

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 des 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 Biologiques

Spécialité : Biochimie Appliquée

Thème :

**Classification de quelques cultivars de dattes de la
commune de Fenoughil de la région d'Adrar, selon leurs
index glycémiques**

Préparé par :

M^{elle} Jakani Halima

M^{elle} Makhloufi Zineb

M^{elle} Yousfi Amina

Membres du jury :

| | | | |
|---|---------------------|------------------------------|--------------------|
| M^r BOULAL Ahmed | Président | MCA | Univ. Adrar |
| M^r NANI Abdelhafid | Encadrant | MCA | Univ. Adrar |
| M^{me} BAHIANI Malika | Co-encadrant | Attachée de recherche | URER/MS |
| M^r TAIB BRAHIM Mustapha | Examineur | MAA | Univ. Adrar |

Année Universitaire : 2021/2022

شهادة الترخيص بالإيداع

انا الأستاذ(ة): ناي عبد الحفيظ

المشرف مذكرة الماستر الموسومة بـ: Classification de quelques cultivars de dattes de la commune de Feneughil de la région d'Adrar selon leurs index glycémiqes

من إنجاز الطالب(ة): مخلوحي زينب

و الطالب(ة): جكائي حليمة

و الطالب(ة): يوسفي امينة

كلية: العلوم و التكنولوجيا

القسم: علوم الطبيعة والحياة

التخصص: بيوكيمياء تطبيقية

تاريخ تقييم / مناقشة: 2022/06/22

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

- امضاء المشرف:

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

ادرار في: 2022/06/28

مساعد رئيس القسم:



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 Abdelhafid**, *Maitre de Conférences classe A*, de l'Université Africaine d'Adrar pour nous avoir guidé et soutenu, 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-promotrice **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 BOULAL Ahmed**, *Maitre de Conférences classe A*, de l'Université Africaine d'Adrar pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant de présider notre jury de soutenance.

-*Nos vifs remerciements* sont adressés à **Monsieur TAIB BRAHIM Mustapha**, *Maitre-Assis tant classe A*, à l'Université Africaine 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 à **Mr. BOUSAID Achour**, *Ingénieurs* à l'URER/MS d'Adrar, pour leur assistance technique.

-Nos remerciements sont adressés également à **M^{me} LALOUT Djihane**, **M^{me} BOUCHAKOUR Sadjia**, et **Mr. BOUKHETACHE Ishak**, ingénieurs aux laboratoires pédagogiques de la faculté des Sciences et de la Technologie, 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.

Dédicaces

*Au nom d'ALLAH le Tout-Puissant qui nous
a éclairées sur les chemins de la
connaissance et de la sagesse, nous dédions
ce travail :*

A nos chers parents !

A nos frères et sœurs !

A tous les membres de nos familles !

*A nos chers amis Faculté des Sciences
et de la Technologie !*

*A tous les enseignants du Département
Des Sciences Naturelles et de la Vie !*

A tout le personnel de l'Université

Ahmed Draïa-Adrar !

Zineb, Halima et Amina !

Résumés

ملخص

في الصحراء الجزائرية، يعتبر نخيل التمر (*Phoenix dactylifera* L) الدعامة الأساسية للنظم البيئية للواحات. وتعتبر ثمارها المسماة "التمر"، غنية بالعناصر الغذائية. كانت الاطعمة تُصنف سابقًا وفقًا لطبيعة السكريات المكونة: السكريات البسيطة والسكريات المعقدة. حاليًا، تم اعتماد تصنيف آخر يعتمد على قدرة الطعام على رفع نسبة السكر في الدم. يعتمد هذا على قيمة المؤشر الجلايسيمي (GI). الهدف من هذا العمل هو تحديد محتوى الكربوهيدرات لبعض أصناف التمر في منطقة فنوغيل، وهي: أدكلي كحلة، وأفكير علي، وبننت ضبة. سيسمح ذلك بتصنيفهم حسب المؤشر الجلايسيمي الخاص بهم، وقد أوضحت نتائجنا أن أصناف التمر المدروسة يمكن أن تحتوي على ما يصل إلى 76.25% سكريات كلية وما يصل إلى 62.98% سكريات مختزلة. ارتبط أعلى محتوى سكروز (15.05%) في تمور صنف بننت ضبة بأعلى مؤشر نسبة السكر في الدم (76.37%)، أما تمور الصنف ادكلي كحلة وصنف افكير علي، فيصنفان على أنهما أطعمة ذات مؤشر سكري منخفض.

الكلمات المفتاحية: التمر، أصناف فنوغيل، الكربوهيدرات، المؤشر الجلايسيمي

Résumé

Dans le Sahara algérien, le palmier dattier (*Phoenixdactylifera* L.) est le pilier des écosystèmes oasiens. Ses fruits appelés «dattes», riches en nutriments, sont considérés comme un aliment de grande importance pour les habitants oasiens. Les aliments glucidiques, les dattes en l'occurrence, étaient classées autrefois, selon la nature des sucres constitutifs : sucres simples et sucres complexes. Actuellement, une autre classification basée sur la capacité d'un aliment sucré à augmenter la glycémie est adoptée. Il s'agit de celle basée sur la valeur de l'index glycémique (IG). L'objectif de ce travail est de déterminer les teneurs en glucides de quelques cultivars de dattes de la région de Fenoughil à savoir : *Adekli Kahla*, *Afkir Ali*, et *Bent E Dobba*. Ceci permettra de les classer selon leur IG. Nos résultats ont révélé que les cultivars de dattes étudiés peuvent contenir jusqu'à 76,25 % de sucres totaux et jusqu'à 62,98 % de sucres réducteurs. La teneur la plus élevée en saccharose (15,05 %) enregistrée dans les dattes de cultivar *Bent E Dobba* est associée avec son index glycémique le plus élevé (76,37 %). Quant aux dattes du cultivar *Adeklikahla* et du cultivar *Afkir Ali*, elles sont classées parmi les aliments à « IG bas ».

Mots clés : dattes, cultivars de Fenoughil, glucides, index glycémique.

Summary

In the Algerian Sahara, the date palm (*Phoenix dactylifera* L) is the mainstay of oasis ecosystems. Its fruits called "dates", rich in nutrients, are considered a food of great importance for the inhabitants of the oasis. Carbohydrate foods, dates in this case, were formerly classified according to the nature of the constituent sugars: simple sugars and complex sugars. Currently, another classification based on the ability of a sweet food to raise blood sugar is adopted. It is the one based on the value of the glycemic index (GI). The objective of this work is to determine the carbohydrate content of some date cultivars from the Fenoughil region, namely: *Adekli Kahla*, *Afkir Ali* and *Bent E Dobba*. This will allow them to be classified according to their GI. Our results revealed that the studied date cultivars can contain up to 76.25% total sugars and up to 62.98% reducing sugars. The highest sucrose content (15.05%) recorded in dates of the *Bent E Dobbacultivar* is associated with its highest glycemic index (76.37%). As for the dates of the *Adeklakahla* cultivar and the *Afkir Ali* cultivar, they are classified as "low GI" foods.

Keywords: dates, Fenoughil cultivars, carbohydrates, glycemic index.

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1: Classification des index glycémiques. | 13 |
| Tableau 2: Classification des charges glycémiques. | 14 |
| Tableau 3: Matériels et produits chimiques utilisés. | 17 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Coupe longitudinale d'une datte..... | 4 |
| Figure 2: Stades de développement de la datte. | 5 |
| Figure 3: Homéostasie glucidique..... | 11 |
| Figure 4: Site d'étude (palmeraies de Fenoughil) (•)..... | 16 |
| Figure 5:Les cultivars de dattes étudiés..... | 16 |
| Figure 6:Les cultivars de dattes étudiés, <i>Adekli Kahla</i> , <i>Bent E Dobba</i> et <i>Afkir Ali</i> (au stade Tamr réduites en poudre)..... | 17 |
| Figure 7:Échantillons dans une étuve..... | 19 |
| Figure 8:Échantillons dans un dessiccateur..... | 19 |
| Figure 9:Échantillons dans 20ml d'acide sulfurique (0.5M), placés dans une étuve à 105°C pendant 3 heures..... | 22 |
| Figure 10:Ajustement de la solution..... | 22 |
| Figure 11:Filtration..... | 22 |
| Figure 12:Dilutions des échantillons..... | 22 |
| Figure 13:Agitation des tubes au vortex..... | 23 |
| Figure 14 :Gamme d'étalonnage des sucres totaux..... | 23 |
| Figure 15: Lecture au spectrophotomètre UV. Visible (Cary 60 Agilent)..... | 23 |
| Figure 16:Préparation des jus de dattes dans un bain marie..... | 25 |
| Figure 17:Ajout du réactif de DNS aux échantillons..... | 25 |
| Figure 18:Sortie des tubes après passage dans un bain marie à 100°C..... | 25 |
| Figure 19:Mise des tubes dans un bain de glace..... | 25 |
| Figure 20:Ajout de 10 ml d'eau distillée après la sortie du bain de refroidissement..... | 25 |
| Figure 21:Gamme d'étalonnage des sucres réducteurs..... | 25 |
| Figure 22: Lecteur de glycémie, (a) ; Bandelettes réactives (b). Prise de sang (c)..... | 28 |
| Figure 23:Teneurs d'humidité et de matière sèche (%) des trois cultivars de dattes étudiés..... | 29 |
| Figure 24:Courbe d'étalonnage des sucres totaux..... | 30 |
| Figure 25:Teneurs en sucres totaux (%) des trois cultivars de dattes..... | 31 |
| Figure 26:Courbe d'étalonnage des sucres réducteurs..... | 31 |
| Figure 27:Teneurs en sucres réducteurs (%) des trois cultivars de dattes étudiés..... | 32 |
| Figure 28:Teneurs en saccharose (%) des trois cultivars de dattes étudiés..... | 33 |
| Figure 29:Evolution de la glycémie, cas des dattes du cultivar <i>Adekli kahla</i> | 34 |
| Figure 30:Evolution de la glycémie, cas des dattes du cultivar <i>Bent E Dobba</i> | 35 |

| | |
|--|----|
| Figure 31: Evolution de la glycémie, cas des dattes du cultivar <i>Afkir Ali</i> | 36 |
| Figure 32: L'index glycémique (%) et charge glycémique (%) | 37 |

Liste des abréviations

% : pourcentage.

