oued, Ouargla, Ghardaïa, **Adrar**, Béchar, Tamanrasset, Illizi et Tindouf (**Belguedj, 2007**), avec une importante diversité variétale estimée à plus de 950 cultivars (**Hannachi et al., 1998**).

Dans les palmeraies d'Adrar, la diversité variétale du palmier dattier est évaluée à près de 19· variétés dans le **Touat**, à près de ۲۳· variétés au niveau du **Gourara** et ۶· variétés au niveau du **Tidikelt** (**Bouguedoura et al., 2010**). Dans ces oasis, la datte occupe une place privilégiée du fait de la fréquence continue de sa consommation et il existe un savoir-faire traditionnel dans la conservation et les recettes traditionnelles à base de dattes.

Dans ce contexte, le but principal de ce présent travail, se veut une approche nutritionnelle et diététique à travers la détermination de l'index glycémique de deux cultivars de dattes choisis des palmeraies de Timimoune, **Hmira** et **Figgig**, auprès de huit femmes (08) ayant consommé 25g de dattes de chaque cultivar. Une solution de glucose est utilisée comme aliment de référence.

Notre présent travail se veut :

- ✓ De déterminer les teneurs en sucres totaux, en sucres réducteurs et saccharose de deux cultivars de dattes : **Hmira**, appelé également *Tilemseu* et **Figgig** échantillonnés dans les oasis de Tinerkouk au Gourara.
- ✓ et de déterminer leur index glycémique.

I. Synthèse Bibliographique

Chapitre 1 : La datte

1.1. Généralités

Le palmier dattier *Phoenix dactylifera* L., provient du mot «*Phoenix*» qui signifie dattier chez les phéniciens, et *dactylifera* dérive du terme grec «*dactulos*» signifiant doigt, allusion faite à la forme du fruit (Djerbi, 1994). Le palmier dattier commence à produire des fruits à un âge moyen de cinq année et continue la production avec un taux de 400-600 kg/arbre/an jusqu'à plus de 60 ans (Imade *et al.*, 1995). En général, les palmeraies algériennes sont localisées au Nord-Est du Sahara au niveau des oasis où les conditions hydriques et thermiques sont favorables (Ghazi et sahraoui, 2005).

1.2. Taxonomie

Le genre *Phoenix dactylifera* L fait partie de la classe des Monocotylédones, d'une famille de plantes tropicales (*Palmoe* ou *Arecaceae*), la mieux connue sur le plan systématique. La classification botanique du palmier dattier donnée par Djerbi (1994) est la suivante :

Groupe : *Spadiciflores* ;

Embranchement : *Angiospermes* ;

Classe : *Monocotylédones* ;

Ordre : *Palmale* ;

Famille : *Palmacées* ;

Sous famille : *Coryphoidées* ;

Tribu : *Phoenicées* ;

Genre : *Phoenix* ;

Espèce : *dactylifera* L.

1.3. Caractéristiques morphologiques des dattes

La datte est une baie, de forme généralement allongée, oblongue ou ovoïde. Elle est constituée de deux parties (**Figure 01**) :

- Une partie non comestible de la datte, formée par la graine ou le noyau, ayant une consistance dure (Dowson et Aten, 1963).

La partie comestible de la datte est constituée de :

*Un **péricarpe** ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau.

*Un **mésocarpe** généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et de couleur soutenue.

*Un **endocarpe** de teinte plus claire et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau (Espiard, 2002).

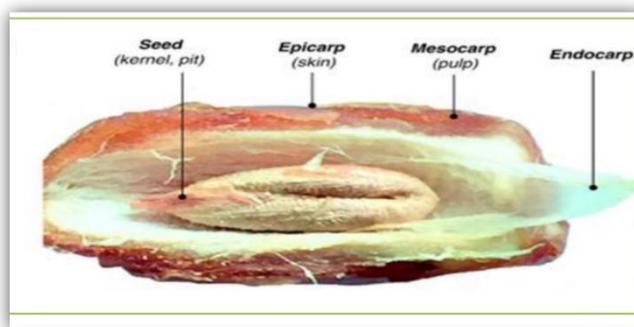


Figure 01 : Anatomie de la datte au stade Tamr (Ghnimi *et al.*, 2016).

Une datte est dite de qualité acceptable, quand elle présente :

Aucune anomalie et aucune altération ;

- Un poids supérieur ou égal à 6 g ;
- Un poids en pulpe supérieur ou égal à 5 g ;
- Une longueur supérieure ou égale à 3,5 cm (Açourene, 2001 in Nagoudi, 2014).

1.4. Formation et évolution des dattes

Après la fécondation, le fruit se forme en passant par différentes phases de maturation pendant lesquelles il subit des changements physiologiques et chimiques. Les stades, telles que définies selon la terminologie utilisée en Irak sont comme suit (Djerbi, 1994), (Figure 02).



A: Stade Hababouk, B: Stade Kimri, C: Stade Khalal, D: Stade Routab, E: Stade Tamr

Figure 02 : Les différents stades de développement des dattes.

1.5. Classification des dattes selon la consistance

Les dattes sont classées en trois catégories d'après leur consistance. Celle-ci dépend de la teneur en eau de la pulpe. La stabilité de la datte dépend de la proportion de sucres par rapport à la teneur en eau (**Munier, 1973**).

* **Dattes molles** de texture fibreuse et aqueuse ; *Ghars, Hamraia, Litima.....etc.*

* **Dattes demi-molles** : *Deglet Nour, Arechti...etc.*

* **Dattes sèches** ou dures qui durcissent sur l'arbre et ont une texture farineuse ; telle que *Mech-Degla , Degla- Beida...etc* (**Daas Amiour,2009**).

1.6. Composition de la datte

1.6.1. Constituants majeurs de la pulpe des dattes

La pulpe de la datte représente une proportion de 80 à 95% du poids total du fruit, selon la variété et les conditions pédoclimatiques. Elle se distingue par son taux d'humidité et sa forte teneur en sucres (**Yahiaoui,1998**).

1.6.1.1. L'eau

L'eau est l'un des constituants essentiels du fruit. Sa teneur varie aussi bien avec le degré de maturité qu'avec le caractère variétal (**Ahmed et al., 1995**). La teneur moyenne en eau des dattes varie de 10 à 40% du poids frais, ceci la classe dans les aliments à humidité intermédiaire (**Estanove, 1990**).

1.6.1.2. Sucres

Les sucres sont les constituants majeurs de la datte. L'analyse des sucres de la datte a révélé essentiellement la présence de trois types de sucres : le saccharose, le glucose et le fructose (**Estanove, 1990; Acourene et Tama, 1997**). La teneur en sucres totaux est très variable et dépend de la variété et du climat. Elle varie entre 60 et 80 % du poids de la pulpe fraîche (**Siboukeur, 1997**).

De façon générale les dattes molles sont caractérisées par une teneur élevée en sucres réducteurs (glucose, fructose) et les dattes sèches par une teneur élevée en saccharose (**Noui, 2001**).

Tableau 01 : Teneur en sucres de quelques variétés de dattes algériennes (**Belguedj, 2002**).

Constituant par rapport à la matière sèche (%)	Datte molle (<i>Ghars</i>)	Datte demi-molle (<i>Deglet-Nour</i>)	Datte sèche (<i>Mech-Degla</i>)
Sucres totaux	85.28	71.37	80.07
Sucres réducteurs	80.68	22.81	20.00
Saccharose	04.37	46.11	51.40

1.6.1.3. Les fibres alimentaires

La teneur des dattes en fibres totales varient de 6.04 à 11.05%, selon la variété et le degré de maturité (**Al-shahib et Marshall, 2003**). Selon **Benchabane (1996)**, les constituants pariétaux de la datte sont : la pectine, la cellulose, l'hémicellulose et la lignine. Les teneurs importantes en fibres peuvent contribuer à la datte un effet bénéfique sur la santé. Ils pourraient participer à la réduction du taux de cholestérol sanguin, de LDL cholestérol et de la glycémie postprandiale (**Thibaut, 2010**).

1.6.2. Constituants mineurs de la pulpe

1.6.2.1. Protéines

Les dattes présentent des teneurs faibles en composés protidiques, généralement moins de 3% (MS) (**Benabbas, 2011**). La pulpe des variétés algériennes renferme une faible quantité de protéines variant entre 0.38 et 2.5% (**Noui, 2001**). Bien que ces quantités de protéines soient faibles, les dattes sont considérées comme une source nutritionnelle importante car elles contiennent des acides aminés essentiels (**Gourchala, 2015**).

1.6.2.2. Lipides

Les dattes sont caractérisées par des faibles teneurs en lipides, allant 0,2 à 0,4%, cette teneur varie en fonction de la variété et du stade de maturation (**Abdel Moneim et al., 2012**). Celle-ci est concentrée dans la chair (2,5-7,5%) et joue un rôle plus physiologique que nutritionnelle ce rôle se traduit par la protection du fruit (**Bousdira, 2007**).

1.6.2.3. Vitamines

La pulpe de dattes contient des vitamines en quantités variables avec les types de dattes et leur provenance (**Boukhiar, 2009**). En général, elle contient des caroténoïdes et des vitamines du groupe B en quantités appréciables, mais peu de vitamine C (**Munier, 1973**), 100 g de chair de datte fournissent 9% de l'apport nutritionnel journalier recommandé (ANR) d'un adulte (**El-Sohaimy et Hafez, 2010 in Gourchala, 2015**).

1.6.2.4. Eléments minéraux

La caractéristique la plus remarquable des dattes réside dans la présence de sels minéraux et d'oligoéléments particulièrement abondants dépassant nettement les autres fruits secs (**Benchelah et Maka, 2008**) essentiellement le potassium, le magnésium, le phosphore et le calcium.

1.6.2.5. Composés phénoliques

la datte aux stades avant maturation est riche en composés phénoliques (**AL-Farsi et al., 2005 AL-Farsi et al., 2006 ; Biglari et al., 2009**). L'analyse qualitative des composés phénoliques de la datte a révélé la présence des acides cinnamiques, des flavanones et des flavones (**Mansouri et al., 2005**).

1.6.2.6. Les enzymes

L'invertase, la cellulase, la pectine méthylésterase et la polyphénol oxydase qui conduit au brunissement du fruit suite à l'oxydation des phénols (**Yahiaoui, 1998**).

1.7. Production des dattes

1.7.1. Dans le monde

D'après la **F.A.O**, la production mondiale de dattes est estimée à 7.62 millions de tonnes en 2010. Les principaux pays producteurs de dattes les plus importants sont : l'Égypte, l'Iran, l'Arabie Saoudite, les Emirats arabes, l'Irak, le Pakistan et l'Algérie et le Soudan.

1.7.2. En Algérie

L'Algérie est un pays phoenicicole classé au sixième rang mondial et au premier rang dans le Maghreb pour ses grandes étendues de culture avec 160 000 ha et plus de 2 millions de jardins et sa production annuelle moyenne de dattes de 500 000 tonnes (**Bouguedoura et al., 2010**). La diversité variétale est estimée à plus de 940 variétés (**Hannachi et al., 1998**). Cette diversité génétique est importante notamment à l'échelle maghrébine où la Tunisie compte dans son patrimoine 305 cultivars (**Rhouma, 2005**) et le Maroc 115 cultivars (**Harrak et Chetto, 2001**).

1.7.3. Dans la wilaya d'Adrar

Dans la wilaya d'Adrar, le nombre total de palmiers dattiers est de **3 798 965** palmiers dont **2 775 938** sont productifs avec une production moyenne de 913 660,3 quintaux (**D.S.A. d'Adrar, 2015**). Dans le Touat, le Gourara, la Saoura et le Tidikelt, la diversité variétale y est importante au détriment de la qualité (**Belguedj, 1996**). Dans la wilaya d'Adrar, la région du Gourara présente une diversité d'environ 230 cultivars, suivie de la région du Touat avec environ 190 cultivars. La région du Tikelt compte la plus faible diversité évaluée à environ 60 cultivars, (**Bouguedoura et al., 2010**).

En dépit de cette biodiversité, nous assistons à un intérêt pour les cultivars de dattes qui sont le plus souvent troqués avec le Mali et le Niger tels que les cultivars: *Hmira* appelé également *Tilemseu*, *Tgazza*, *Aghamou* et *Tinasser* et un intérêt particulier au cultivar *Taqerbucht* résistant à la fusariose vasculaire du palmier dattier, le bayoud.

1.8. Transformation de la datte

Des milliers de tonnes de dattes restent non utilisées et peuvent dépasser les 30 % de la production, qui pourrait être valorisée (récupérée et transformée), d'après les statistiques du Ministère de l'Agriculture (2001). Par ailleurs, le secteur phoenicicole, malgré les richesses qu'il procure dans les zones désertiques très difficiles, accuse un retard technologique. En effet, dans le domaine de la technologie de la datte et sa valorisation, les systèmes pratiqués sont restés archaïques. Les produits qui peuvent être issus de la transformation de la datte sont très divers. La **figure 03** résume l'ensemble des produits dérivant de la transformation des dattes.

1.9. Utilisation de la datte dans les préparations culinaires et médicinales

En dehors de la consommation en frais, les dattes entrent dans la composition d'un grand nombre de recettes traditionnelles. Pour chaque usage, les variétés utilisées et la qualité des dattes sont choisies selon leur saveur, leur couleur, leur texture, et leur valeur alimentaire ou médicinale. Une datte peut être plus ou moins sucrée, ferme ou molle, sa texture peut être fibreuse ou non, elle peut avoir un gout acidulé, tirer vers l'amer, offrir des arômes de caramel, de vanille, de fruits et d'épices divers. Les dattes entrent dans la composition des plats traditionnels que l'on prépare au quotidien, comme : le couscous, pâtisserie, les makrouts, boissons, sirops, vinaigre. Les dattes sont largement employées dans la pharmacopée traditionnelle, mélangées à des plantes médicinales, à de l'huile d'olive, des fruits secs, des épices, etc (**Ben Saadoun et Boulahouat, 2010**).

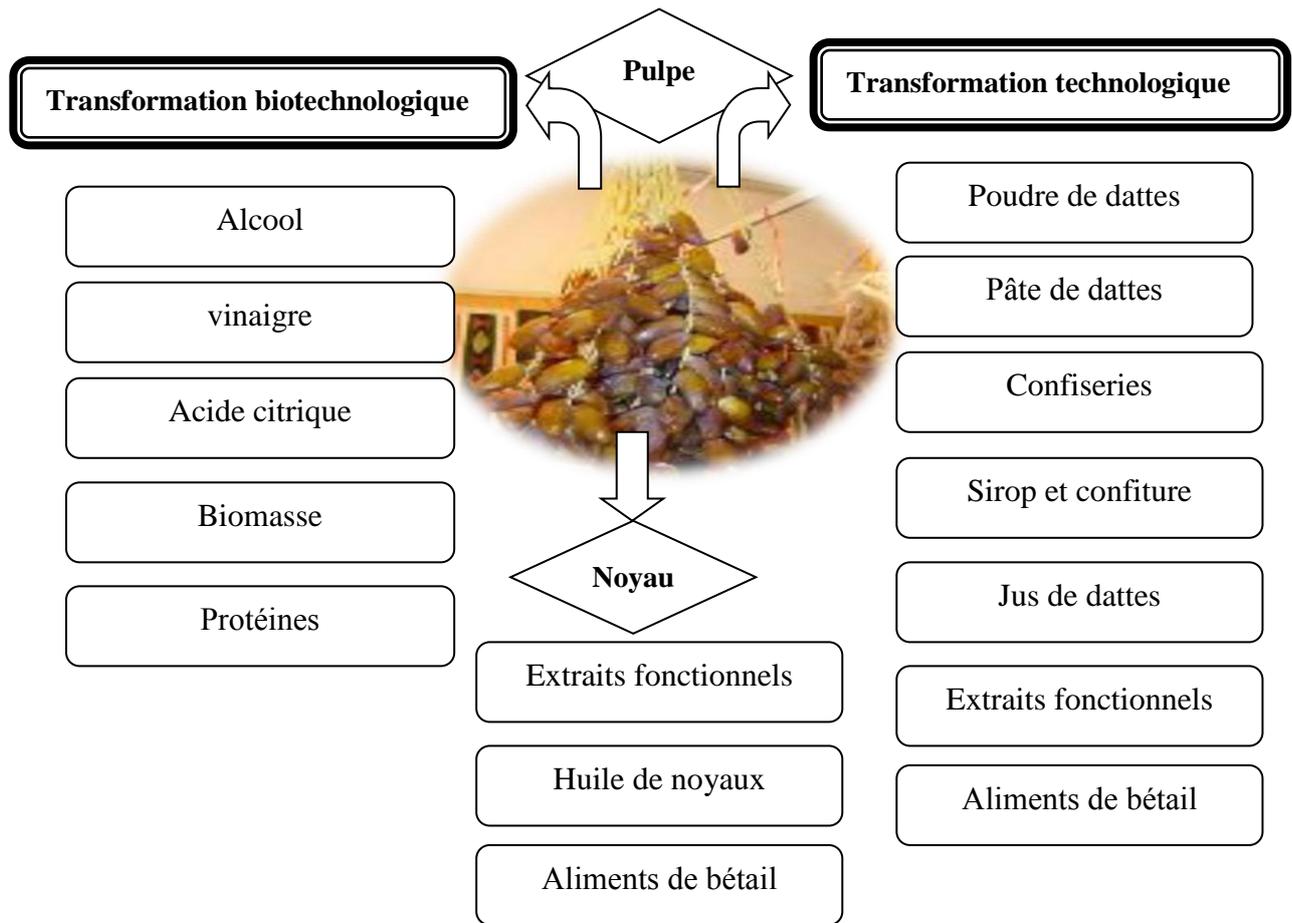


Figure 03 : Technologies de la datte (Boukhiar, 2009).

Chapitre 2 :

Index glycémique

2.1. Généralités

Les glucides comportent les sucres simples, monosaccharides (par exemple le glucose) ou disaccharides (par exemple le saccharose) et les sucres complexes ou polysaccharides (**Jenkis *et al.*, 1981**).

L'ancienne classification des glucides s'est avérée inexacte dans le calcul de la réalité biologique. Une autre méthode, appelée index glycémique, a été développée, qui servira maintenant plus utile pour les diététiciens et les nutritionnistes (**Pucheu, 2005**).

Par ailleurs, il a été observé que les glucides absorbés par l'organisme n'augmentent pas la glycémie avec la même intensité, le pouvoir hyperglycémiant des aliments glucidiques a donné naissance au concept « d'index glycémique ». Ce concept fut introduit pour la première fois par (**Jenkis *et al.*, 1981**).

2.1.1. Notion d'index glycémique

L'index glycémique mesure la capacité du glucide disponible dans un aliment à augmenter la glycémie, aussi permet de classer des aliments, en fonction de leur potentiel d'élévation de la glycémie (**Wolever, 2008; David, 2011; Eisevier, 2014**).

L'index glycémique est une méthode de classement des aliments d'après leur réponse glycémique post-prandiale en comparaison à un aliment de référence (**Nantel, 2003**).

La glycémie correspond au taux de glucose dans le sang qui est comprise entre 3,90 et 5,50 mmol/L à jeun, soit 0,70 à 1,00 g/L chez une personne saine. Ce taux doit être stable dans le temps pour répondre aux besoins de l'organisme (**Faure, 2013**).

2.1.1.1. Mécanisme de régulation de la glycémie

La régulation de la glycémie est un mécanisme lié à la sécrétion pancréatique de deux hormones antagonistes : l'insuline et le glucagon (**David, 2011**).

- L'insuline est une hormone polypeptidique intervenant dans le cycle du glucose. Son rôle est de maintenir constante la concentration du sang en glucose, c'est une hormone hypoglycémisante.
- Le glucagon est une hormone hyperglycémisante sécrétée par le pancréas. Elle possède des propriétés antagonistes de l'insuline. Son rôle est de stimuler la décomposition du glycogène en glucose.

Ces effets combinés sont essentiels pour le maintien de l'homéostasie glucidique et le bon fonctionnement du métabolisme énergétique (David, 2011).

2.1.2. Classification des index glycémiques

L'index glycémique (IG) a été mis au point pour classer systématiquement les aliments en fonction de leurs capacités pour augmenter la glycémie postprandiale (Scazzina *et al.*, 2016).

La glycémie est perturbée si l'index glycémique des aliments est élevé, et contrairement cette dernière est moins affectée si la valeur de l'index glycémique est basse.

Tableau 02 : Classification des index glycémiques (Ali *et al.*, 2016).

Classification	Index glycémique
IG Faible	≤ 55
IG Moyen	56 à 69
IG Elevé	≥ 70

2.1.3. Calcul de l'index glycémique

L'index glycémique est la mesure de l'aire sous la courbe (AUC) entre t0 et t120 min, exprimée en pourcentage de l'aire sous la courbe du témoin glucose (Bouزيد, 2016). La formule est donnée par :

$$\text{IG} = [\text{AUC (0-120min) pour 50 g de glucides glycémians dans le produit testé} / \text{AUC (0-120 min) pour 50 g de référence glucose}] \times 100$$

Glucose (aliment de référence)

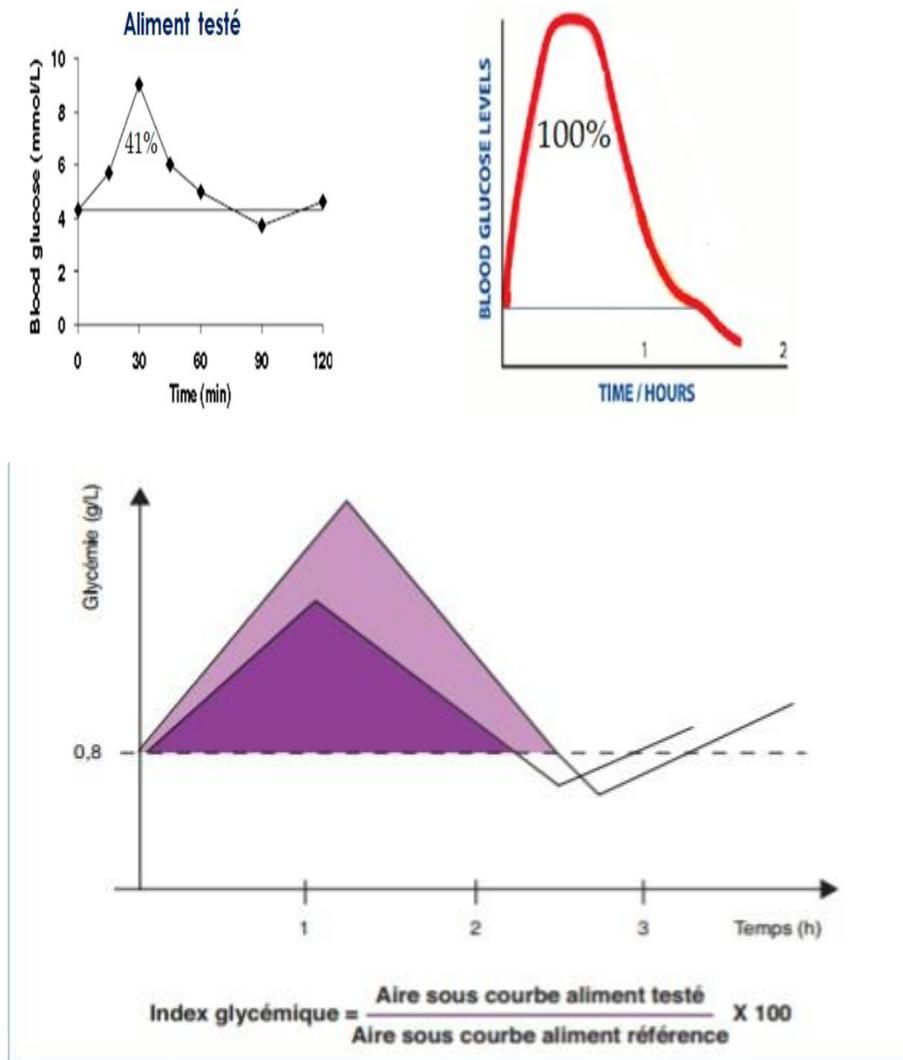


Figure 04: Principe du calcul de l’index glycémique des aliments (Jenkins *et al.*, 1981).