AUC : la mesure de l'aire sous la courbe

Ca : calcium

°C:Degré Celsius

C : concentrations

CG : charge glycémique

D.S.A.A : direction des Services Agricoles d'Adrar

DNS : Acide 3,5-Dinitrosalicylique

DT2 :diabète de type 2

F.A.O: Food and Agriculture Organisation

g: gramme

g/L : gramme par litre

H% : taux d'humidité

(H₂SO₄) : Acide sulfurique

IMC : indice de masse corporel

IG : index glycémique

Kg : Kilogramme

Min:minute

ml : Millilitre

Mn:Manganèse

NaOH : soude

nm: nanomètre

pH : potentiel d'hydrogène

SM:solution mère

TG:teneurs en glucides

Tables des matières

| | |
|---|-----|
| Remerciements..... | I |
| Dédicaces..... | II |
| Résumés..... | III |
| Liste des tableaux..... | VI |
| Liste des figures..... | VII |
| Liste des abréviations..... | IX |
| Introduction Problématique..... | 1 |
| 1. Généralités sur le Palmier dattier..... | |
| I. Synthèse Bibliographique | |
| Chapitre 1: Notions générales sur les dattes..... | 3 |
| 1. Généralités sur les dattes..... | 3 |
| 1.1. Classification botanique du palmier dattier..... | 3 |
| 1.2. Définition de la datte..... | 3 |
| 1.2.1. Classification des dattes selon la consistance..... | 4 |
| 1.2.2. Maturation de la datte..... | 4 |
| 1.2.3. Composition biochimique de la partie comestible "pulpe de dattes"..... | 5 |
| 1.2.3.1. Eau..... | 5 |
| 1.2.3.2. Sucres..... | 6 |
| 1.2.3.3. Protides..... | 6 |
| 1.2.3.4. Lipides..... | 6 |
| 1.2.3.5. Fibres..... | 6 |
| 1.2.3.6. Pigments..... | 6 |
| 1.2.3.7. Les minéraux..... | 7 |
| 1.2.3.8. Les Vitamines..... | 7 |
| 1.2.3.9. Les enzymes..... | 7 |
| 1.2.4. Production des dattes..... | 7 |
| 1.2.4.1. Dans le monde..... | 7 |
| 1.2.4.2. En Algérie..... | 7 |
| 1.2.5. Usage alimentaire et médicinale de la datte..... | 8 |
| 1.2.5.1. Usage alimentaire..... | 8 |
| 1.2.5.2. Usage médicinale..... | 8 |

| | |
|---|----|
| Chapitre 2:Notions de l'Index glycémique | 10 |
| 2.1. La glycémie | 10 |
| 2.1.1.Fluctuations glycémiques..... | 10 |
| 2.1.2.Le mécanisme de la régulation de la glycémie..... | 10 |
| 2.2.Généralités sur l'index glycémique | 11 |
| 2.2.1.Facteurs affectant l'IG | 12 |
| 2.2.2.Classification des aliments en fonction de l'IG..... | 12 |
| 2.2.3. Principe du calcul de l'index glycémique..... | 13 |
| 2.2.4.Intérêt de la détermination de l'index glycémique d'un aliment..... | 13 |
| 2.3.Charge glycémique | 14 |
| 2.3.1.Calcul de la charge glycémique..... | 14 |
| 2.4.Eléments de variations | 14 |
| 2.5.Index glycémique et diabète..... | 15 |
| 2.6.Index glycémique et obésité..... | 15 |

II. Partie Expérimentale

Chapitre 3: Matériels et méthodes

| | |
|--|----|
| 3.1.Matériel végétal..... | 16 |
| 3.2.Matériels et produits chimiques utilisés..... | 17 |
| 3.3.Méthodes d'analyses..... | 18 |
| 3.3.1. Détermination de la teneur en eau (Audigie <i>et al.</i> , 1980)..... | 18 |
| 3.3.1.1.Principe | 18 |
| 3.3.1.2.Mode opératoire..... | 18 |
| 3.3.1.3.Expression des résultats | 19 |
| 3.3.2.Dosage des sucres totaux par la méthode de Dubois <i>et al.</i> (1956)..... | 19 |
| 3.3.2.1.Principe | 19 |
| 3.3.2.2.Mode opératoire..... | 20 |
| 3.3.2.3.Expression des résultats | 20 |
| 3.3.2.4.Illustration photographique des étapes expérimentales pour le dosage des sucres totaux | 22 |
| 3.3.3.Dosage des sucres réducteurs (Miller, 1959) | 23 |
| 3.3.3.1.Principe | 23 |
| 3.3.3.2.Mode opératoire..... | 23 |
| 3.3.3.3.Expression des résultats | 24 |

| | |
|---|----|
| 3.3.3.4. Illustration photographique des étapes Expérimentales pour le dosage des sucres réducteurs (a, b, c, d, e et f)..... | 25 |
| 3.3.4. Détermination du Saccharose | 26 |
| 3.3.5. Détermination de l'index glycémique..... | 26 |
| 3.3.6. Recrutement des volontaires | 26 |
| 3.3.7. Préparation de l'aliment de référence (solution de glucose) | 26 |
| 3.3.8. Préparation de l'aliment test..... | 27 |
| 3.3.9. Mesure de la glycémie | 27 |
| 3.3.10. Déroulement des tests | 27 |
| 3.3.11. Calcul de l'index glycémique | 27 |
| 3.3.12. Calcul de la charge glycémique..... | 28 |

Chapitre 4 : Résultats et discussion

| | |
|--|-------------------------------------|
| 4.1. Teneurs en eau (Matière sèche)..... | 29 |
| 4.2. Teneurs en sucres totaux..... | 29 |
| 4.3. Teneurs en sucres réducteurs..... | 31 |
| 4.4. Teneurs en saccharose | 32 |
| 4.5. Index glycémiques des cultivars de dattes étudiées..... | Error! Bookmark not defined. |
| 4.5.1. Cultivar <i>Adekli Kahla</i> | 34 |
| 4.5.2. Cultivar <i>Bent E Dobba</i> | 34 |
| 4.5.3. Cultivar <i>Afkir Ali</i> | 35 |
| 4.6. Index glycémique et Charge glycémique..... | 36 |
| 4.6.1. Cultivar <i>Adekli kahla</i> | 36 |
| 4.6.2. Cultivar <i>Bent E Dobba</i> | 36 |
| 4.6.3. Cultivar <i>Afkir Ali</i> | 36 |
| 4.7. Evolution de la glycémie..... | 38 |
| 4.8. Pics hyper-glycémiques et post-prandiales | 38 |
| Conclusion | 39 |
| Références bibliographiques | 39 |

Introduction

Introduction Problématique

Les dattes constituent un excellent aliment, de grande valeur nutritive et énergétique (**Gilles, 2000; Toutain, 1979**). La forte teneur en sucres représentés principalement par les sucres réducteurs (glucose et fructose) et saccharose confère à ces fruits une grande valeur énergétique. Elles sont caractérisées par une source importante en éléments minéraux plastiques : Ca, Mg, P, S et en minéraux catalytiques : Fe, Mn (**Maatallah, 1970**). Elles sont reminéralisantes et renforcent notablement le système immunitaire (**Albert, 1998**). Le profil vitaminique de la datte se caractérise par des teneurs appréciables en vitamines du groupe B. Ce complexe vitaminique participe métabolisme glucides, des lipides et des protéines (**Tortora et al., 1987**).

De part particulièrement, sa richesse en sucres elle constitue un excellent aliment, de grande valeur nutritive et énergétique (**Gilles, 2000**) pouvant affecter directement la glycémie. L'index glycémique, est un nouveau concept de mesure développé en 1981(**Jenkins et al., 1981**).C'est une méthode de classement des aliments d'après leur réponse glycémique en comparaison à un aliment de référence. C'est un moyen de classer les aliments sur une échelle en fonction de leur capacité à augmenter la glycémie après ingestion (**Nantel, 2003**).

La culture du palmier dattier est concentrée dans les régions arides au Sud de la Méditerranée et dans la frange méridionale du proche Orient depuis le Sud de l'Iran à l'Est jusqu'à la côte atlantique de l'Afrique du Nord à l'Ouest, entre les altitudes 35° Nord et 15° Sud (**Laouini, 2014**).

L'Algérie compte parmi les grands producteurs de dattes à l'échelle mondiale, environ 18 201 640 palmiers dattiers, dont 7 893 570 constituent le potentiel productif, la wilaya de Biskra occupe la première place avec 36,95 %, suivi en deuxième lieu par la wilaya d'El oued avec 25,62 % puis Ouargla en troisième place avec 14,33 % de production (**Blama, 2014**).

Au Maghreb, le nombre de cultivars de palmier dattier identifiés est estimé à 223 au Maroc et environ 250 en Tunisie (**Djoudi, 2013**) quant à l'Algérie elle compte une plus grande diversité variétale de plus de 940 cultivars (**Hannachi et al., 1998**).

Dans les oasis d'Adrar, la diversité variétale du palmier dattier est évaluée à près de 190 variétés dans le **Touat**, à près de 230 variétés au niveau du **Gourara** et 60 variétés au niveau du **Tidikelt** (**Bouguedoura et al., 2010**). Dans les palmeraies traditionnelles d'Adrar, les dattes dans leur grande diversité variétale représentent un aliment de base consommées à grande fréquence fraîches ou transformées avec un savoir-faire traditionnel et une diversité culinaire (recettes traditionnelles).

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 trois cultivars de dattes, auprès de huit femmes des palmeraies ayant consommé 25g de dattes de chaque cultivar

choisi : ***Adekli Kahla, Afkir Ali et Bent E Dobba***. 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 trois cultivars de dattes : ***Adekli Kahla, Afkir Ali et Bent E Dobba*** échantillonnés dans les palmeraies de Fenoughil; et de déterminer leur index glycémique.

Cette présente étude est structurée en trois parties principales :

- Partie I : Synthèse bibliographique (Chapitre 1 : Généralités sur la datte et chapitre 2 : Index glycémique) ;
- Partie II : Matériels et méthodes
- Partie III : Résultats et discussion

Synthèse

Bibliographique

An orange scroll banner with a dark orange border and rounded corners. The banner is positioned horizontally in the center of the page. The text is centered within the banner.

Chapitre 1 : Notions Générales sur les dattes

1. Généralités sur les dattes

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) est considéré comme l'arbre des régions désertique du globe connues pour leur climat chaud et sec. En raison de ses utilités alimentaires, écologiques, sociales et économiques, le palmier dattier est l'arbre fruitier le plus apprécié par les populations des oasis (Tirichine, 2010).

Le palmier dattier a besoin d'un sol bien drainé mais frais en profondeur. Une seule "branche" de datte peut donner 6 à 8 Kg de fruits. Les aires de culture du palmier dattier dans le monde sont concentrées sur la partie sud du bassin méditerranéen avec une extension vers les pays du Golf persique (Messaid, 2007).

1.1. Classification botanique du palmier dattier

La place du palmier dattier dans le règne végétal est rappelée ci-dessous (Djerbi, 1994):

- Groupe : Spadiciflores
- Ordre : Palmales
- Famille : Palmacées
- Sous-famille : Coryphoïdées
- Tribu : Phoenicées
- Genre : *Phoenix*
- Espèce : *Phoenix dactylifera L.*

Le genre *Phoenix* comporte au moins douze espèces, dont la plus connue est « *dactylifera* » et dont les fruits " dattes " font l'objet d'un commerce international important (Espiard, 2002).

1.2. Définition 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.

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

- **un péricarpe** ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau ;
- **un mésocarpe** généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et de couleur soutenue;
- **et 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 sombres, rouges, brunes plus ou moins foncées (Djerbi, 1994).

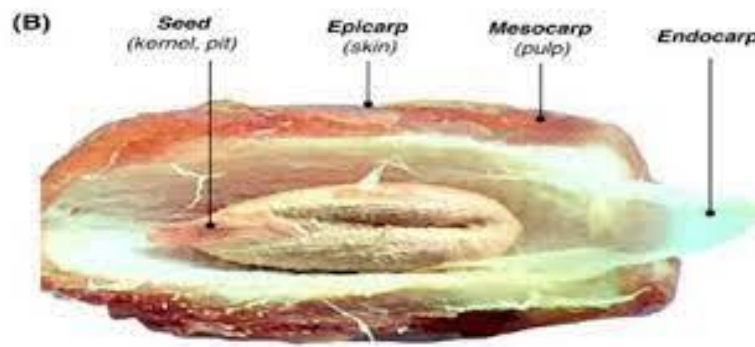


Figure 1 : Coupe longitudinale d'une datte (Ghnimi *et al.*, 2016).

1.2.1. Classification des dattes selon la consistance

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**).

1.2.2. Maturation de la datte

Les fleurs fécondées à la nouaison donnent un fruit qui évolue en taille. Chaque stade de maturité correspond à une appellation particulière. Et c'est la terminologie Irakienne qui est universellement utilisée. Cinq stades d'évolution sont définis:

Stade I "Hababouk": c'est le stade qui suit la pollinisation et qui dure environ cinq (05) semaines (**Eltayeb *et al.*, 1999**).