L’index glycémique est donc un pourcentage de deux aires sous la courbe, l’une d’un aliment test, et l’autre d’un aliment de référence, le plus souvent des tablettes de glucose ou du sirop de glucose (Sugiyama *et al.*, 2003).

2.1.4. Facteurs affectant l'IG

Selon **David (2011)**, la composition intrinsèque des aliments peut influencer la variation de l'index glycémique. Ainsi, plusieurs facteurs extrinsèques jouent un rôle important :

- ✓ La composition d'un aliment agit sur la réponse glycémique à travers la notion de charge glycémique, plus un aliment est riche en macronutriments autres que les glucides, plus petite sera la charge glycémique et moins il y aura d'influence sur la glycémie.
- ✓ La présence de fibres ou de protéines, en diminuant la vitesse de digestion, rend les glucides moins rapidement disponibles et donc permet d'abaisser l'IG.
- ✓ la maturité des fruits et légumes entraîne généralement une augmentation de l'index glycémique.
- ✓ La variété de l'aliment.
- ✓ Le mode et la durée de la cuisson.

2.2. Intérêt de l'index glycémique

* L'intérêt de l'index glycémique dans la prévention et la prise en charge de l'obésité a Pour principale origine des études d'alimentation à court terme (**Puchue, 2005**). Et génère des perturbations importantes de la glycémie, et en effet une importante élévation de l'insulinémie, ce qui active la mise en réserve des lipides et favorise donc l'obésité (**Thibaut, 2010**). En revanche, une alimentation à faible IG facilite le contrôle du poids corporelle par une augmentation de la satiété et l'oxydation des graisse (**Ferland et Poirie, 2006 ; David, 2011**).

* Les aliments de fort index glycémique augmentent aussi le métabolisme des HDL (High Density Lipoprotein), et conduisent à une prise de poids aggravant à terme le diabète (**Luscombe et al., 1999 in Puchue, 2005**).

2.3. Charge glycémique

La charge glycémique est également une notion importante car elle renseigne sur la quantité de glucides ingérée. La charge glycémique d'un aliment correspond en effet au produit de l'index glycémique par la teneur en glucides de cet aliment (**David, 2011**).

- ❖ La charge glycémique de l'alimentation peut être réduite en diminuant l'IG ou bien en diminuant la quantité de glucides consommés. Les deux méthodes contribuent à réduire les réponses glycémiques et insulinémiques postprandiales, mais peuvent s'accompagner

d'effets métaboliques distincts à court et long terme. L'IG et la CG sont donc deux concepts très distincts qui n'impliquent pas les mêmes conséquences métaboliques et physiologiques, et leurs effets sur différentes variables doivent être analysés séparément (**McMillan-Price et Brand-Miller, 2006**).

- ❖ calculée par la formule suivante :

$$CG = \frac{IG \times TG}{100}$$

100

CG : Charge Glycémique **IG** : Index Glycémique **TG** : Teneur en Glucides

- ✓ La charge glycémique est élevée si $CG > 20$;
- ✓ Elle est modérée si la CG est située entre 11-19 ;
- ✓ Alors, elle est faible, si la $CG \leq 10$ (**Rakel, 2008**).

2.4. Index glycémique et diabète

L'index glycémique dépend de la régulation de la glycémie. Cette dernière est un mécanisme lié à la sécrétion pancréatique de deux hormones antagonistes : l'insuline (hormone hypoglycémisante) son rôle est de maintenir la concentration du sang en glucose constante (**David, 2011**). L'alimentation du diabétique doit être surveillée. En effet, l'insuline augmente dans le sang, lors de la consommation de sucre, d'autant plus vite que l'IG est élevé (**Torossian, 2012**).

2.5. Index glycémique et l'obésité

L'obésité c'est une accumulation excessive de graisse corporelle due à un déséquilibre entre la dépense énergétique et l'apport journalier (**Ferland et Poirie, 2006; David, 2011**). Il incite l'organisme à s'approvisionner en énergie à partir des glucides plutôt que des graisses. N'ayant plus la possibilité d'être utilisées comme combustible, les graisses alimentaires sont stockées et se déposent automatiquement dans les tissus (**Anglique et Elvir, 2011**).

II. Partie Expérimentale

Matériels et méthodes

1.1. Matériel

1.1.1. Substrat végétal

Le matériel végétal utilisé dans notre étude est constitué de (2) cultivars de dattes : *Hmira* (appelé également *Tilemseu*) et le cultivar *Figgig* (Figure 06 et Annexe 1), provenant des oasis de Tinerkouk de la région du **Gourara**. Les dattes proviennent de la récolte 2021. Elles ont été échantillonnées au stade de maturité « **Tamr** ». Elles sont dénoyautées, découpées en petits morceaux et séchées à température ambiante à l'abri de la lumière.

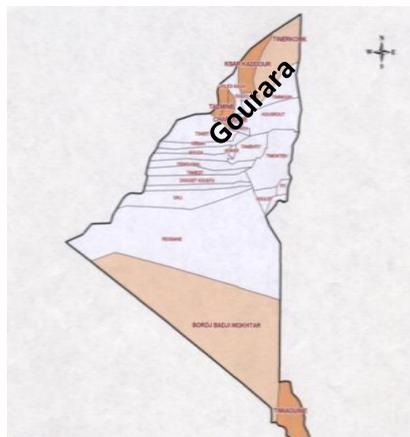


Figure 05 : Carte de la wilaya d'Adrar.



Figure (a) : Cultivar *Hmira*
(Photo Bahiani)



Figure (b) : Cultivar *Figgig* (Photo Bahiani)

Figure 06 : Les cultivars de dattes étudiés (au stade **Tamr**) (a, b).

1. 1.2. Matériels et produits chimique utilisés

Tableau 03 : Matériels et produits chimiques utilisés.

Matériels	Produits
<ul style="list-style-type: none"> - Verreries : creusets, burette, cristallisoirs, béchers, ballons, erlenmeyers, fioles, éprouvettes graduées, entonnoirs, fioles coniques, fioles jaugées, tubes à essai, Boite pétrie . (papier filtre, papier Joseph, cuve, spatule) - Balance de marque "Kern" max 120g ; - Dessiccateur ; - Agitateurs magnétiques, - Etuve isotherme de marque "Memmert» ; - Pompe à vide ; - Vortex ; -Spectrophotomètre UV-Visible (Cary 60 Agilent) et spectrophotomètre UV-Visible (Biochrom Libra S50). - Lecteur de glycémie (Diagno-Check TM^{sens}) - Coton - Balance analytique (OHAUS) - Seringue stérile - Des bandelettes - Glucomètre 	<ul style="list-style-type: none"> - Eau distillée - Glucose anhydre - Phénol - Acide sulfurique (H₂SO₄) à 96% - DNS (Acide 3,5- Di-nitroSalicylique) - Double tartrate de sodium et potassium - Soude (NaOH) - Glucose à30% (p/v). - Alcool

1.2. Méthodes d'analyses

1.2.1. Détermination de la teneur en eau (Audigie *et al.*, 1980)

Principe

La détermination de la teneur en eau est effectuée par une dessiccation de l'échantillon dans une étuve isotherme réglée à 105°C jusqu'à une masse pratiquement constante (Audigie *et al.*, 1980). Pour éviter toute reprise d'humidité, il convient d'opérer dans des vases de tare, placés dans un dessiccateur.

- **Mode opératoire**

- ✓ Les capsules vides ont été séchées à l'étuve durant 15min à 103 ± 2 °C ; avec couvercles inclinés. Les capsules ont été tarées après refroidissement dans un dessiccateur.
- ✓ Dans chaque capsule 3g d'échantillon ont été pesés à une précision de ±0.001 g, puis l'ensemble a été placé dans l'étuve à 105°C.
- ✓ Après un étuvage de 3 h à 105 °C puis refroidissement dans un dessiccateur pendant 15min les capsules sont pesées, ensuite elles sont remises dans l'étuve durant 1 h à 105°C.
- ✓ Après refroidissement dans un dessiccateur comme précédemment, les capsules sont pesées.
- ✓ La différence entre deux pesées doit être inférieure à 2 mg, sinon l'opération est renouvelée jusqu'à un poids constant.



Figure 07 : Échantillons dans une étuve réglée à 105°C.



Figure 08 : Échantillons dans un dessiccateur.

Expression des résultats :

Le taux d'humidité est exprimé en pourcentage et calculé selon la formule suivante ;

$$H\% = \left[\frac{M_i - M_f}{P} \right] \times 100$$

Soit:

H%: Taux d'humidité en%

M_i : Masse de la capsule +matière fraîche avant séchage en g.

M_f : Masse de l'ensemble après séchage en g.

P : Masse de la prise d'essai en g

A partir du taux d'humidité, nous avons déterminé le taux de la matière sèche selon la formule suivante :

$$\text{Taux de matière sèche \%} = 100 - \text{Taux d'humidité \%}$$

1.2.2. Dosage des sucres totaux par la méthode de Dubois *et al.* (1956)

- **Principe**

Le dosage des monosaccharides constitutifs des polysaccharides nécessite la rupture de toutes les liaisons glycosidiques par hydrolyse acide (l'acide sulfurique). L'analyse repose sur des techniques colorimétriques, dont le principe est basé sur la condensation par estérification d'un chromogène (Phénol, Orcinol, Anthrone) avec les produits de déshydratation des pentoses, hexoses et acides uroniques. En milieu acide fort et à chaud, ces oses se déshydratent respectivement en des dérivés du furfural, 5- hydroxy-méthyl-furfural et de l'acide 5-formylfuroïque. **Les chromophores ainsi formés sont de couleurs jaune-orange.** L'intensité de la couleur est proportionnelle à la concentration des glucides.

- **Mode opératoire**

- ✓ A 0.5 g d'échantillon, 20 ml d'acide sulfurique (0.5 M) sont ajoutés, puis l'ensemble est placé dans une étuve à 105°C pendant 3 h ;
- ✓ Le mélange est transvasé quantitativement dans une fiole. Le volume est ajusté par la suite à 500 ml avec de l'eau distillée. La solution obtenue est filtrée puis conservée à 4°C;
- ✓ A partir de ce filtrat des dilutions de 1/3 sont réalisées (3 essais) ;
- ✓ A **1 ml de chaque essai (dilué)**, nous avons ajouté **1 ml de phénol à 5% et 5 ml d'acide sulfurique (H₂SO₄) à 96%** ;
- ✓ Après agitation (au vortex), les tubes sont maintenus dans l'étuve pendant 5 min à 100°C, puis laissés dans l'obscurité pendant 30 min ;
- ✓ La densité optique est lue à une longueur d'onde $\lambda = 490 \text{ nm}$.

Expression des résultats

La teneur en sucres totaux est calculée à partir de la courbe d'étalonnage des sucres totaux, établie comme suit :

- ✓ Une solution mère (SM) de α D+ Glucose de concentration **0.1mg /ml** est préparée en dissolvant 0.01 g de glucose dans 100 ml d'eau distillée.
- ✓ A partir de cette solution mère, préparer des dilutions de différentes concentrations 0.025 ; 0.04 ; 0.06 ; 0.075 et 0.1mg/ml ;
- ✓ Chaque dilution est traitée de la même manière que les échantillons (ajouter à 1ml de chaque dilution 1ml de phénol à 5% et 5ml d'acide sulfurique à 96%) ;
- ✓ Après agitation (au vortex), les tubes sont maintenus dans l'étuve pendant 5 min à 100°C, puis laissés dans l'obscurité pendant 30 min.

La lecture de l'absorbance des différentes concentrations est faite contre un blanc à 490 nm. A partir des densités optiques obtenues, nous avons pu déduire les teneurs en sucres totaux dans les échantillons selon l'équation suivante :

$$Y = 9,8978 x + 0,4178$$

Où:

Y: absorbance mesurée à 490 nm

x: concentration en sucres totaux en mg/mL



(a) : Echantillons dans 20ml d'acide sulfurique (0.5M), placés dans une étuve à 105°C pendant 3 heures.



(b) : Ajustement de la solution à 500ml avec l'eau distillée.



(c) : Filtration



(d) : Dilutions des échantillons



(e) : Agitation des tubes au vortex.



(f) : Gamme d'étalonnage des sucres totaux.



(g) : Lecture au spectrophotomètre UV. Visible (Cary 60 Agilent).

Figure 09 : Etapes expérimentales pour le dosage des sucres totaux (a, b, c, d, e, f, et g).

1.2.3. Dosage des sucres réducteurs (Miller, 1959)

- **Principe**

Seuls les sucres réducteurs sont mesurés par cette méthode colorimétrique avec le réactif à l'Acide 3,5-Dinitrosalicylique (DNS). La méthode repose sur le principe qu'à chaud et en milieu alcalin, il y'a réduction du DNS (oxydant) par les sucres réducteurs. Dans cette réaction, la fonction aldéhyde du sucre libre (réducteur) est transformée en fonction carboxylique par le DNS (oxydant) ce qui se traduit par une coloration rouge-orangée. L'intensité de cette coloration est proportionnelle à la teneur en sucres réducteurs.

- **Mode opératoire**

- ✓ **A 1ml de jus de dattes, dilué** de façon à se trouver dans la gamme d'étalon (0-0.2mg/ml), **ajouter 1ml de réactif DNS** (préparé comme suit : 8 g de soude, 5 g d'acide di-nitro-3,5 salicylique, 150 g de tartrate double de sodium et de potassium, complété à 500 ml avec de l'eau et conservé à l'abri de la lumière) ;
- ✓ Après homogénéisation du mélange, portez tous les tubes dans **un bain marie à 100 °C** pendant exactement **5 minutes** ;
- ✓ A la sortie du bain-marie, placer tous les tubes dans un bain de glace pour un refroidissement ;
- ✓ Ajouter 10 ml d'eau distillée dans tous les tubes pour arrêter la réaction ;
- ✓ La densité optique est lue à une longueur d'onde $\lambda = 540 \text{ nm}$.

- **Expression des résultats**

La teneur en sucres réducteurs est calculée à partir de la courbe d'étalonnage des sucres réducteurs, établie comme suit :

- ✓ Une solution mère (SM) de α D+ Glucose de concentration 2 mg /ml est préparée.
- ✓ A partir de cette solution mère, préparer des dilutions de différentes concentrations 0.2 ; 0.4 ; 0.8 ; 1.2 ; 1.6 et 2 mg/ml ;
- ✓ Chaque dilution est traitée de la même manière que les échantillons (ajout à 1ml de la dilution, 1ml du réactif DNS) ;
- ✓ Après homogénéisation du mélange, portez tous les tubes dans un bain marie à 100 °C pendant exactement 5 minutes ;

- ✓ A la sortie du bain-marie, placer tous les tubes dans un bain de glace pour un refroidissement ;
- ✓ Ajouter 10 ml d'eau distillée dans tous les tubes pour arrêter la réaction ;

La lecture de l'absorbance des différentes concentrations est faite contre un blanc à 540 nm. A partir des densités optiques obtenues, nous avons pu déduire les teneurs en sucres réducteurs dans les échantillons selon l'équation suivante :

$$Y = 0.5822 x - 0,0156$$

Où:

Y: absorbance mesurée à 540 nm.

x: concentration en sucres réducteurs en mg/mL



(a) : Préparation des jus de dattes dans un bain marie.



(b) : Ajout du réactif de DNS aux échantillons.



(c) : Ajout de 10 ml d'eau distillée après la sortie du bain de refroidissement.



(d) : Gamme d'étalonnage des sucres réducteurs.

Figure 10 : Etapes expérimentales pour le dosage des sucres réducteurs (a, b, c et d).

1.2.4. Détermination du Saccharose

Le saccharose est déterminé selon la formule suivante :

$$\text{Saccharose} = (\text{Sucres totaux} - \text{Sucres Réducteurs}) \times 0.96$$

1.2.5. Détermination de l'index glycémique

L'index glycémique (IG) d'un aliment est défini par rapport à un apport glucidique standard. Il détermine, à quantité égale de glucides, l'effet hyperglycémiant d'un aliment comparé à un aliment de référence via le rapport :

$$\frac{\text{Réponse glycémique de 50 g d'aliment testé}}{\text{Réponse glycémique de 50 g d'aliment de référence}}$$

Dans cette étude l'IG est déterminé selon la méthode décrite par (Jarrar *et al.*, 2019).

Cette méthode fait appel à des volontaires qui sont soumis à des tests dans le but de mesurer leur glycémie à jeun et post prandiale suite à l'ingestion de l'aliment de référence à savoir le glucose (1^{ère} visite) et de l'aliment test à savoir les dattes du cultivar *Tilemseu* et *Feggig* (à partir de la 2^{ème} visite) et ce durant 120 minutes.

1.2.5.1. Recrutement des volontaires

Huit (08) volontaires saines âgées entre 18 et 25 ans sont recrutées pour la détermination de l'index glycémique de chaque cultivar de dattes.

Toutes les participantes n'ont aucun critère d'exclusion à savoir: âgée moins de 18 ans ou plus de 25; ayant leur cycle menstruel, ayant un indice de masse corporel (IMC) supérieur ou égale 25 kg/m² ou bien moins de 18.5 kg/m²; ayant une glycémie à jeun supérieur à 6.1 mmol/l (1,10 g/L); ayant une histoire diabétique ou d'intolérance au glucose. Les participantes retenues pour les tests sont demandée de jeuner pendant 12 h la veille du test.

1.2.5.2. Préparation de l'aliment de référence (solution de glucose)

Cette solution est préparée en dissolvant 25 g de glucose anhydre dans 200 mL d'eau potable.

1.2.5.3. Préparation de l'aliment test

Nous avons pesé une quantité de dattes (aliment test) correspondant à 25g de glucides sur la base de la teneur en sucres totaux par rapport à la matière sèche. Par un calcul simple on détermine la quantité de l'aliment test apportant une teneur en sucre équivalente à celle de l'aliment de référence (le glucose). La quantité de l'aliment test est servie avec 200 mL eau potable.

1.2.5.4. Mesure de la glycémie

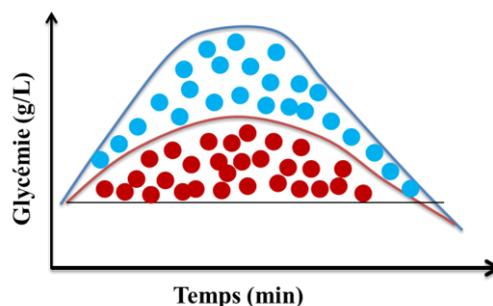
La glycémie est déterminée au niveau du sang provenant du système vasculaire capillaire, par piqûre transcutanée, à l'aide d'un lecteur de glycémie modèle «Diagno-Check TM^{sens}». Ce dernier fonctionne avec des bandelettes réactives permettant la mesure quantitative de la glycémie à partir du sang capillaire frais.

1.2.5.5. Déroulement des tests

Les tests ont commencé à 08h00 par une prise de sang basal et mesure de la glycémie à jeun. Une glycémie à jeun qui varie de 0.64 à 1.03g/L et une glycémie postprandiale qui s'oscille entre 0,80 et 1.55 g/L indiquent que le sujet n'est pas diabétique, et son évolution de glycémie peut servir à l'évaluation de l'index glycémique. L'évolution de la glycémie est déterminée pendant 120 min à partir de l'ingestion de l'aliment de référence ou l'aliment test pour chaque volontaire. Nous avons veillé à ce qu'il y a eu au moins un jour d'intervalle entre un test et le suivant pour la même personne.

1.2.5.6. Calcul de l'index glycémique

L'index glycémique est défini comme l'augmentation de l'aire sous la courbe induite par une portion de 50g d'hydrates de carbone d'un aliment donné exprimé en pourcentage de la même quantité d'hydrates de carbone d'un aliment standard (glucose ou 50g de pain blanc) consommée par le même sujet (Schlienger, 2014).



$$IG = \frac{\text{Aire sous la courbe de l'aliment testé}}{\text{Aire sous la courbe de l'aliment de référence}} \times 100$$

1.2.5.7. Calcul de la charge glycémique

Un aliment de fort IG mais consommé en très petite quantité n'a pas le même impact qu'un aliment de fort IG fortement consommé. C'est pourquoi a été introduite la notion de charge glycémique, qui est le produit de l'IG et de l'apport en glucides de l'aliment considéré (Schlienger, 2014). Elle est calculée par la formule suivante :

$$CG = (IG \times TG) / 100$$

CG : Charge Glycémique

IG : Index Glycémique

TG : Teneur en Glucides



Figure 11 : Bandelettes réactives.



Figure 12 : Lecteur de glycémie.

Résultats et discussion

2.1. Caractéristiques physico-chimiques

2.1.1. Teneur en eau et matière sèche

Les teneurs en eau des cultivars « *Hmira* » et « *Figgig* » sont respectivement de 42.07% et 21.08%. Les différences dans les teneurs des humidités dans les dattes sont variables selon les cultivars et selon les régions de production. La température et les conditions de stockage ont un effet important sur la teneur en eau des dattes (Babahani et Eddoud, 2012 ; Ben sayah, 2014).

A partir de la valeur de la teneur en eau, nous avons pu déterminer le pourcentage de la matière sèche (M.S.) des cultivars « *Hmira* » et « *Figgig* » sont respectivement de 57.93 % et 78.92% (Figure 13).

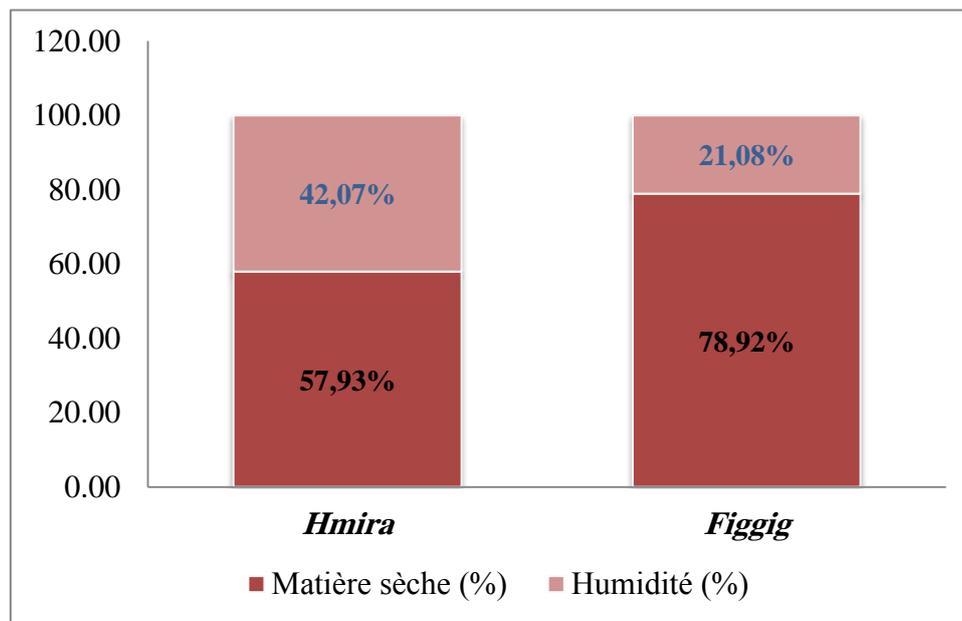


Figure 13: Teneurs d'humidité et de matière sèche (%) des cultivars de dattes étudiés.

2.2. Caractérisation biochimique

2.2.1. Teneurs en sucres totaux

Les sucres totaux ont été déterminés par la méthode spectrophotométrique de (Dubois *et al.*, 1956), utilisant le phénol et l'acide sulfurique. Les résultats obtenus sont exprimés en (%) en utilisant l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage de glucose (Figure 14).