Stade II "Kimri": La datte prend une teinte verte pomme. Ce stade est caractérisé par une élévation rapide du poids et de la taille, une accumulation des sucres réducteurs et des sucres totaux, une grande acidité active et une teneur en eau élevée (**Djerbi, 1994**).

Stade III "Khalal": est marqué par une augmentation rapide de la teneur en sucres totaux, en saccharose et de la matière solide, alors que l'acidité réelle et le taux d'humidité décroissent.

Stade IV "Routab" : Ce stade dure de deux à quatre semaines (Djerbi, 1994). Il se caractérise par un début de ramollissement du fruit en raison d'une augmentation des activités enzymatiques des potinasses et des polygalacturonases et une perte en eau. A cette étape les protéines et les cendres diminuent respectivement jusqu'à 2,6 et 2,6%, les tanins se fixent sous l'épicarpe du fruit (Al-Hooti *et al.*, 1998). L'augmentation de la teneur des monosaccharides (Djerbi, 1994).

Selon Dowson et Aten(1963), les dattes sont parfois consommées à ce stade. Les cultivars de dattes demi-molles et sèches ne passent pas obligatoirement par ce stade comme cité dans Gourchala(2015).

Stade V "Tamr" : la phase ultime de maturation, au cours de laquelle le fruit perd une quantité importante d'eau ce qui donne un rapport sucre/eau élevé (Djerbi, 1994). Les fruits ont des niveaux des sucres beaucoup plus élevés, un goût plus doux, une plus faible quantité d'eau et de tanins. La couleur du fruit devient de plus en plus foncée, surtout chez les dattes molles (Gourchala, 2015).

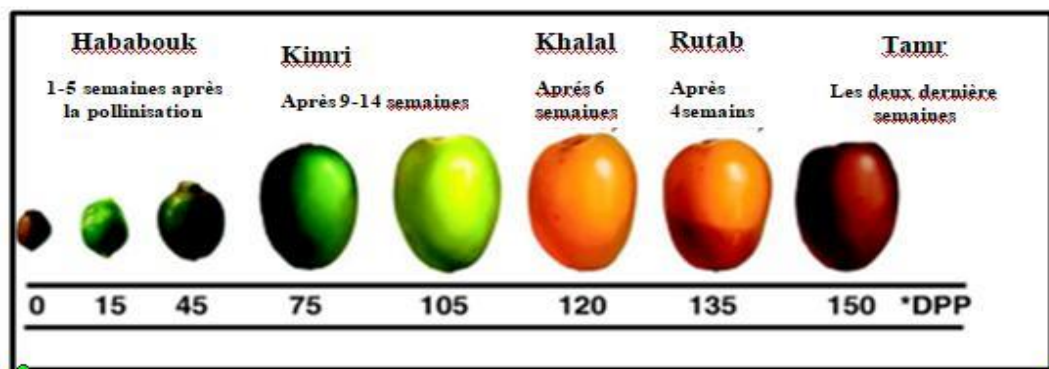


Figure 2: Stades de développement de la datte (Ghnimi *et al.*, 2016).

1.2.3. Composition biochimique de la partie comestible "Pulpe des dattes"

Selon Estanove(1990), la datte se compose essentiellement des éléments suivants:

1.2.3.1. Eau

La teneur en eau détermine la consistance de la datte. Elle est fonction des variétés, du stade de maturation et du climat. Elle varie entre 8 et 30 % du poids de la chair fraîche avec une moyenne d'environ 19% (Noui, 2007).

D'après (Munier, 1973) ; la teneur en eau varie d'une classe à une autre, les dattes de consistances molles ont une humidité supérieure à 20%, par contre les dattes sèches ont une

humidité inférieure à 20% et les dattes de consistance demi-molles ont une humidité variant entre 20-30%.

1.2.3.2. Sucres

Les sucres dans les dattes sont les constituants les plus importants car ils fournissent une source d'énergie pour l'être humain. L'apport moyen en énergie des dattes fraîches et sèches est 213 et 314 kcal/100g (**Al-Farsi et Lee, 2008**). L'analyse des sucres de la datte a révélé essentiellement trois types : saccharose, fructose et glucose. Ceci n'exclut pas la présence d'autres sucres en faible proportion tels que : le galactose, la xylose et le sorbitol (**Favier et al., 1993; Siboukeur, 1997**). Ainsi, la quantité des sucres dans les dattes dépend selon le type du cultivar, le climat et degré de la maturation (**Taleba et al., 2016**).

1.2.3.3. Protides

La pulpe de la datte ne renferme qu'une faible quantité de protéines. Le taux diffère selon les variétés et surtout selon le stade de maturation; il est en général de l'ordre de 1,75% du poids de la pulpe à l'état frais (**Dàwson et Aten, 1963**).

1.2.3.4. Lipides

Selon **Barreveld (1993)**, la pulpe de la datte contient peu de matière grasse. Celle-ci est concentrée dans la peau (2.5-7.5%MS) et joue un rôle plus physiologique que nutritionnelle. Ce rôle se traduit par la **protection** du fruit.

1.2.3.5. Fibres

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, 1996**).

1.2.3.6. 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**).

1.2.3.7. Les minéraux

La caractéristique la plus remarquable des dattes réside dans la présence de sels minéraux et d'oligoéléments Ca, Mg, P, S et en minéraux catalytiques Fe, Mn (**Matallah, 1970**). Particulièrement abondants dépassant nettement les autres fruits secs (**Benchelah et Maka, 2008**).

1.2.3.8. Les Vitamines

En général, la datte ne constitue pas une source importante de vitamines. Les plus dominantes sont la vitamine A et les vitamines B1 et B2 qui sont en proportions appréciables. Les vitamines C et D sont quasiment inexistantes (**Al-Shahib et al., 2003; Bousdira, 2007**).

1.2.3.9. Les enzymes

Les enzymes jouent un rôle important dans les processus de la conversion qui a lieu pendant la formation et la maturation du fruit. Parmi ces enzymes, on peut citer l'invertase qui est responsable de l'inversion de saccharose en glucose et fructose et appaier la texture et la flexibilité (**Barreveld, 1993**) et d'autres enzymes telles que : les polygalacturonases et pectinesterases, les polyphénoloxydases et les peroxydases (**Bousdira, 2007**).

1.2.4. Production des dattes

Dans le monde

La production mondiale de dattes est d'environ 7 millions de tonnes par année et à plus que doublé depuis les années 1980. Cela place la datte au 5ème rang des fruits les plus produits dans les régions arides et semi- arides. D'après la F.A.O, la production mondiale de dattes est estimée à 7.62 millions de tonnes en 2010 (**FAO, 2010**).

1.2.4.1. En Algérie

L'Algérie compte parmi les grands producteurs de dattes à l'échelle mondiale (environ 18 201 640 palmiers dattiers, dont 7 893 570 constituent le potentiel productif), la wilaya de Biskra occupe la première place avec 36,95 %, suivi en deuxième lieu par la wilaya d'El oued avec 25,62 % puis Ouargla en troisième place avec 14,33 % de production (**Blama, 2014**). La superficie occupée par le palmier dattier couvre 167 663 ha avec 18,6 millions de palmiers (**Belaroussi, 2019**).

Au Maghreb, le nombre de cultivars de palmier dattier identifiés est estimé à 223 au Maroc et environ 250 en Tunisie (**Djoudi, 2013**) quant à l'Algérie elle compte une plus grande diversité variétale de plus de 940 cultivars (**Hannachi et al., 1998**).

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**). La région du Gourara présente une diversité d'environ 230 cultivars, suivie de la région du Touat avec environ 190 cultivars. La région du Tidikelt compte la plus faible diversité évaluée à environ 60 cultivars (**Bouguedoura et al., 2010**).

1.2.5. Usage alimentaire et médicinale de la datte

La datte constitue un excellent aliment, de grande valeur nutritive et énergétique (**Gilles, 2000; Toutain, 1979**). La datte est utilisée sous différentes formes. Les utilisations sont en fait multiples et variables d'une région à l'autre, qu'elles soient médicinales ou alimentaires (**Benchelah et Maka, 2006**).

1.2.5.1. Usage alimentaire

Les dattes constituent la matière première pour l'élaboration d'un bon nombre de produits alimentaires. Elles accompagnent les plats cuisinés, tels que couscous, tajines, en une grande variété de recettes propres à chaque région, elles se marient bien avec les viandes. Elles entrent dans la composition de nombreuses pâtisseries sous forme de pâtes de dattes, ainsi les célèbres makrout sont très appréciés (**Ould El Hadj et al., 2001; Benchelah et Maka, 2008**).

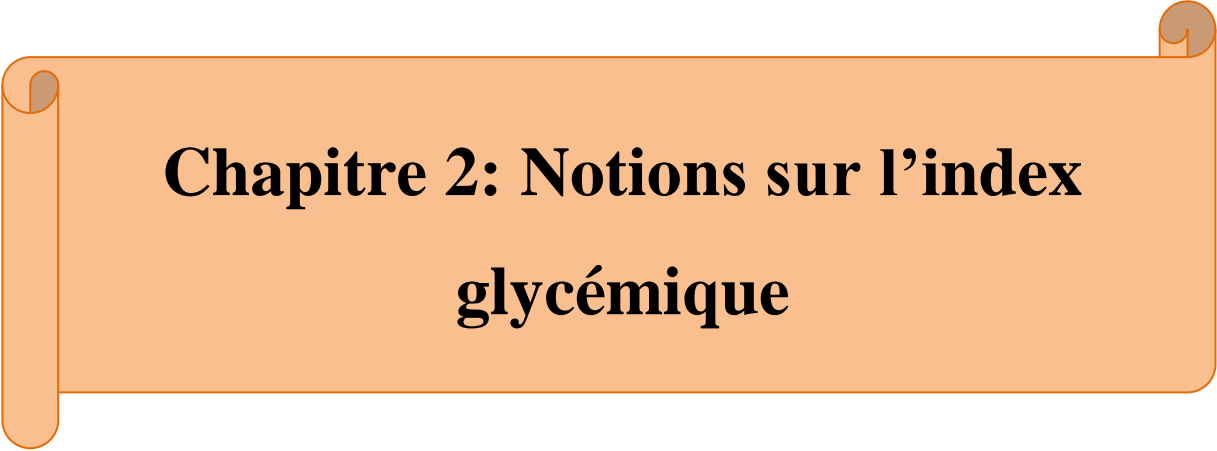
Dans les oasis d'Adrar la datte est consommée à haute fréquence fraîche ou transformée et entre dans la composition de plusieurs recettes traditionnelles dont les principales sont : Robb, S'Foufe (dattes concassées), EL Btana (dattes écrasées).

1.2.5.2. Usage médicinale

Riches en fibres, les dattes facilitent le transit intestinal et exercent un rôle préventif des cancers colorectaux, des appendicites, de la diverticulose, des varices et des hémorroïdes. Elles ont également un effet hypocholestérolémiant (**Albert, 1998 ; Jaccot et Campillo, 2003**).

Energétique et riche en minéraux, le fruit permet de lutter contre l'anémie et les déminéralisations, il est donc recommandé aux femmes qui allaitent. Les dattes 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 qui 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 (**Benchelah et Maka, 2008**). Par ailleurs, le pollen est utilisé pour traiter des cas de stérilité et pour l'allaitement (**Babahani et Senoussi, 2014**).

An orange scroll banner with a dark orange border and rounded corners, featuring a vertical strip on the left side that mimics a scroll's binding. The text is centered within the banner.

Chapitre 2: Notions sur l'index glycémique

2.1. La glycémie

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**).

Le foie est responsable de 20 % de la dépense énergétique totale de repos. De plus, le foie possède la totalité de l'équipement enzymatique lui permettant d'effectuer la synthèse de glucose à partir de nombreux précurseurs, acides aminés (alanine, glutamine) ou hydrates de carbone (glycérol, fructose, sorbitol) et sa libération du fait de l'existence d'une activité glucose 6-phosphatase. Pour les macronutriments, la capacité de stockage concerne principalement le glycogène (**Xavier, 1999**).

2.1.1. Fluctuations glycémiques

La principale mesure du contrôle glycémique est l'hémoglobine glyquée. Cette mesure est un reflet de la glycémie moyenne des trois à quatre mois précédant le prélèvement. Chez les patients atteints de DT2, la hausse glycémique post-prandiale peut contribuer jusqu'à 70% de la valeur d'A1c, mais seulement chez les sujets avec le meilleur contrôle (A1c < 7,3%) 67. Plus l'A1c est élevée, moins cette contribution est grande et plus celle de la glycémie à jeun est importante (**Monnier et al., 2003**).

2.1.2. Le mécanisme de la régulation de la glycémie

La constance de la glycémie résulte d'une autorégulation de la fonction hépatique. Il existe deux systèmes régulateurs neuroendocriniens assurant à l'organisme un maintien plus rapide et plus précis de la glycémie : le système hypoglycémiant essentiellement lié à la production d'insuline et le système hyperglycémiant lié au glucagon (**Jacques, 2008**).

Selon **Planchet et al. (2014)** le système régulateur comporte :

- un système de capteurs d'informations (détecteur des écarts) constitué des cellules α et β des îlots de Langerhans.
- un système de messagers hormonaux (insuline et glucagon). Toute variation de l'une ou de l'autre est automatiquement corrigée par une variation de l'hormone antagoniste, engendrant une autorégulation par rétroaction négative.
- un système effecteur permettant de corriger les écarts. Ce système comprend le foie, les muscles et le tissu adipeux.

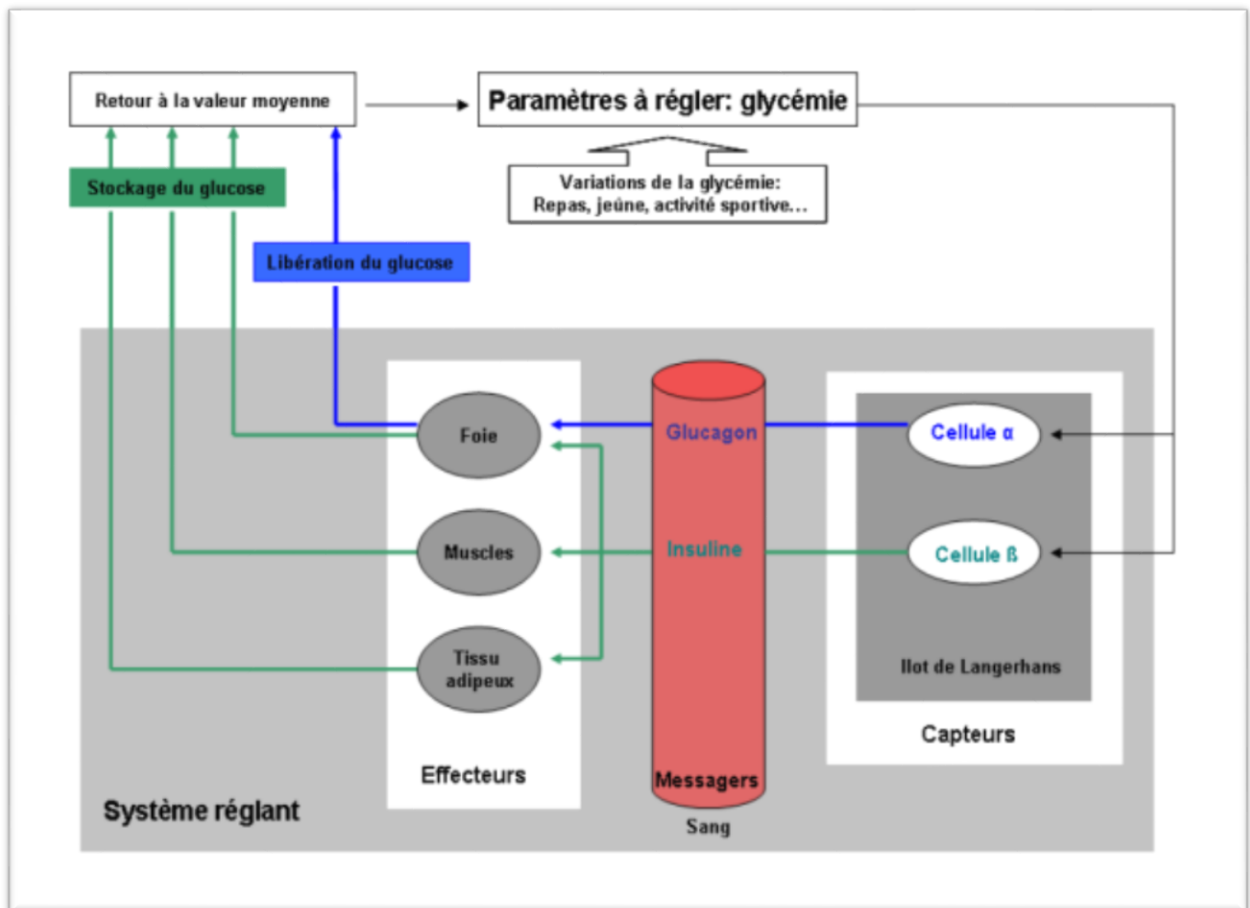


Figure 3: Homéostasie glucidique (Planchet *et al.*, 2014).

2.2. Généralités sur l'index glycémique

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

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. Cet index est particulièrement utile pour les diabétiques puisqu'il leur permet de gérer leur glycémie et parfois leur médication. (Wolever, 2008; David, 2011; Elsevier, 2014).

La classification ancienne des glucides s'est donc avérée inexacte pour rendre compte de la réalité biologique. Une autre méthode, dite de l'index glycémique, s'est imposée actuellement. Elle consiste à mesurer l'élévation de la glycémie obtenue après avoir consommé un aliment

testé, par rapport à celle obtenue avec du glucose servant d'étalon. On peut alors hiérarchiser les glucides en fonction de l'effet physiologique induit au moyen du calcul de l'index glycémique des aliments. De très nombreuses publications dans de grandes revues de nutrition humaine démontrent son utilité en complément des règles nutritionnelles courantes pour la gestion du diabète notamment, mais il présente un intérêt aussi dans d'autres domaines comme l'hypertension et la prévention des cancers ou des maladies coronariennes (**Pucheu, 2005**).

2.2.1. Facteurs affectant l'IG

Selon **David (2011)** et **Ferland & Poirier (2006)**, 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.

2.2.2. Classification des aliments en fonction de l'IG

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 élevée, et contrairement cette dernière est moins affectée si la valeur de l'index glycémique est basse. (**Brahimi et Guendouz, 2019**).

Tableau 1: Classification des index glycémiques (Ali *et al.*, 2016).

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

2.2.3. Principe de 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. La formule est donnée par :

$$G = \left[\frac{\text{AUC (0-120min) pour 50 g de glucides glycémiant dans le produit testé}}{\text{AUC (0-120 min) pour 50 g de référence glucose}} \right] \times 100.$$

2.2.4. Intérêt de la détermination de l'index glycémique d'un aliment

Si l'on considère qu'un aliment à haut index glycémique entraîne un fort pic de glycémie et une aire sous la courbe importante, il convient, pour faire baisser ce pic, d'employer une quantité d'insuline supérieure, ce qui majore les risques d'hypoglycémie réactionnelle et à terme favorise l'insulinorésistance (Miller, 2003).

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).

Inversement, pour un aliment à bas index glycémique, le pic de glucose postprandial est peu marqué, il suffit d'une faible quantité d'insuline pour le faire revenir à la normale. Les risques d'hypoglycémie et d'hyperglycémie sont plus faibles, et l'insulinorésistance est retardée car l'insuline est administrée avec parcimonie. Les recommandations nutritionnelles actuelles incitent les personnes diabétiques à diminuer leurs apports en aliments pauvres en fibres et de fort index glycémique (Schafer, 2003).

Si la notion d'index glycémique reste la plus répandue pour mesurer les variations d'impact d'un aliment sur la glycémie, la charge glycémique est également une notion importante. Elle complète et soutient la notion de l'index glycémique.

2.3. Charge glycémique

La CG intègre la quantité de glucides d'un aliment en tenant compte de son index glycémique. Elle a été développée par le groupe épidémiologique du Pr. Walter Willette pour obtenir une valeur d'exposition à la glycémie lors de l'apport alimentaire d'une journée. Elle a rapidement été étendue aux aliments individuels (**Monro, 2002**).

2.3.1. Calcul de la charge glycémique

La charge glycémique (CG) complète parfaitement l'index glycémique, car elle tient compte de l'effet « anti hyperglycémiant » des fibres alimentaires présentes dans l'aliment en question, ainsi que la quantité des glucides et de fibres dans une portion. La charge donne donc la quantité de glucides dits « disponibles » dans une portion (**Foster-Powell K et al., 2002**).

Elle est calculée par la formule suivante :

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

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

Tableau 2 : Classification des charges glycémiques (Ali et al., 2016).

| Classification | Charge glycémique |
|----------------|-------------------|
| CG faible | ≤ 10 |
| CG moyen | 10 à 20 |
| CG Elevé | ≥ 20 |

2.4. Eléments de variations

La recherche en nutrition montre que de nombreux paramètres pourraient varier l'index glycémique, dont la composition intrinsèque des aliments (la présence des fibres, de protéines ou matière grasse), le traitement appliqué à un aliment, l'état physique d'un aliment (solide, liquide), la maturité des fruits et légumes, et la taille des particules ingérées (**David, 2011**).

De nombreuses études ont trouvé au cours de ces deux dernières décennies une relation entre une consommation élevée d'aliments riches en hydrates de carbone a haut index glycémique (IG) ou une forte charge glycémique et le risque de diabète, d'obésité et de maladie cardiovasculaire (**Kaspar et Ulrich, 2006**).

2.5. Index glycémique et diabète

La consommation de régimes riches en aliments à IG élevé augmenterait le risque de développer des maladies chroniques comme le diabète (**Saulnier *et al.*, 2014**). 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**).

2.6. Index glycémique et 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 ; Seddiki, 2015**).

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. Ces études ont recherché l'effet de l'index glycémique sur la sensation de faim, et sur la prise de nourriture qui y fait suite. Elles ont consisté à comparer un aliment simple à index glycémique faible avec un aliment à index glycémique élevé, ou modifié un aspect du régime en vue d'abaisser l'index glycémique de l'aliment. L'effet montré a été une réapparition plus rapide de la sensation de faim lors de la consommation d'aliments à fort index glycémique dont l'apport énergétique volontaire (action de se nourrir) est plus fréquent (**Roberts, 2000 ; Macintosh, 2003**) 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 ; Seddiki, 2015**). En revanche, une alimentation à faible IG facilite le contrôle du poids corporelle par une augmentation de la satiété et l'oxydation des graisses (**Ferland *et Poirie*, 2006 ; David, 2011 ; Seddiki, 2015**).

II. Partie

Expérimentale

***Matériels et
Méthodes***

3.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans notre étude est constitué de trois cultivars de dattes : *Adekli Kahla*, *Bent E Dobba* et *Afkir Ali* (Figure 4), provenant des oasis de la wilaya d'Adrar. Les dattes proviennent de la récolte 2021 et ont été échantillonnées au stade de maturité tamr.

Les cultivars *Bent E Dobba* et *Adekli kahla* ont été échantillonnés dans les palmeraies du ksar Barchid et le cultivar *Afkir Ali* dans les palmeraies du ksar Sidi Youcef de la commune de Fenoughil.