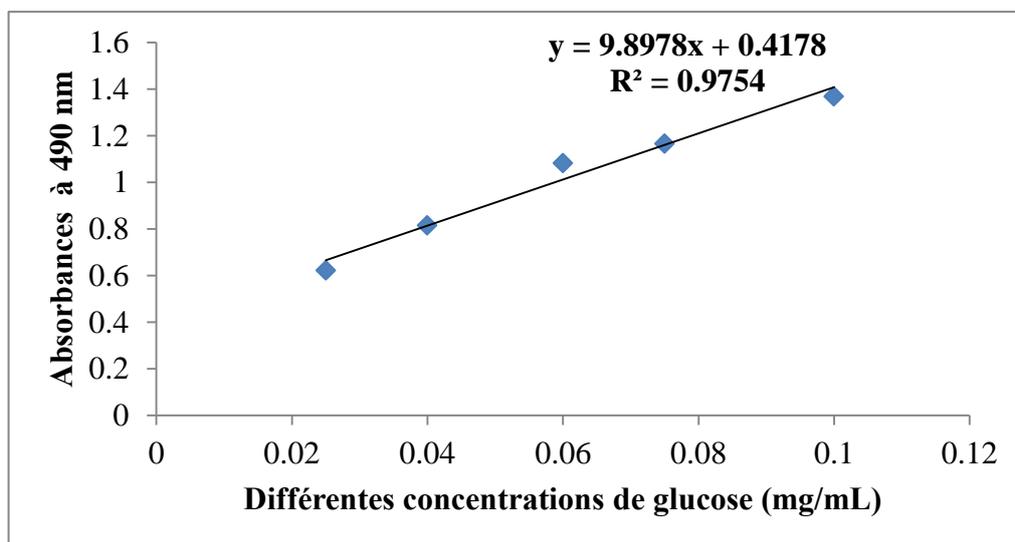


Figure 14 : Courbe d'étalonnage des sucres totaux.

Les teneurs en sucres totaux des cultivars « *Hmira* et *Figgig* » sont respectivement de 68.00%±0,012 et 73.72%±0,036.

Les sucres totaux du cultivar « *Hmira* » sont de l'ordre de 68.00% (Figure 15). Cette teneur est comparable à celle rapportée dans le cultivar algérien de la région du Mzab « *Ali Wrached* » de 67.08% (Belguedj et Tirichine, 2011) et celles indiquées dans les cultivars algériens de la région des Ziban « *Ahmar-Messab* » et « *Halouet Loulach* » dont les teneurs sont de 68.06 et 67.65% respectivement (Acourene *et al.*, 2001). Par ailleurs, cette teneur est comparable à celle rapportée par (Al-Shahib et Marshall, 2003), dans le cultivar « *Hilali Ahmr* » de l'ordre de 61.1%

Les sucres totaux du cultivar « *Figgig* » sont de l'ordre de 73.72% (Figure 15). Cette teneur est comparable à celle rapportées dans le cultivar algérien de la région du Mzab « *Bent Qbala* » de 70.55% (Belguedj et Tirichine, 2011) et dans les cultivars algériens de la région du Ziban « *Assala* » et « *Rotbet-Bakhlilli* » dont les teneurs sont de 73.56 et 73.34%, respectivement (Acourene *et al.*, 2001). Par ailleurs, cette teneur est comparable à celles rapportées par (Al-Shahib et Marshall, 2003), dans les cultivars « *Helali Oman* » de l'ordre de 74.87% et « *Khasab* » de l'ordre 74.51%, respectivement.

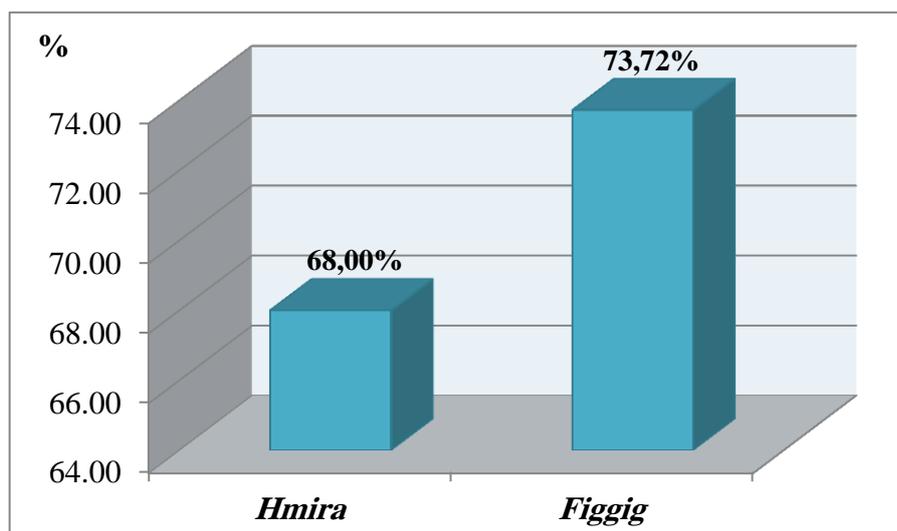


Figure 15 : Teneurs en sucres totaux (%) des cultivars de dattes étudiés.

2.2.2. Teneurs en sucres réducteurs

Les sucres réducteurs ont été déterminés par la méthode spectrophotométrique de **Miller (1959)** utilisant le **réactif de DNS** (Acide Di-nitro3,5 Salicylique). Les résultats obtenus sont exprimés en (%) en utilisant l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage de glucose (**Figure 16**).

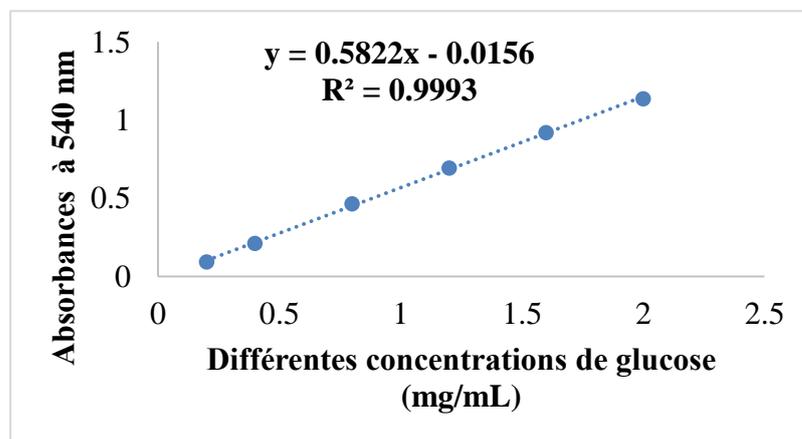


Figure 16 : Courbe d'étalonnage des sucres réducteurs.

Les sucres réducteurs des dattes sont composés essentiellement de glucose et de fructose.

Les teneurs en sucres réducteurs des cultivars « *Hmira* » et « *Figgig* » sont respectivement de $60.49\pm 0,034$ et $56.61\pm 0,016$.

Les sucres réducteurs du cultivar « *Hmira* » sont de l'ordre de 60.49% (**Figure 17**). Cette teneur est comparable à celles rapportées dans le cultivar algérien de la région du Mzab « *Degla Bayda* » de 59.94% (**Belguedj et Tirichine, 2011**) et dans les cultivars algériens de la région du Ziban « *Bent Merague* » et « *Deldala* » dont les teneurs sont de 60 et 61% respectivement (**Acourene et al., 2001**). Par ailleurs, cette teneur est comparable à celle rapportée par (**Belguedj, 1996**) dans le cultivar « *Hamraye* » de 60.04%.

Les sucres réducteurs du cultivar « *Figgig* » sont de l'ordre de 56.61% (**Figure 17**). Cette teneur est comparable à celles rapportées dans le cultivar algérien de la région du Mzab « *Litim* » de 54.31% (**Belguedj et Tirichine, 2011**) et dans les cultivars algériens de la région du Ziban « *Dguel-Eddar* » et « *tabetnough* » dont les teneurs sont de 57.28 et 57.67% respectivement (**Acourene et al., 2001**). Par ailleurs, cette teneur est comparable à celle rapportée par (**Belguedj, 1996**) dans le cultivar « *Ghars* » de 57.4%.

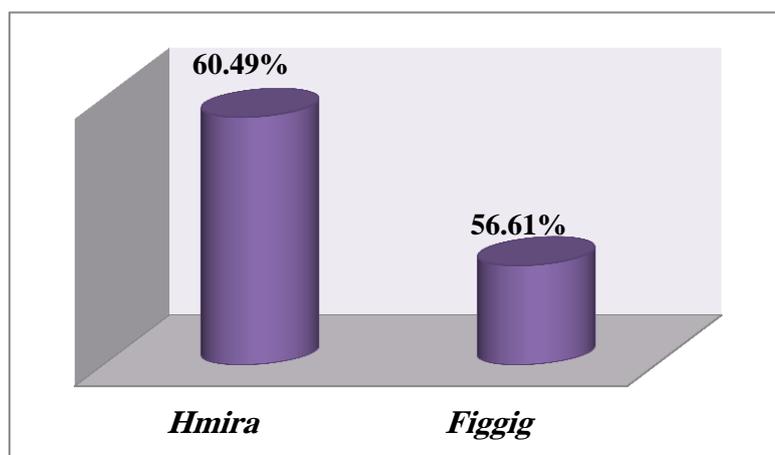


Figure 17: Teneurs en sucres réducteurs (%) des cultivars de dattes étudiés.

2.2.3. Teneurs en saccharose

Les teneurs en saccharose des cultivars « *Hmira* » et « *Figgig* » sont respectivement de 7.13% et 16.26%.

La teneur en saccharose du cultivar « *Hmira* » de l'ordre de 7.13% est comparable à celle rapportée par (**Belguedj et Tirichine, 2011**) dans le cultivar « *Tafezwin* » de 6,27 % et les cultivars « *Dguel*

M'hor » et «*Dguel Souareg* » dont les teneurs sont de 7.40 et 7.69%, respectivement (**Acourene et al., 2001**).

La teneur en saccharose du cultivar «*Figgig* » de l'ordre de 16.26% est comparable à celle rapportée par (**Belguedj et Tirichine, 2011**) dans le cultivar «*Azerza* » de 15,30%. Aussi, (**Acourene et al., 2001**) rapportent des valeurs très proches dans les cultivars «*Dguel- Eddar*» «*Lokzi* » de 16.31 % et 15,85%, respectivement.

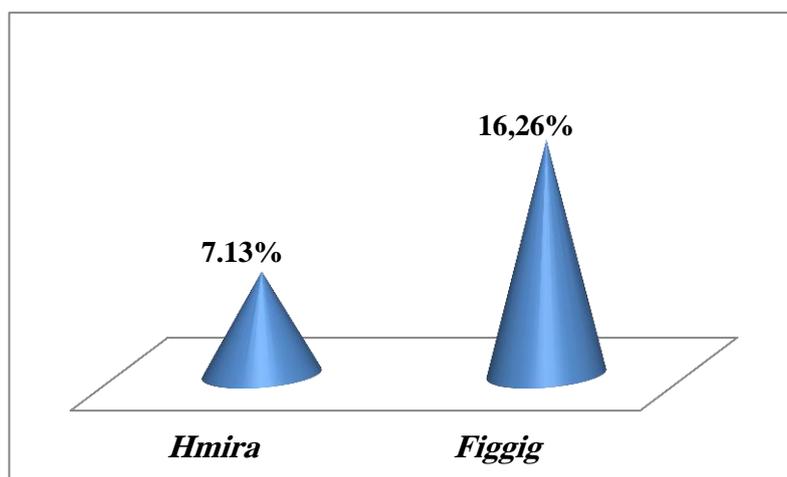


Figure 18: Teneurs en saccharose (%) des cultivars de dattes étudiés.

Dans cette présente étude, les deux cultivars étudiés «*Hmira* » et «*Figgig* » ont des teneurs ont sucres totaux appréciables de 68 et 73.72% conférant aux dattes une valeur nutritionnelle et énergétique. Par ailleurs, les deux cultivars étudiés «*Hmira* » et «*Figgig* » sont des dattes à « sucres réducteurs » de teneurs de 60.49 et 56.61% comparés aux teneurs de saccharose.