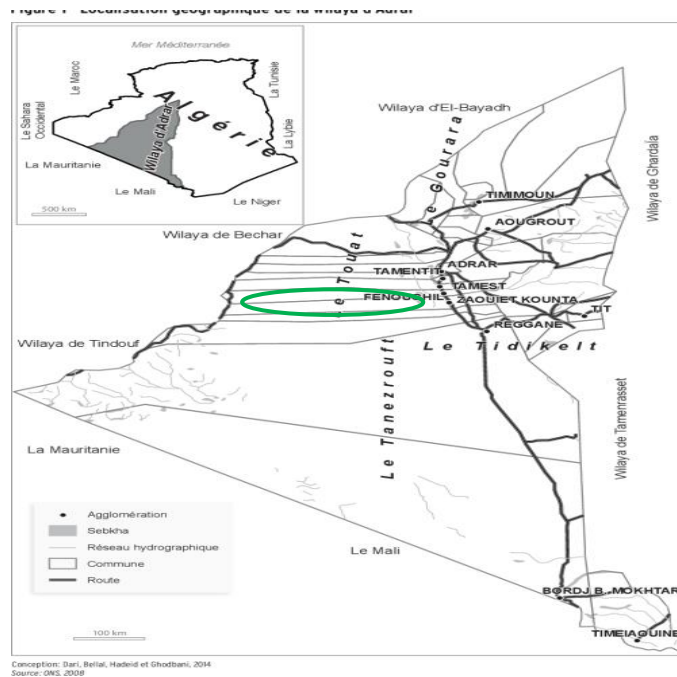


Figure 4: Site d'étude (palmeraies de Fenoughil)



Figure 5: Les cultivars de dattes étudiés 1 : cultivar *Adekli Kahla*; 2 : *Bent E Dobba* et 3 : *Afkir Ali* (Photos Bahiani M).



Figure 6: Les cultivars de dattes étudiés, Adekli Kahla, Bent E Dobba et Afkir Ali (au stade Tamr réduites en poudre).

Les dattes récoltées au **stade Tamr**, sont dénoyautées, découpées en petits morceaux et séchées à température ambiante à l'abri de la lumière.

3.2. Matériels et produits chimiques utilisés

Tableau 3: 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, (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 60Agilent) et spectrophotomètre UV-Visible (Biochrom Libra S50). - lecteur de glycémie - Bandelettes réactives | <ul style="list-style-type: none"> - Eau distillée - Glucose anhydre - Phénol - Acide sulfurique (H₂SO₄) à 96% - DNS ((Acide Di-nitro-3,5 Salicylique) - Double tartrate de sodium et potassium - Soude (NaOH) |

3.3. Méthodes d'analyses

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

3.3.1.1. 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.

3.3.1.2. Mode opératoire

Les capsules vides ont été séchées à l'étuve durant 15min à $103 \pm 2^\circ\text{C}$; 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 1: Échantillons dans une étuve.



Figure 2: Échantillons dans un dessiccateur.

3.3.1.3. Expression des résultats

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

Soit:

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

H%: Taux d'humidit 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 :

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

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

3.3.2.1. 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.

3.3.2.2. 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 $\lambda = 490 \text{ nm}$.

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.

La lecture de l'absorbance des différentes concentrations est faite contre un blanc à 490 nm.

3.3.2.3. Expression des résultats

A partir des densités optiques obtenues, nous avons pu déduire les teneurs en sucres totaux dans les échantillons selon l'équation suivante :

Où:

$$Y = 9,897 x + 0,417$$

Y: absorbance mesurée à 490 nm

x: concentrations en sucres totaux.

3.3.2.4. Illustration photographique des étapes expérimentales pour le dosage des sucres totaux



Figure 9: Hydrolyse acide.



Figure 10:Ajustement de la solution.

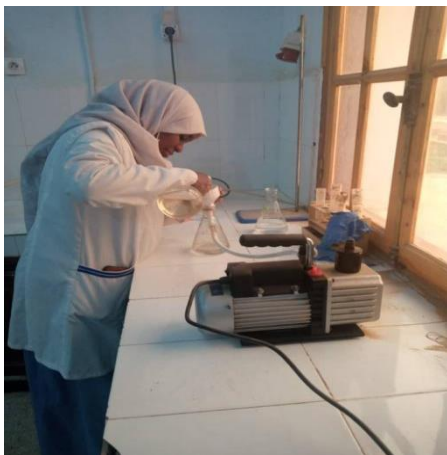


Figure11:Filtration.



Figure 12:Dilutions des échantillons.



Figure 13: Agitation des tubes au vortex.



Figure 14: Gamme d'étalonnage des sucres totaux.



Figure 15: Lecture au spectrophotomètre UV. Visible (Cary 60 Agilent).

3.3.3. Dosage des sucres réducteurs (Miller, 1959)

3.3.3.1. 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.

3.3.3.2. 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 $\lambda = 540 \text{ nm}$.

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.

3.3.3.3. Expression des résultats

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 :

$$Y = 0.582x - 0,015$$

Où:

Y: absorbance mesurée à 540 nm

x: concentrations en sucres réducteurs.

3.3.3.4. Illustration photographique des étapes Etapes expérimentales pour le dosage des sucres réducteurs (a, b, c, d, e et f).

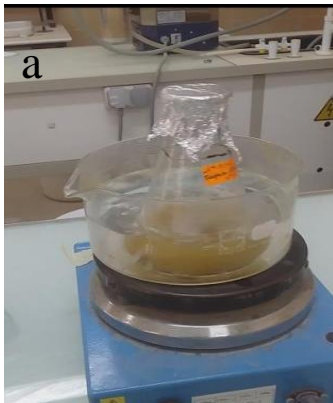


Figure 16:Préparation des jus de dattes dans un bain marie.



Figure 17: Ajout du réactif de DNS aux échantillons.

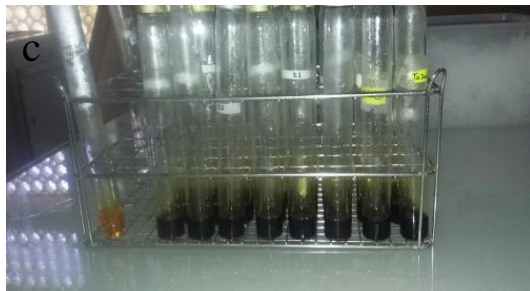


Figure 18:Sortie des tubes après passage dans un bain marie à 100°C.



Figure 19: Mise des tubes dans un bain de glace.



Figure 20: Ajout de 10 ml d'eau distillée après la sortie du bain de refroidissement.



Figure 21: Gamme d'étalonnage des sucres réducteurs.

3.3.4. Détermination du Saccharose

Le saccharose est déterminé selon la formule suivante :

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

3.3.5. 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 :

Réponse glycémique de 50 g d'aliment testé

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 *Adekli Kahla*, *Bent E Dobbaet Afkir Ali* (à partir de la 2^{ème} visite) et ce durant 120 minutes.

3.3.6. 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.

3.3.7. 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.

3.3.8. 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.

3.3.9. Mesure de la glycémie

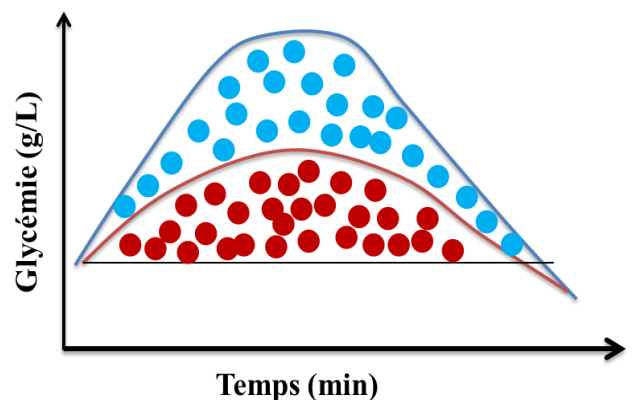
La glycémie est déterminée au niveau du sang provenant du système vasculaire capillaire, par piqûre transcutanée, à l'aide d'un lecteur de glycémie modèle «**Diagno-check@smart**». Ce dernier fonctionne avec des bandelettes réactives permettant la mesure quantitative de la glycémie à partir du sang capillaire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

3.3.10. Déroulement des tests

Les tests ont commencé à 08h00 par une prise de sang capillaire 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.

3.3.11. 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**).



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

3.3.12. 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

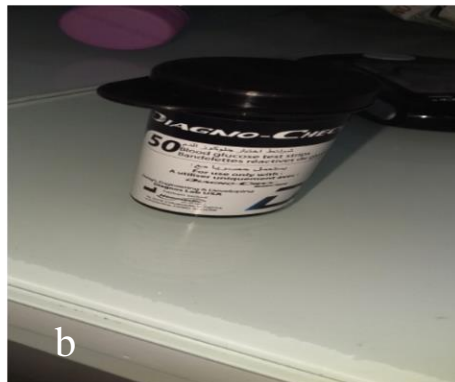


Figure 22:lecteur de glycémie, (a) ; Bandelettes réactives (b). Prise de sang (c)

Résultats et discussion

4.1. Teneurs en eau (%)

L'eau est l'un des constituants essentiels de la datte et varie de 12 à 30% du poids de pulpe fraîche selon la variété de dattes et selon les régions de production. D'une manière générale, les dattes présentent des humidités inférieures à 40%. (**Harraket Boujanah, 2012**).

La teneur en eau est un paramètre fondamental pour la détermination et la conduite rationnelle des opérations de récolte, de stockage ou de conservation (**Meligi et Sourial, 1982 ; Gourchala, 2015**).

Les teneurs des humidités des trois cultivars *Adekli Kahla*, *Afkir Ali*, *Bent E Dobba* sont respectivement 7.08%, 12.41%, et 9.54%

Les teneurs des matières sèches des trois cultivars *Adekli Kahla*, *Afkir Ali*, *Bent E Dobba* sont respectivement 92.92%, 87.59%, 90.46% (Figure 23).

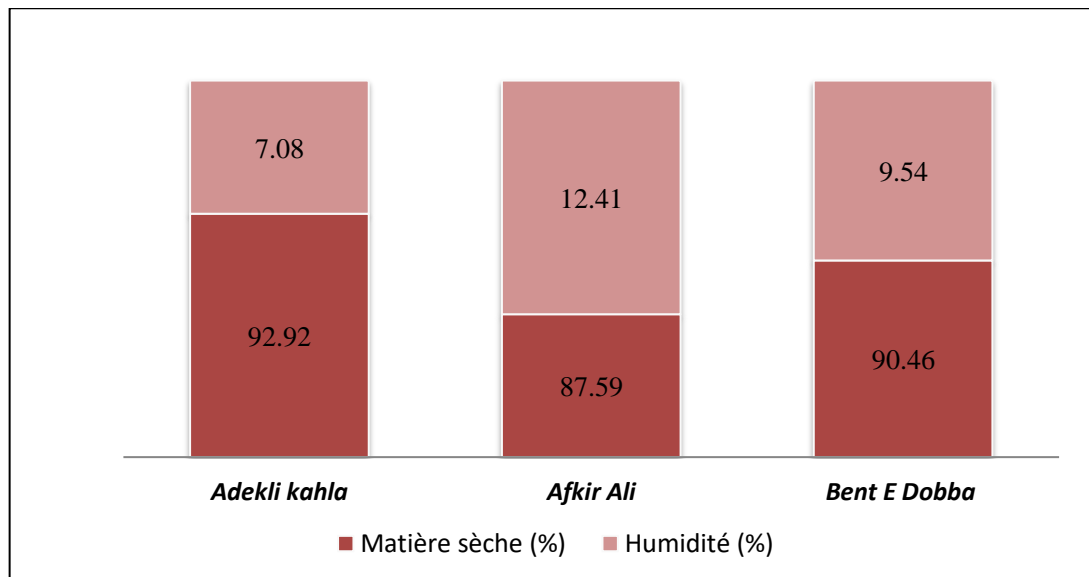


Figure 23: Teneurs d'humidité et de matière sèche (%) des trois cultivars de dattes étudiés.

4.2. 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 24).

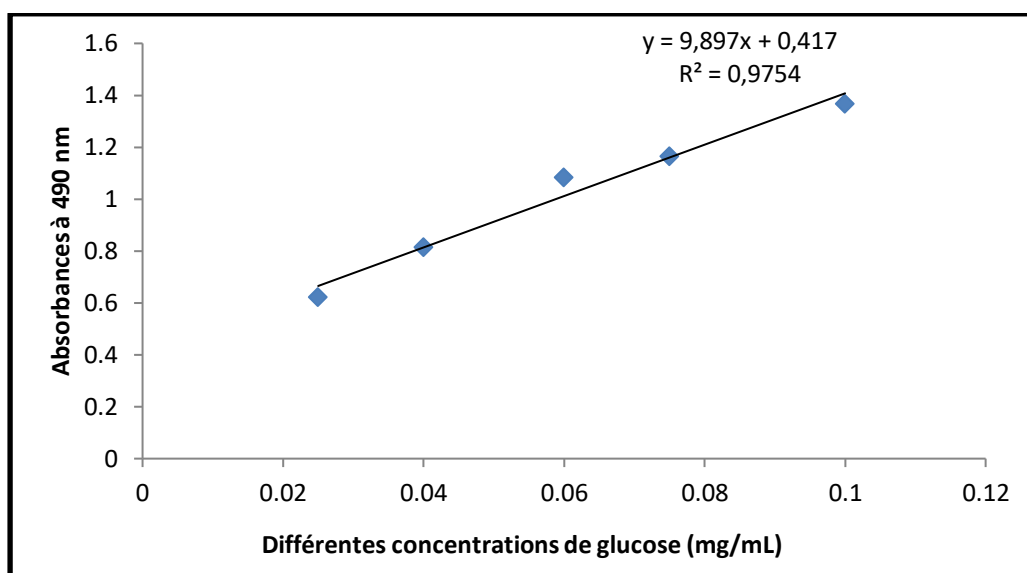


Figure 24: Courbe d'étalonnage des sucres totaux.

Les sucres sont les constituants majeurs de la datte. Ils sont présents sous deux formes: le saccharose (sucre non réducteur) et les sucres réducteurs principalement le fructose et le glucose (Al-khouli *et al.*, 1998).

Les teneurs des sucres totaux des trois cultivars *Adekli Kahla*, *Afkir Ali*, *Bent E Dobba* sont respectivement $74,74\% \pm 0,052$, $76,25\% \pm 0,117$, $70,87\% \pm 0,113$ (Figure 25).

Le cultivar «*Afkir Ali*» présente la teneur la plus élevée $76,25\%$, comparable à celles rapportées dans le cultivar algérien «*Horra*» de $75,6\%$ (Belguedj, 1996). Et à celles rapportés par Munier (1965) dans d'autres cultivars algériens «*Degla Beida*» et «*MechDegla*» avec des teneurs de 76% . De même, Assirey (2015), rapporte dans le cultivar de l'Arabie Saoudite «*Mabroom*» une teneur de $76,4\%$

Quant au cultivar «*Adekli Kahla*» de $74,74\%$ sa teneur est très comparable à celles rapportées dans le cultivar algérien «*Dguell-Eddar*» de $74,46\%$ de la région des Ziban (Acourène *et al.* (2001) et à celles rapportées dans le cultivar de l'Iraq «*Dayri*» et le cultivar de la Mauritanie «*Tinterguel*» de teneur 75% (Munier, 1965). De même, dans le cultivar tunisien «*Alligh*» de 74% (Reynes *et al.*, 1994) et le cultivar «*Ajwa*» de l'Arabie Saoudite de $74,3\%$ (Assirey, 2015).

La teneur des sucres totaux du cultivar «*Bent E Dobba*» de $70,87\%$ est comparable à celles rapportées dans le cultivar algérien «*Hamraye*» (Belguedj, 1996) et dans le cultivar tunisien «*DegletNour*» tous les deux de 70% (Reynes *et al.*, 1994).

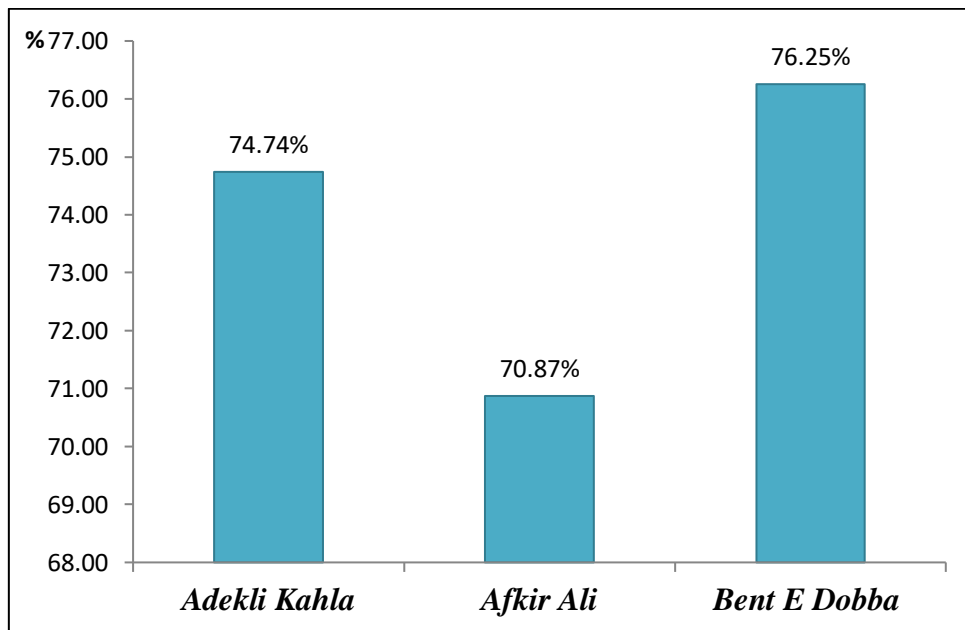


Figure 25: Teneurs en sucres totaux (%) des trois cultivars de dattes.

4.3. Teneurs en sucres réducteurs

Les sucres réducteurs ont été déterminés par la méthode spectrophotométrique de **Miller (1956)** 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 26).

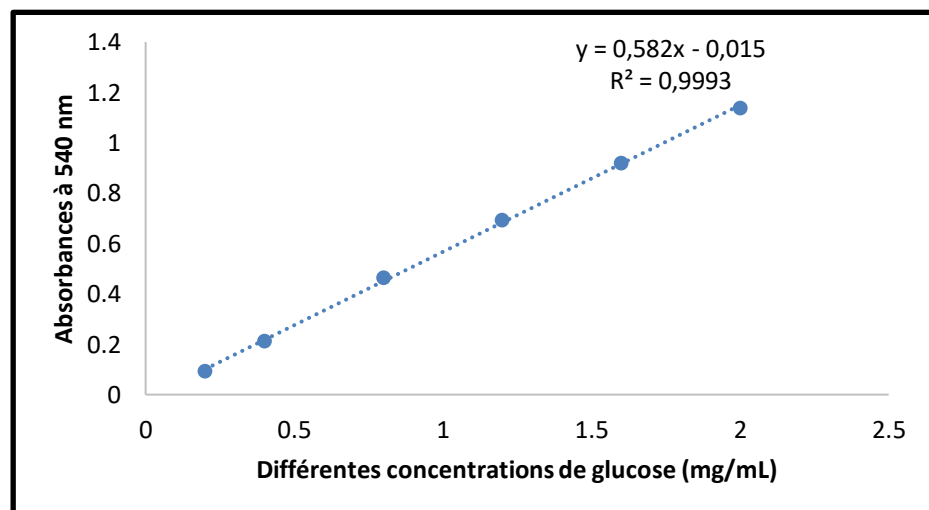


Figure 26: Courbe d'étalonnage des sucres réducteurs.

Les teneurs des sucres réducteurs des trois cultivars *Adekli Kahla*, *Afkir Ali*, *Bent E Dobba* sont respectivement $61.46\% \pm 0.014$, $62.98\% \pm 0.051$, $60.41\% \pm 0.013$ (Figure 27).

Dans l'ensemble les trois cultivars étudiés présentes des teneurs proches comprises entre 60.41-62.98%. Des teneurs comparables ont été décrites par **Acoureneet al. (2001)** dans les cultivars de la région des Ziban, «*Dguel-Tkik*» de 61.85%, «*Dguel-Souika*» de 61.38% et «*Bent Merague*» de 60.00%. **Ben salah et Hellali, (1995)**, ont rapporté une teneur comparable de 60% dans le cultivar Tunisien «*lemsi*». Par ailleurs, **Mohamed et al. (1982)** ont trouvé dans 50 cultivars irakiens des taux en sucres réducteurs compris entre 24.4 et 86.2%. Quant à **Assirey (2015)**, il reporte sur 10 cultivars de l'Arabie Saoudite des teneurs comprises entre 68.2 et 78.3%.

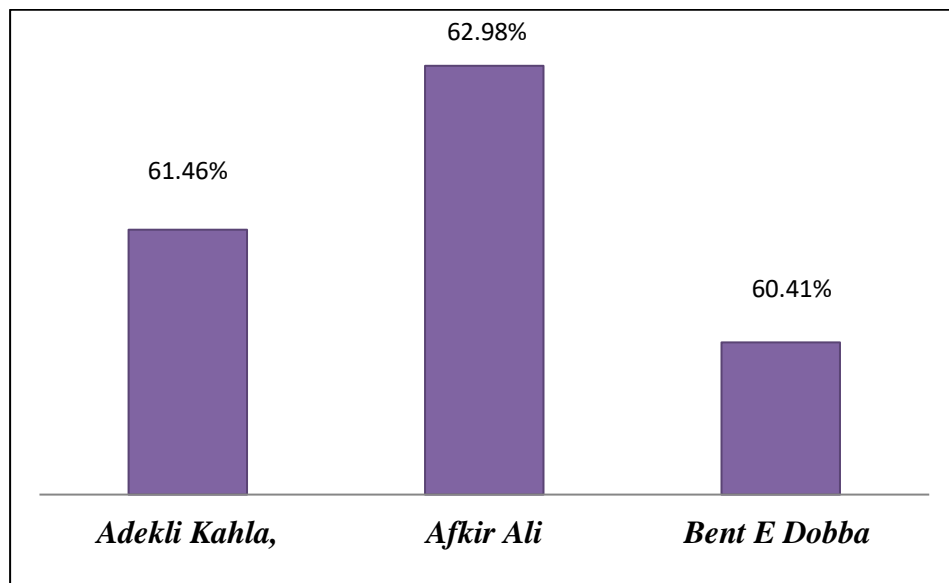


Figure 27 : Teneurs en sucres réducteurs (%) des trois cultivars de dattes étudiés.

4.4. Teneurs en saccharose

Les teneurs de saccharose des trois cultivars *Adekli Kahla*, *Afkir Ali*, *Bent E Dobba* sont respectivement 12.61%, 7.50%, 15.05%.

Le cultivar «*Bent E Dobba*» à la teneur la plus élevée de 15.05%, comparable à celle rapportée dans le cultivar «*Azerza*» 15.30%. Le cultivar «*Adekli kahla*» présente une teneur 12.61%, comparable à celle rapportée dans le cultivar «*Tabesrith*» de 13.00%. Quant au cultivar «*Afkir Ali*», il présente la teneur la plus faible de 7.50% comparable à celle rapportée dans le cultivar «*Aguell M'hor*» de 7.40% (**Acourene et al, 2001**).