Dans l'ensemble de nombreux auteurs ayant travaillé sur plusieurs cultivars de dattes affirment que les sucres des dattes varient en fonction :

- ✓ de la variété, du pollen, de la nature des sucres et du stade de maturation et du climat (**Taouda, 2014**).
- ✓ de la position géographique et de la nature des sucres (**Gourchala, 2015**).
- ✓ de la consistance de la datte. En effet (**Noui, 2001**) rapporte que les dattes de consistance « molles à demi-molles » sont caractérisées par une teneur élevée en sucres réducteurs (glucose, fructose) alors que les dattes sèches sont caractérisées par une teneur élevée en saccharose.

- ✓ Et principalement des **conditions de stockage** (méthodes et températures d'entreposage) qui induisent l'inversion du saccharose en glucose et fructose par l'enzyme invertase (Khali *et al.*, 2007).

2.3. Index glycémique des dattes

Les valeurs utilisées pour tracer les courbes représentent des moyennes des résultats obtenus avec les 8 sujets volontaires.

2.3.1. Cultivar *Hmira*

La glycémie à jeun est inférieure à 1g/l, le pic hyperglycémique est atteint 30mn avec une glycémie de 1.61g/l, alors que la glycémie après 120min. est de 0.75. L'index glycémique des dattes cultivar « *Hmira* » est égal à 30.89%, inférieur à 55% donc il est faible. De plus, sa charge glycémique est élevée de l'ordre 21%. Les dattes de ce cultivar constituent par conséquent un aliment à IG faible donc non hyperglycémiant (**Figure 19**).

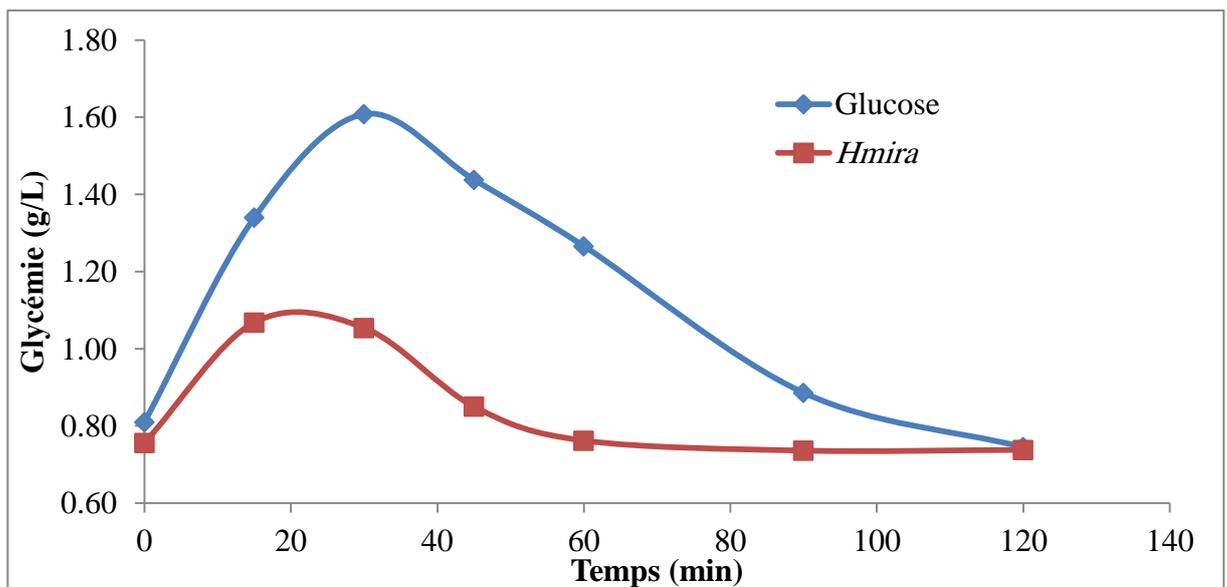


Figure 19 : Courbe évolution de la glycémie de cultivar «*Hmira*».

2.3.2. Cultivar *Figgig*

La glycémie à jeun est inférieure à 1g/l, elle est 0.81g/l de le pic hyperglycémique est atteint à 30mn avec une glycémie de 1.61g/l, alors que la glycémie après 120mn est de 0.75%. L'index glycémique des dattes cultivar « *Figgig* » est de 28.51% qui est inférieur à 55%, c'est

Donc un aliment à index glycémique faible. Au moment, où sa charge glycémique est élevée de l'ordre 21.02% (Figure 20).

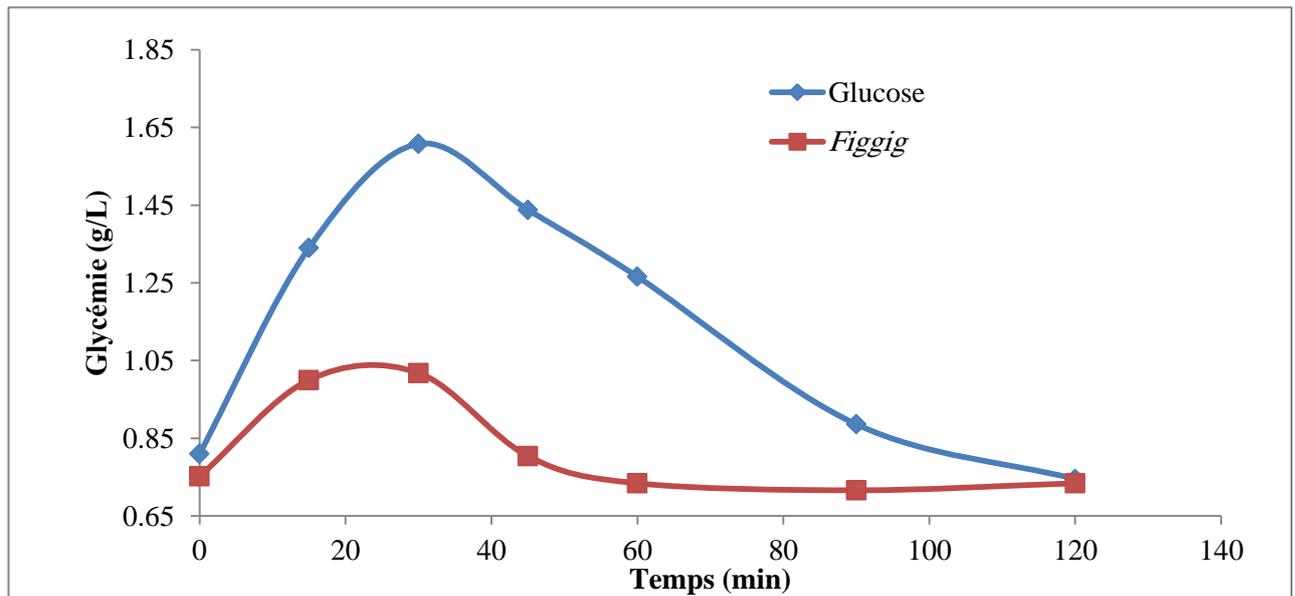


Figure 20 : Courbe évolution de la glycémie cultivar « Figgig ».

2.4. Classification des dattes molles étudiées en fonction de leur IG et GC

Les résultats dans la présente étude montrent que l'index glycémique varie 30.89

« Hmira » et 28.51 « Figgig » (Figure 21).

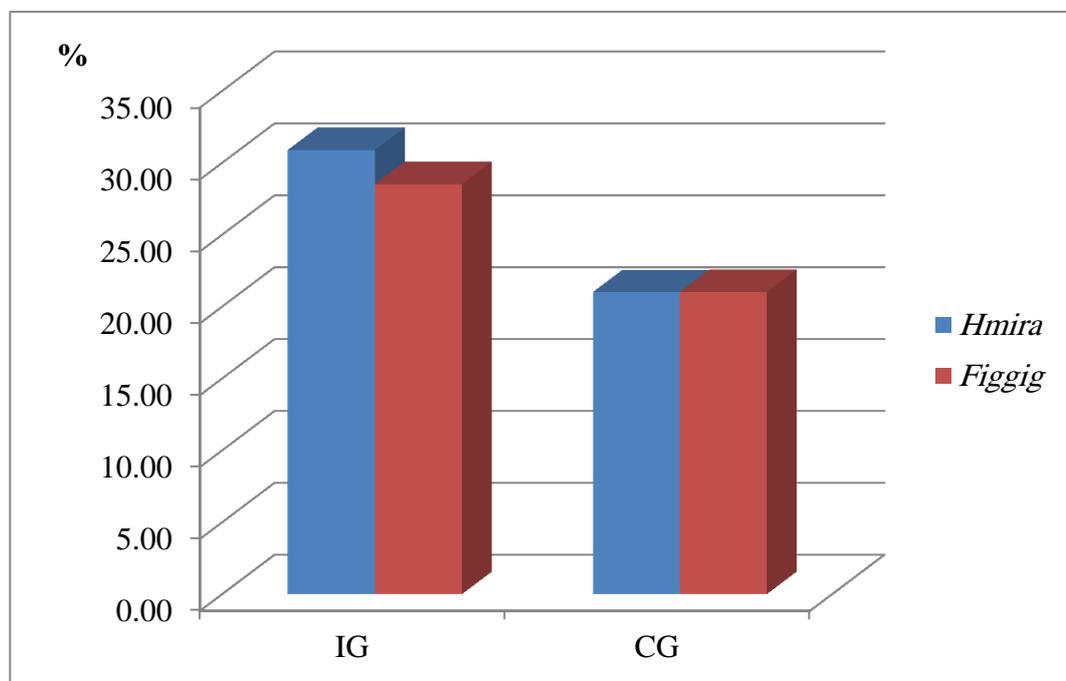


Figure 21: Valeur des IG et CG des cultivars de dattes molles étudiées.

Les aliments sont classés en fonction de leurs index glycémique en trois catégories :

- Index glycémique élevé (≥ 70)

- Index glycémique modéré (56 à 69)
- Index glycémique faible (≤ 55)

Nous pouvons donc considérer que les cultivars de dattes étudiées présentent un IG « faible » puisqu'elles sont inférieures à 55 (Miller *et al.*, 2003).

La glycémie à jeun des volontaires est d'environ 1g/l, le pic post-prandiale de l'aliment de référence « Glucose » est de 1.61g/l, alors que le pic post-prandiale pour les différents cultivars est 1.068 g/l « *Hmira* » et 1.018g/l « *Figgig* ». Et la charge glycémique varie de 21% « *Hmira* » et 21.02% « *Figgig* ».

Les valeurs d'index glycémique et sa charge glycémique sont variables selon la variété. La variabilité de l'IG peut être due à plusieurs conditions : les conditions d'environnement, stade de la maturation, la composition en sucre, les conditions de croissance et la région géographique (Ryan *et al.*, 2018). Nos résultats relatifs aux IG des différents cultivars de dattes étudiées sont de nature à suggérer que les dattes molles ne provoquent pas une hyperglycémie. Les valeurs des index glycémiques bien que variable d'un cultivar à un autre restent inférieurs à 55% limite supérieure des IG faibles (Tableau 04).

Tableau 04 : Valeur des IG et CG des cultivars de dattes molles étudiées.

Cultivar de datte	Teneur en glucides	IG	Classification selon l'IG	CG	Classification selon l'CG
<i>Hmira</i>	68.00	30.89	Bas	21.00	Élevée
<i>Figgig</i>	73.72	28.51	Bas	21.02	Élevée

Conclusion

Conclusion

La présente étude s'est portée sur la détermination de la teneur en sucres totaux, sucres réducteurs, et saccharose de deux cultivars de dattes provenant de la région phoenicicole du Gourara, Wilaya de Timimoun à savoir les cultivars : *Hmira* et *Figgig*. L'index glycémique et la charge glycémique de ces deux cultivars de dattes ont été aussi évalués.

L'étude a montré que les dattes du cultivar *Hmira* ont une teneur en eau supérieure à celle des dattes du cultivar *Figgig* avec des valeurs estimées à 42.07% et 21.08%, respectivement. Les cultivars de dattes étudiées contiennent des proportions considérables en glucides dont le cultivar *Figgig* se révèle avoir le taux le plus important en sucres totaux (73.27%). Par contre les dattes du cultivar *Hmira* contiennent plus de sucres réducteurs (60.49%). Quant au saccharose, ce sont les dattes du cultivar *Figgig* qui en contiennent le plus avec un taux de 16.26%.