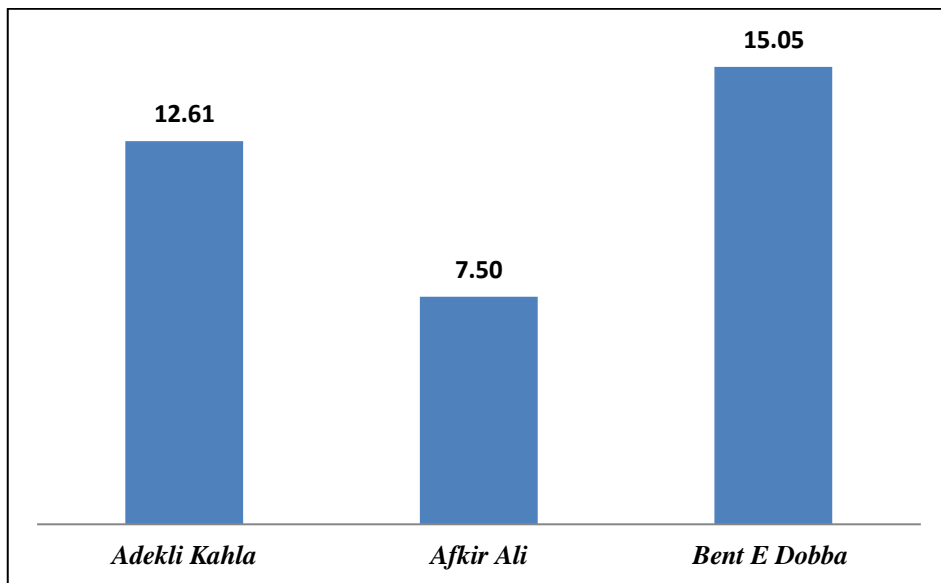


Figure 28: Teneurs en saccharose (%) des trois cultivars de dattes étudiés

Les sucres totaux sont de 70.87-76.25% avec des teneurs appréciables conférant à ces cultivars de dattes une valeur nutritionnelle et énergétique. Il est à noter dans notre présente étude, que les trois cultivars étudiés sont des dattes à « sucres réducteurs » en comparaison aux teneurs de saccharose.

Dans l'ensemble les teneurs en sucres totaux des dattes dépendent de plusieurs facteurs :

- la **variété**, les **stades de maturation**. En effet, la maturation des dattes est caractérisée par une augmentation de la teneur en sucres totaux, indépendamment de la qualité du fruit (**Harraket Boujanah, 2012**) ;
- les **conditions de stockage** (méthodes de stockage et températures) **Khali et al.(2007)** impliquant l'activité de l'enzyme invertase qui va induire l'inversion du saccharose en glucose et fructose (**Ben Sayah, 2014**) ;
- Et la **consistance** des dattes. Selon **Dowson et al. (1963)**, les dattes molles seraient des dattes à « sucres réducteurs » alors que les dattes sèches seraient des dattes à « saccharose ».

4.5. Index glycémique des cultivars de dattes étudiées

L'index glycémique est un critère de classement des aliments contenant des glucides. Il est basé sur leurs effets sur la glycémie durant les deux heures suivant leur ingestion.

Le traçage de la courbe est effectué à l'aide de l'outil informatique «Microsoft Office Excel ».

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

4.5.1. Cultivar *Adekli Kahla*

L'index glycémique c'est une valeur qui donne, par comparaison avec le glucose, de ce cultivar : Une courbe graphique représentant le rapport glycémique en fonction du temps, où l'on constate une montée directe du rapport «glucose» et «*Adekli Kahla*» de 0,85 g/l en cas de jeûne jusqu'à atteindre une valeur maximale au temps 50 min pour le glucose et 30 min pour l'«*Adekli Kahla*», puis une diminution directe jusqu'à ce qu'il soit égal au rapport glycémique au temps 120 min.

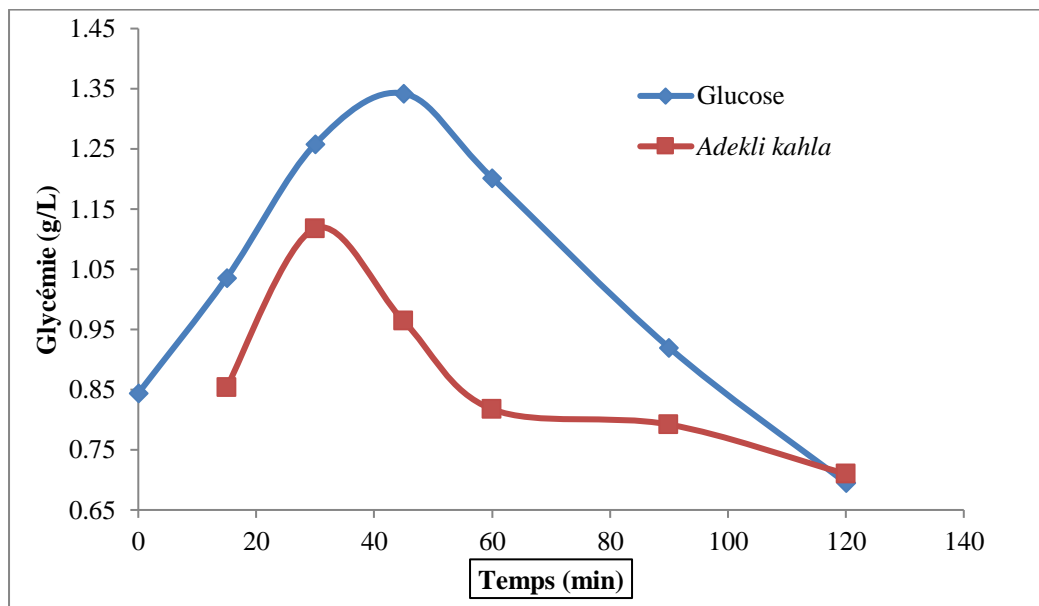


Figure 29 : Evolution de la glycémie, cas des dattes du cultivar *Adekli kahla*.

4.5.2. Cultivar *Bent E Dobba*

La glycémie à jeun est de 0,85g/l, le pic hyper-glycémique est atteint à 50 min du glucose, puis une diminuer du même pic 1,35g/l jusqu'à ce qu'il soit égal au rapport glycémique au temps 120min.

Quant au La glycémie à jeun est de 0.78g/l, le pic hyper-glycémique est atteint à 30 min du «*Bent E Dobba*», puis une diminuer du pic 1.20 g/l jusqu'à ce qu'il soit égal au rapport glycémique au temps 120min.

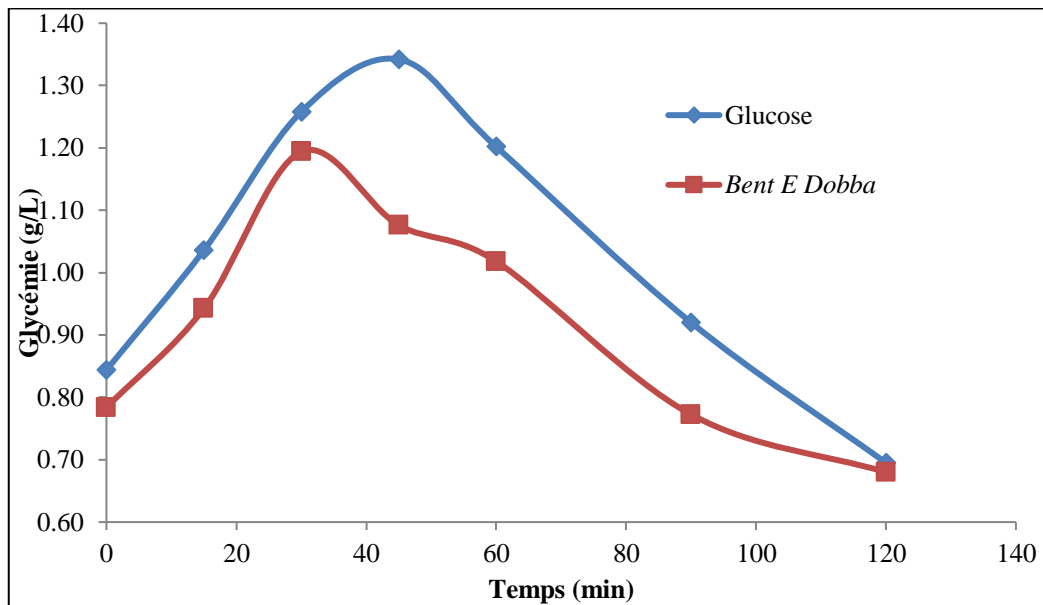


Figure 30 : Evolution de la glycémie, cas des dattes du cultivar *Bent E Dobba*.

4.5.3. Cultivar *Afkir Ali*

Dans la courbe graphique la glycémie à jeun est de 0.85g/l, Le pic hyperglycémie de l'aliment de référence (glucose) atteint à temps 50 min est 1.35g/l jusqu'à ce qu'il soit égal au rapport glycémique au temps 120 min.

Quant au La glycémie à jeun est de 0.80g/l, le pic hyper-glycémique est atteint à 30 min du «*Afkir Ali*», puis une diminuer du pic 1.07g/l jusqu'à ce qu'il soit égal au rapport glycémique au temps 120 min.

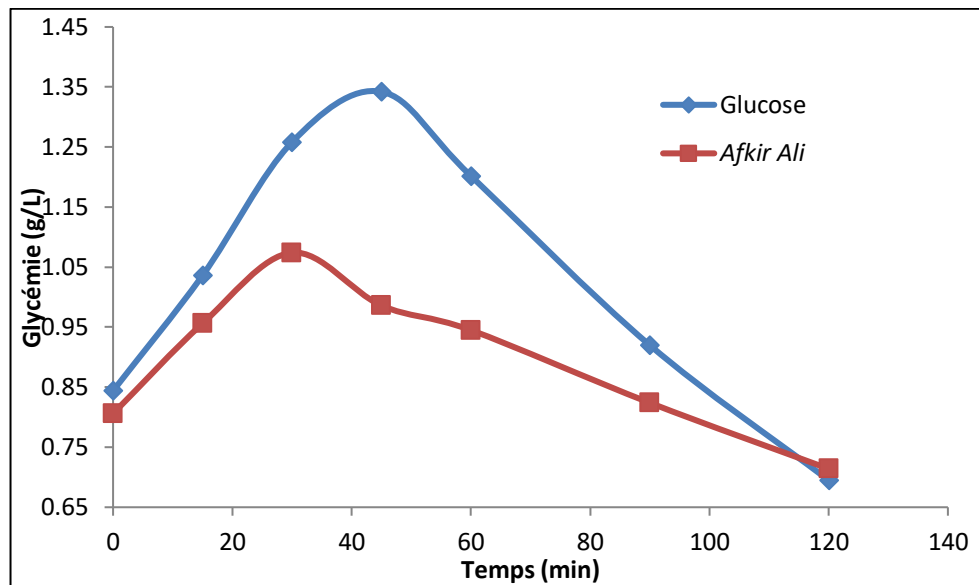


Figure 31: Evolution de la glycémie, cas des dattes du cultivar *Afkir Ali*.

4.6. Index glycémique et Charge glycémique

4.6.1. Cultivar *Adekli kahla*

L'index glycémie des dates cultivar «*Adekli kahla*» est de 49.49% qui inférieur à 56% c'est donc un aliment à IG bas. En plus, sa charge glycémie est de 36.99% qui supérieur à 20% c'est donc un aliment à CG est élevée.