L'évolution de la glycémie chez des sujets sains, consommant volontairement chacun des cultivars de dattes étudiées, a montré que ces derniers présentent un index glycémique (IG) bas, inférieur à 55, ce qui leur vaut d'être classés parmi les aliments non hyperglycémifiants.

Références bibliographiques

- Abdel moneim E., Sulieman, Abd elhafise A. I., Abdelrahim M. A., 2012.** Comparative Study on Five Sudanese Date (*Phoenix dactylifera* L.) Fruit Cultivars. *Food and Nutrition Sciences*, 3, 1245-1251.
- _ **Acourene S., Buelguedj M., Tama M. et Taleb B. (2001).** Caractérisation, évaluation de la qualité de la datte et identification des cultivars rares de palmier dattier de la région des Ziban. *Revue Recherche Agronomique*. Ed INRA. 8: 19-39.
- _ **Acourene S., Tama M., 1997.** Caractérisation physicochimique des principaux cultivars de datte de la région de Ziban. *Revue recherche Agronomique*, Ed. INRAA, N° 1, pp 59-66.
- _ **Ahmed, I.A., Ahmed, A.K., Robinson, R.K. 1995** . Chemical composition of date varieties as influenced by the stage of ripening. *Food Chemistry*, 54, 305–309.
- Al-farsi M., Alasalvar C., Morris A., Baron M. & Shahidi F.(2005).** Compositional and sensory characteristics of three native sun-dried date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties grown in Oman. *J. Agric. Food Chem.* 53(19): 7586–7591.
- Al-farsi M., Morris A. and Baron M.(2006)** Functional properties of Omani dates (*Phoenix dactylifera* L.). The third international date palm conference. Abu Dhabi, United Arab Emirates.
- Ali M., Algeffari A., Solaimana E., Turkia H., Elmergaw R Barrimaha A. I., 2016.** Glycemic indices, glycemic load and glycemic response for seventeen varieties of dates grown in Saudi Arabia. *ann saudi med*, 397-403.
- _ **Al-shahib W. & Marshall r.J. (2003).** The fruit of the date palm: Its possible use as the best food for the future. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 54: 247-259.
- _ **Angenique H., Elvir N., 2011.** Le nouveau régime IG. Ed THIRRY SOUCCAR. Paris, 260p.
- Atriche, R. et Bourekoua, S. (2019)** Valorisation des dattes sèche par la fabrication d'un sirop et leur caractérisation physico chimiques et microbiologiques. Mémoire de master. Université Mohammad Siddik bin Yahya-Jijel.
- Audigié C.L, Figarelle J, Zons Z. (1980).** Manipulation d'analyses biochimiques. Ed. Doin.
- _ **Babahani S et Eddoud A. G., 2012.** Effet de la température sur l'évolution des fruits chez quelques variétés du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). *Algerian journal of arid environment*, 1, 36-41.

- Belguedj, M. (1996).** Caractéristiques des cultivars de dattiers dans le sud-est du Sahara algérien. Vol. 1. ITDAS, pp 68
- _ **Belguedj ,M., 2002.** Caractéristiques des cultivars de dattes dans les palmeraies du Sud-Est. Algérien, Ed. 3D. Alger, 289 p.
- Belguedj. M et TRICHINE. A., 2011.** Resource génétique du palmier dattier, caractéristique des cultivars de Ghardaia, INRAA, 2, 1-136
- _ **BEN abbes F. (2011).** Etude de quelques propriétés chimiques et biologiques d'extraits de dattes « Phoenix dactylifera L. ».Mémoire de Magister en Génie des procédés pharmaceutiques. Université Ferhat Abbas-Setif: 1-11 p .
- _ **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, 205-210
- Benchelah, A.-C. , Maka, M., (2008).** Les Dattes, intérêt et nutrition. Phytothérapie (ethnobotanique) Springer, vol N°6, pp. 117 -121.
- _ **Bensayah F.,2014.** Influence des conditions de stockage au froid des dattes sur leur qualité organoleptique dans la région des Zibans (Cas des dattes -variété Deglet Nour). Mémoire Magister. des Sciences Agronomiques.Université Kasdi Merbah-Ouargla,128.
- _ **Booij I., Piombo G., Risterucci J.M., Coupe M., Thomas D., Ferry M. 1992.** Etude de la composition chimique de dattes à différents stades de maturité pour la caractérisation variétale de divers cultivars de palmiers dattier (Phoenix dactylifera L.), Fruits 47 (6) : 667-677.
- Bouguedoura N., Bennaceur M. et Benkhalifa A., (2010).** Le palmier dattier en Algérie : Situation, contraintes et apports de la recherche. Biotechnologie du Palmier dattier, IRD Éditions, collection Colloques et séminaires, Paris, 15-22p
- Boukhiar, A. (2009).** Analyse du 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 Boumerdès. P 08-64,79.
- Bousdira, S. (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 de Mzab, classification et

évaluation de la qualité .Mémoire de Magistère en Technologie Alimentaire. Université de Boumerdes: 149 p.

-**Bouزيد, A. (2016)**. Classification de quelques cultivars de dattes molles algériennes selon leurs index glycémique. Mémoire master académique. Université kasdi merbah Ouargla.

_ **Brahimi, N. et Guendouz, S. (2019)**. Classification de quelques cultivars de dattes molles algériennes selon leurs index glycémique. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de master académique. Université kasdi merbah Ouargla.

-**Buelguedj, M., 2007**. Evaluation du sous-secteur des dattes en Algérie., INRAA El-Harrach.

_ **Chafi A., Benabbes R., Bouakka M., Hakkou A., Kouddane N., Berrichi A., 2015**. Pomological study of dates of some date palm varieties cultivated in figuig oasis. JMES, 5, 1266-1275.

- **Daas amiour ,S. (2009)**. etude quantitative des composes phenoliques des extraits de trois varietes de dattes (phoenix dactylifera L.) et evaluation in vitro de leur activite biologique. Pour l'obtention de diplôme de Magister en Biologie Option : Biochimie appliquée. Université El-Hadj Lakhdar – Batna.

_ **David A., 2011**. Index glycémique et fructose de fruit : une spécificité validée. NAFAS, 5, 33-45

_ **David A., (2011)**. Sucres naturels et extraits de fruits propriétés et intérêts nutritionnels.V. 2, DE LEUR ACTIVITE BIOLOGIQUE. Pour l'obtention de diplôme de Magister en Biologie Option : Biochimie appliquée. Université El-Hadj Lakhdar Batna.

-**Djerbi M. (1994)**. Précis de phoeniciculture. FAO, Rome. 191p.

_ **Dowson, V. H. W., Aten, A. (1963)**. Composition et maturation. Récolte et conditionnement des dattes. FAO, Rome. P 10-43 : 229-243.

-**Dubois M., Gilles Y.K., Hamilton P.A., 1956**. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal and chem. J 28,pp 350-356.

-**El-Sohaimy S. A et Hafez E. E., 2010**. Biochemical and nutritional characterizations of date palm fruits (Phoenix dactylifera L.).J. Appl. Sci. Res, 8, 1060-1067.

- Espiard E., 2002.** Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed. Tech et Doc Lavoisier, pp147-155.
- Estanove, P., 1990.** Note technique : Valorisation de la datte. In Options méditerranéennes, série A, N°11. Systèmes agricoles oasiens. Ed. CIHEAM, 301-318.
- Feliachi S., 2005** – Transformation des produits du palmier dattier : potentiel et atouts, problématique, opportunités, thématique. Journée d'étude sur la transformation des produits du palmier dattier. Biskra, 6 – 7 Décembre 2005. ITDAS, Biskra, 82 p, Pp 3 – 8.
- Faure S., Meliani P. M., Marzellier. A., Caillemet H., et Leriverend H., 2013.** L'autosurveillance glycémique. Elsevier Masson,522,20-26.
- Ferland A. et Poirier P. (2006).** L'indice glycémique des aliments : Relation avec obésité et diabète de type 2, le clinicien.63-67.
- Ghazi F. et Sahraoui, S. (2005).** Evolution des composés phénoliques et des caroténoïdes totaux au cours de la maturation de deux variétés de dattes communes : Tantboucht et Hamraïa. Mémoire d'ingénieur, Institut national d'agronomie. Alger, 81 p.
- Ghnimi S., Umer S., Azharul K and Kamal-Eldin F., 2016.** Date fruit (Phoenix dactylifera L.): An underutilized food seeking industrial valorization.FNS journal, 6, 1-10
- Godon B, Loisel W, Multon J.L.,1991.** Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro – alimentaires.2ème édition, Ed. La voisiner – Tec et DOC, vol.4, pris : 208-209.
- Gourchala F. (2015).** Caractérisation physicochimique, phytochimique et biochimique de cinq variétés de dattes d'Algérie, Phoenix dactylifera L. (Deglet noor, Ghars, H'mira, Tamesrit et Tinissine).Effets de leur ingestion sur certains paramètres biologiques (Glycémie, profil lipidique, index glycémique et pression artérielle). Thèse de Doctorat en Biochimie Appliqué. Université d'Annaba : 13 p
- Gourchala F., 2015.** Caractérisation physicochimique, phytochimique et biochimique de cinq variétés de dattes d'Algérie(Phoenix dactylifera L). Effets de leur ingestion sur certains paramètres biologiques. Thèse Doctorat en Biochimie appliquée. Département de Biochimie,Université BADJI MOKHTAR, ANNABA, 133p.
- Hannachi S, Khitri D, Benkhalifa A, Brac de la perrière 1998.** Inventaire variétal de la palmeraie algérienne. ANEP Rouiba. p. 59

- Hanachi, S., Khitri, D., Benkhalifa, A., Brac de Perrière, R.A, 1998.** Inventaire variétal de la palmeraie algérienne. 225 p
- **Harrak H. et Chetto., A. (2001).** Valorisation et Commercialisation des dattes au Maroc. Edition INRA , Marrakech, Maroc, Ed. Alwatania, 222 p.
- Imad A., Ahmed A. W. and Ahmed K. (1995).**Chemical composition of date varieties as influenced by the stage of ripening. Food Chem.54: 305-309
- Jarrar, Amjad H., Kamal-eldin, Afaf, Bataineh, Mo'ath, et al.,** Glycemic index (GI) and glycemic load (GL) values for dried bisr and tamr dates. Emirates Journal of Food and Agriculture, 2019, p. 88-94.
- **Jenkins D. J .A., Wolever T. M., Collier G. R., Ocana A., Rao A. V.,Buckley G., Lam Y., Mayer A. and Thompson I. U. (1987),** Metabolic effects of a low-glycemic-index diet American journal of clinical nutrition., 46(6),968-975.
- **Jenkins D.J.A., Wolever TM., Taylor RH., Barker H., Fielden H., Baldwin JM., Bowling AC., Newman HC., Jenkins AL. & Goff dV.(1981).** Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. Am. J. Clin. Nutr. 34:362- 366.
- Khali. M ., Selselet-attou. G .,Guetarni. D., 2007.** Influence de la thermisation et d'un emballage pour atmosphères modifiées sur la composition chimique de la datte deglet nour au cours du stockage au froid. Université MENTOURI. Constantine, Algérie. sciences & technologie c – n°26, décembre pp.9-16
- Luscombe N.D., Noakes M., Clifton P.M. (1999).** Diets high and low in glycemic index versus high monounsaturated fat diets: effects on glucose and lipid metabolism in NIDDM. European Journal of Clinical Nutrition., 53 : 6, 473-478.
- Mansouri, A., Embarek, G., Kokkalou, E., Kefalas, P. (2005).** Phénolique profil and antioxydant activity of the Algerian ripe date palm fruit (Phoenix dactylifera). Journal Food Chemistry. Vol 89, pp 411-420.
- McMillan-Price J & Brand-Miller J (2006)** Low-glycaemic index diets and body weight regulation. International journal of obesity 30:S40-46.
- Miller C. J., Dunn e. V and Hashim i. B., 2003.** The glycaemic index of dates and date/ yoghurt mixed meals. Are dates ,the candy that grows on trees. Eur. J. Clin. Nutr. 57, 427-430.
- Miller,G (1959).**Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Analytical chemistry.

- Miller N.J., Castelluccio C., Tijburg L. and Rice-Evans, C. (1996).** The antioxidant properties of the aflavins and their gallate esters-radical scavengers or metal chelators. *FEBS Letters*, 392: 40-44.
- Munier, P. (1973).** Le palmier dattier. Ed. Maison Neuve et La rose, Paris : 25-367
- Munier, P. (1973).** Le palmier dattier Techniques agricole et productions tropicales. Paris : Maison Neuve et Larose, 143-174.
- Munier P., 1973.** Le palmier dattier, techniques agricoles et productions tropicales. Ed maison neuve et la rosse, Paris.
- Nagoudi, D. (2014).** Effet de la congélation sur les caractéristiques des dattes de cultivars Timjouhert et Adela , Bent Qbala. Mémoire master en Biochimie Appliqué :3-5
- **Najeh, D., Taher, T. et Kacem, B. (1999).** Tunisian Deglet Noor dates reopening, processing and storage. *Gerasopoulos, Chinia*, 179-184.
- Nantel ,G. 2003** Glycemic carbohydrate: an international perspective. *Nutrition Reviews*, **61** : 5, S34-S39.
- Nasserallah, M. et Kerboua, S. (2016)** Classification de quelques cultivars de dattes demi-molles algériennes selon leurs index glycémique. Projet de Fin d'Etudes En vue de l'obtention du diplôme de master académique. Université kasdi merbah Ouargla.
- Noui, Y. (2001).** L'optimisation de la production de la biomasse « *saccharomyces cerevisae* »cultivé sur un extrait de datte. Mémoire d'ingénieur. Département d'agronomie. Batna. 62p.
- Puchu J. K.(2005).** Contribution a l'étude de l'index glycémique et ses applications chez les carnivores domestiques. Thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire. Université de Toulouse.66p
- Rakel. D., 2008.** Patient handout. School of medicine and public health. Department of Family Medicine. University of WISCONSIN . MADISON. 4 page
- Rhouma A., (2005).** Le palmier-dattier en Tunisie. Le patrimoine génétique. Edition IPGRI Vol. II.
- Ryan D., Francis P. S., Singh B., Smith A. M., Wheatley A.O and Asemota H.N., 2018.** Glycemic Index of Some traditional Fruits in Jamaica. *European Journal of Experimental Biology, iMedPub Journals*,3,1-5.

- Saaidi, M. (1990)**. Amélioration génétique du palmier dattier Critères de sélection, techniques et résultats. Dollé V. (ed.), Toutain G. (ed.). Les systèmes agricoles oasiens. Montpellier : CIHEAM Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 11. P 133- 154.
- Salmeron J., Ascherio A., Rimm E. B., Colditz G. A., Spiegelman .D., Jenkins D. J., Stampfer M. J., Wing A.L., Willett W.C., 1997**. Dietary fiber glycemic load and risk of NIDDM in men. *Diabetes Care*, 20,545–550.
- Sawaya W. N., Safi W M., Al-shata H., El-mohammad., 1983**. Fruit growth and composition of khadarisillaj and sifri date cultivars grown in Saudi Arabia Actes du Colloque The First Symposium on The Date Palm, King Faisal University, Al- Hassa Kingdom of Saudi Arabia,202-210.
- **Scazzina F., Dalasta M., Casiraghi C.M., Sieri S., Del rio D., Pellegrini N., Brighenti F., 2016**. Glycemic index and glycemic load of commercial Italian foods .*Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 5, 419–429.
- Schlienger, Jean-Louis**. Nutrition clinique pratique: chez l'adulte et l'enfant. Elsevier Masson, 2014.
- Siboukeur O., 1997**. Qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique du jus de dattes. Thèse de Magister, INA. El-Harrach, Alger, 106 p.
- Sugiyama M., Tang A.C., Wakaki Y., Koyama W.** Glycemic index of single and mixed meal foods among common Japanese foods with white rice as a reference food. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2003, **57**: 6, 743-752.
- Taleba H., Maddocks S. E., Keith morris R and Kanekaniana D.A., 2016**. Chemical characterisation and the anti-inflammatory, anti-angiogenic and antibacterial properties of date fruit (*Phoenix dactylifera L.*).*Ethnopharmacology* , 194, 457–468.
- Taouda H., Mrani alaoui M., Errachidil F., Chabir R and Aarab3 L., 2014**. Etude comparative des caractéristiques morpho-métriques et Biochimiques des dattes commercialisées dans le marché régional de FES / MAROC.Article. 10p.
- Thibaut L. (2010)**. L’index glycémique :des fondements à son intérêt en nutritionpratiques en nutrition . ED Elsevier Masson SAS.24 : 44-51.
- Torossian V. M., 2012**. Diabète et autosurveillance glycémique.Francophone d’Orthoptie, 3, 117–120.

-**Yahiaoui K., 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 ,103 p.

-**Yahiaoui K. (1998).** Caractérisation physico-chimique et évolution du brunissement de la datte « D-N » au cours de la maturation. Mémoire de Magister. I.N.A. El-Harrach. Alger. 66p

-**Wolever t. M. S., 2008.** Index glycémique, index insulinémique et régulation du poids corporel. Cahiers de Nutrition et de Diététique, 43, 2S29–2S34.

Annexe

I- Caractéristiques générales

Distribution géographique : Abondant dans la Saoura, au Touat et au Gourara. Peu fréquent à El-Méniaa et rare au Tidikelt et dans l'atlas.

Date de maturité : Juillet au Tidikelt ; Août-Septembre ailleurs.

Date de récolte : Septembre –Octobre.

Utilisation de la dattes : Fraiche et conservée.

Mode de conservation : Ecrasé ou dans des sacs ou dans le sable.

Appréciation : Excellente dans la Saoura et Atlas, et bonne ailleurs.

Digestibilité : Chaude. Sensibilité à la fusariose : Sensible.

Commercialisation : Importante. Capacité à rejeter : Importante.

Obs. Supplémentaires : commercialisé vers les Hauts plateaux et vers les pays du Sud.



(Photo Bahiani, M)



(Photo Bahiani, M)

II- Caractères morphologiques

Fruit

Forme du fruit : Droite Consistance : Molle à demi-molle

Taille du fruit : Moyenne Plasticité : Tendre ou élastique

Couleur "Bser " : Jaune Texture : Fibreuse ou farineuse

Couleur "Tamr " : Rouge ou marron Goût : Parfumé

Aspect de l'épicarpe : Plissé. Forme du calice : Proéminent.

Altération : Aucune.

Graine

Forme : Droite Forme du sillon : Variable.
Taille : Moyenne. Pore germinatif : Central ou proximal

Graine/Fruit : 1/2à2/3 Protubérances : Jamais

Couleur : Marron. Pédoncule : Souvent long

Surface : Lisse Tégument : Souvent adhérent.

Fiche de caractérisation du cultivar « *Figgig* » (Données Hannachi et al. 1998)

I- Caractéristiques générales

Distribution géographique : Fréquent au Gourara.

Date de maturité : Septembre – Octobre.

Date de récolte : Décembre.

Utilisation de la dattes : Fraiche et conservée.

Mode de conservation : Ecrasé. Parfois dans des sacs.

Appréciation : Excellente

Digestibilité : Variable. Sensibilité à la fusariose : Résistant.

Commercialisation : Aucune. Capacité à rejeter : Faible

Obs. Supplémentaires : Originaire du Maroc. Prix des rejets et des dattes élevé.



II- Caractères morphologiques

Fruit

Forme du fruit : Variable

Consistance : Molle.

Taille du fruit : Petite à moyenne

Plasticité : Tendre.

Couleur "Bser " : Jaune

Texture : Fibreuse

Couleur "Tamr " : Rouge ou noire

Goût : Parfumé

Aspect de l'épicarpe : Variable.

Forme du calice : Proéminent

Altération : Aucune.

Graine

Forme : Variable.

Forme du sillon : Non prononcée.

Taille : Moyenne.

Pore germinatif : Central ou proximal.

Graine/Fruit : 1/2à2/3.

Protubérances : Jamais.

Couleur : Marron, rarement beige.

Pédoncule : Court

Surface : Lisse, parfois bosselée

Tégument : Non adhérent

ملخص

تهدف هذه الدراسة الى تحديد محتوى الكربوهيدرات المتمثلة في السكريات الكلية ، السكريات المختزلة و السكروز لصنفين من التمور يستهلكهما سكان قرارة بولاية تيميمون على نطاق واسع: صنف حميرة وصنف فقيق. بعد ذلك قيما قدرة الصنفين المدروسة من التمر على نسبة السكر في الدم على متطوعين اصحاء لتحديد مؤشر نسبة السكر في الدم و الحمل السكري. اظهرت نتائجنا ان تمور صنف حميرة تحتوي على نسبة مياه اعلى من تمور صنف فقيق بقيم تقديرية تبلغ ٤٢.٠٧% و ٢١.٠٨% على التوالي. يتراوح اجمالي محتوى السكر للتمور المدروسة بين ٦٨% و ٧٣.٧٢%. يتراوح مستوى السكريات المختزلة بين ٥٦.٦١% و ٦٠.٤٩%. كشف حساب معدل السكروز ان تمور صنف حميرة تحتوي على محتوى اقل بنسبة ٧.١٣%. تتراوح قيم مؤشر نسبة السكر في الدم بين ٣٠.٨٩% و ٢٨.٥١% لذلك يمكن تصنيف التمور التي تمت دراستها على انها اطعمة منخفضة المؤشر الجلايسيمي لأنها اقل من ٥٥. واخيرا تعتبر احمال نسبة السكر في الدم التي تقترب عالية لانها اكبر من ٢٠.

الكلمات المفتاحية: اصناف التمر ، منطقة قرارة ، الكربوهيدرات ، مؤشر نسبة السكر في الدم ، الحمل السكري.

Résumé

Cette étude a pour objectif de déterminer la teneur en glucides (par méthodes colorimétriques) à savoir : les sucres totaux, sucres réducteurs, et saccharose de deux (02) cultivars de dattes largement consommés par la population du Gourara, Wilaya de Timimoun : cultivar *Hmira* et cultivar *Figgig*. Ensuite, le pouvoir glycémiant de ces deux cultivars est évalué sur des volontaires sains afin de déterminer leur index glycémique (IG) et leur charge glycémique (CG). Nos résultats ont montré que les dattes du cultivar *Hmira* ont une teneur en eau supérieure à celle des dattes de cultivar *Figgig* avec des valeurs estimées à 42.07% et 21.08%, respectivement. Leur teneur en sucre totaux varie de 68 % à 73.72%. Le taux des sucres réducteurs oscille entre 56.61% et 60.49%. Le calcul du taux de saccharose a révélé que les dattes du cultivar *Hmira* en contiennent le moins avec une teneur de 7.13%. Les valeurs de l'index glycémique (IG) se situent entre 30.89%, et 28.51%. Par conséquent, les dattes étudiées peuvent être classées parmi les aliments à IG bas puisqu'il est inférieur à 55. Enfin, leurs charges glycémiques qui se rapprochent sont considérées comme élevées car elles sont supérieures à 20.

Mots clés : cultivars de dattes, région du Gourara, glucides, index glycémique, charge glycémique.

Summary

This study aims to determine the carbohydrate content (by colorimetric methods) namely: total sugars, reducing sugars, and sucrose of two (02) cultivars of dates widely consumed by the population of Gourara, Wilaya of Timimoun: cultivar *Hmira* and cultivar *Figgig*. Then, the glycemic power of these two cultivars is evaluated on healthy volunteers to determine their glycemic index (GI) and glycemic load (GC). Our results showed that *Hmira* cultivar dates have higher water content than *Figgig* cultivar dates with estimated values of 42.07% and 21.08%, respectively. Their total sugar content varies from 68% to 73.72%. The level of reducing sugars varies between 56.61% and 60.49%. The calculation of the sucrose rate revealed that the dates of the cultivar *Hmira* contain a lower amount of this disaccharide with a content of 7.13%. The values of the glycemic index (GI) are between 30.89%, and 28.51%. Therefore, the studied dates can be classified as low GI foods since their GI are less than 55. Finally, their glycemic loads that approach are considered high because they are greater than 20.

Keywords: date cultivars, Gourara region, carbohydrates, glycemic index, and glycemic load.