4.6.2. Cultivar *Bent E Dobba*

L'index glycémie des dates cultivar «*Bent E Dobba*» est de 76.39% qui supérieur à 70% c'est donc un aliment à IG élevée. En plus, sa charge glycémie est de 58.25% qui supérieur à 20% c'est donc un aliment à CG est élevée.

4.6.3. Cultivar *Afkir Ali*

L'index glycémique des dattes cultivar «*Afkir Ali* » est égal à 52%, inférieur à 56% c'est donc il est bas. Au moment, où sa charge glycémique est élevée de l'ordre 36.85%.

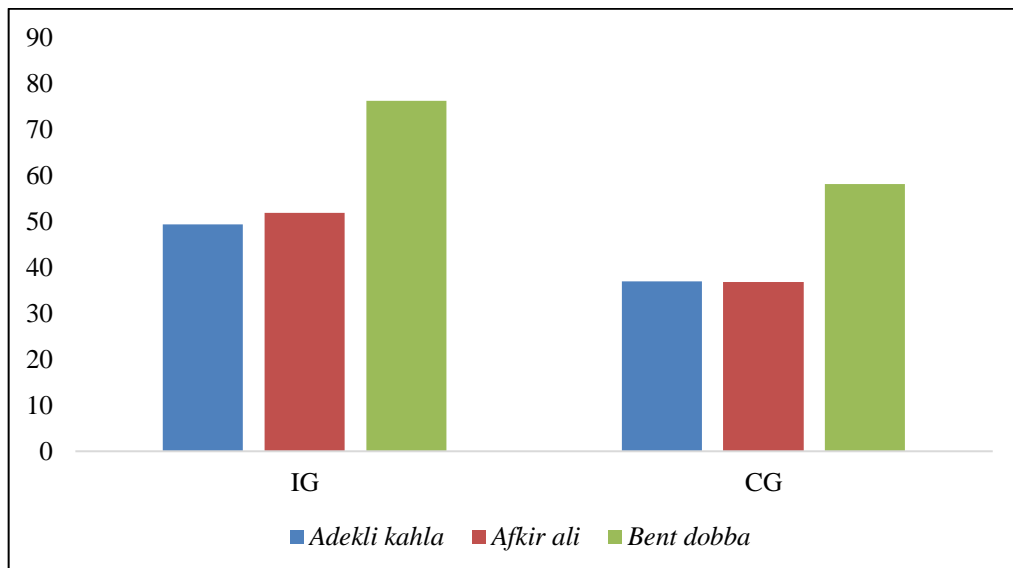


Figure 32:L'index glycémique(%) et Charge glycémique (%).

Il est à noter dans notre présente étude que les cultivars «*Adekli Kahla, Afkir Ali*» qui présentent un IG « bas » puisqu'elles sont inférieures à 56. Ceci semble être due à :

La présence des fibres solubles « pectine » qui pourrait être à l'origine des IG bas dont le rôle est très bénéfique de ce fait qu'il forme un gel et diminue la vitesse de la digestion de glucose (Miller *et al.*, 2003).

La variabilité de l'IG peut être due au 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).

Nous pouvons donc considérer que les cultivars «*Bent E Dobba*» présentent un IG « élevée » puisqu'elles sont supérieures à 70%. Ceci semble être due à :

L'ingestion d'un aliment de fort index glycémique, provoque l'élévation rapide de la glycémie sanguine, ce qui permet de provoquer la sécrétion d'insuline (Pawlak *et al.*, 2001).

L'index glycémique est la réponse glycémique donnée par un aliment glucidique en comparaison à la référence glucose (Brand-Miller *et al.*, 2002). Il est le reflet chiffré du pouvoir glycémiant des glucides digestibles par rapport à un aliment de référence (Anses, 2016).et est exprimé en pourcentage par rapport au glucose.

4.7. Evolution de la glycémie

Les courbes d'évolution de la glycémie pour l'aliment de référence (glucose) sont plus importantes par rapport à toutes les courbes des cultivars de dattes étudiés, puisque le glucose est un sucre pur et simple qui n'a pas besoin d'être digérer, donc son absorption est très facile, alors que les cultivars de dattes étudiés renferment de glucides immédiatement absorbables et de glucides à absorption retardée, les glucides immédiatement absorbables vont très rapidement passer dans la circulation sanguine, alors que ceux nécessitant une digestion préalable seront absorbés de manière plus ou moins retardée(**Brahimi et Guendouz, 2019**).

4.8. Pics hyper-glycémiques et post-prandiale

Tous les aliments contenant des glucides n'induisent pas la même réponse glycémique et insulinémique au sein de l'organisme. Un aliment possédant un pic d'hyperglycémie précoce présente un problème majeur pour les diabétiques car la sécrétion de l'insuline survient après le pic d'hyperglycémie et ne permettra pas la coïncidence entre la réponse postprandiale et la sécrétion de l'insuline (**Garcin et al., 2001**).

Conclusion

Conclusion

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est d'une importance capitale dans la vie économique et sociale des populations sahariennes de l'Algérie. En effet, la datte occupe une place privilégiée dans les oasis d'Adrar du fait de sa consommation, fraîche ou transformée, au cours de l'année. La diversité variétés évaluée à plus de 400 cultivars, procure un choix diversifié dans la consommation et dans la transformation avec un savoir-faire traditionnel qui représente une identité culturelle.

La présente étude s'est portée sur la détermination de l'index glycémique de trois cultivars de dattes cultivés dans la région de Fenoughil à savoir : *Adekli kahla*, *Afkir Ali* et *Bent E Dobba*.

La détermination de la teneur en glucides par dosages colorimétriques a révélé que les dattes de cultivar *Bent E Dobba* renferment le taux le plus apparent en sucres totaux et en saccharose avec des valeurs de 76,25% et 15,05 %, respectivement. La teneur la plus importante en saccharose dans les dattes de cultivar *Bent E Dobba* est associée avec son index glycémique le plus élevé et par conséquent à une charge glycémique élevée. Par ailleurs, le cultivar *Afkir Ali* avec sa teneur la plus petite en sucres totaux (70,87 %) et la teneur la plus élevée en sucres réducteurs (62,98 %) se révèle avoir l'IG glycémique le plus bas en le comparant avec les deux autres cultivars. Ceci pourrait être lié à la prédominance du fructose qui est un sucre réducteur à un IG bas (23 %).

Les scores de l'index glycémique enregistrés nous ont permis de classer les dattes du cultivar *Adekli kahla* et du cultivar *Afkir Ali* parmi les aliments à « IG bas », pouvant ainsi être recommandées et consommées avec modération pour les personnes prédisposées ou atteintes de diabète. Par ailleurs, les dattes du cultivar *Bent E Dobba* ne sont pas recommandées surtout aux personnes diabétiques ou prédisposées à cette maladie métabolique. Cependant, ces dattes peuvent constituer une source importante d'énergie pour les personnes saines actives ou exerçant une activité sportive.

Références

bibliographiques

Références bibliographiques

- Acourene S., Belguedj 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.*
- Albert L., 1998.** La santé par les fruits. Ed. VEECHI, pp 44-74.
- Al-Hooti S., Sidhu J. S., Qabazard H., 1998.** Chemical composition of seeds of date fruit cultivars of United Arab Emirates. *J,Food Sci.Technol.35, 44-46.*
- Al-Farsi A. M., Et Leec Y., 2008.** Nutritional and functional properties of dates. *Food Science and Nutrition ,10, 877-887.*
- Ali M., Algeffari A., Solaimana E., Turkia H., Oelmergaw R Barrimaha A. I., 2016.** Glycemic indices, glycemic load and glycemic response for seventeen varieties Of dates grown in Saudi Arabia. *Annsaudi Med, 397-403.*
- Al Khouli MH, Ahmed FH, Sid Amhed TA. 1998.** Analysis of the fruits of some Egyptian date palm cultivars. Proceedings of the first date palm symposium on date palm research. Date palm research and development network. Arab center for the studies in Arid Zones and Dry Lands (ACSAD). *Marrakech Marrocco: 327-333*
- Audigié C.L, Figarelle J, Zons Z. (1980).** Manipulation d'analyses biochimiques. *Ed. Doin.Paris.*
- Al-Ogaïdi H.K., Mutlak H.H., 1987.**"The phenolic compounds of four dattes cultivars during maturity stages", *Date palm J. Vol. 3, N°2, pp. 191-203*
- Al-Shahib W., Marshall R. J., 2003.** The Fruit Of The Date Palm: Its possible use as the best food for the future?. *International Journal Of Food Sciences and Nutrition.,54, 247-259.*
- Assirey E.A.-E.R., (2015).**Nutritional composition of fruit of 10 date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars grown in Saudi Arabia. *Journal of Taibah University for Science (9): 75-79.*
- Babahani ,SetSenoussi, A, 2014.** Un savoir faire de plus en plus de laisse. *Revue le monde des dattes N°10.*
- Barreveld. W. H., 1993.** Date palm products. *Agricultural Services Bulletin. N° 101. FAO,Rome, Italy. 268page.*
- Belaroussi,M.E. (2019).**Etude de la production du palmier dattier(phoenix dactylifera L.) variété DegletNour : cas des régions d'oued Mya et oued righ. *Thes. Doc. Univ. Ouargla. 167p.*
- Belguedj M., 1996-** Caractéristiques des cultivars de dattiers du Sud-Est du Sahara algérien. *Ed. Filière culture pérenne de L'ITDAS. Biskra.*

- Belguedj., 2002.** Quelques variétés de dattes algériennes atout économique ; *social et nutritionnel*. (C.R.S.T.R.A) ,Biskra.
- 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. P: 205-210
- Benchelah, A.-C. etMaka, M., 2006.** Les dattes, de la préhistoire à nos jours. *Phytothérapie (ethnobotanique) Springer, vol N°1, pp.43 - 47.*
- Benchelah. A. C., Maka, M. (2008).** Les Dattes, intérêt et nutrition. *Phytothérapie(éthnobotanique)*. **6**: 117 -121.
- Benflis S. (2006).**Caractéristiques biochimiques de l'extrait de datte variété sèche « MechDegla». *Mémoire d'ingénieur. Département d'Agronomie, Université Batna, 49p.*
- Bensayah, F. (2014).** Influence des conditions de stockage au froid des dattes sur leur qualité organoleptiquedans la région des Zibans (Cas des dattes –variété DegletNour). Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de magister – Option : arido-culture. Faculté des Sciences de la Nature et dela Vie. *Département des Sciences Agronomiques Université KasdiMerbah-Ouargla.*
- Ben Salah M et Hellali R. (1995).** Evolution de la composition chimique des dattes de trois variétés tunisiennes de palmier dattier (*Phoenixdactylifera L.*) *Revue de l'Institut National Agronomique de Tunisie. 10(2):119-127.*
- Blama A., 2014.** Dix sept wilayas productrices de datte, une richesse inépuisable pour l'Algérie. *Le Monde Des Dattes, 1, 14-15.*
- Bouguedoura N, Bennaceur M. et Benkhalifa A, 2010.**Le palmier dattier en Algérie :Situation, contraintes et apports de la recherche. In : *Biotechnologie du palmier dattier.Editions IRD, France. 15-22*
- Bousdira S. (2007).**Contribution à la connaissance de la biodiversité du palmier dattierpour une meilleure gestion et une valorisation de la biomasse : caractérisation morphologiqueet biochimique des dattes des cultivars les plus connus de la région de Mزاب, classification etévaluation de la qualité .*Mémoire de Magistère en Technologie Alimentaire. Université deBoumerdes: 149 p*
- Brahimi Nawal et Guendouzaadia (2019).** Classification de quelques cultivars de dattes molles algériennes selon leurs index glycémique.
- Brand-Miller Jc, Holt Sh, PawlakDb, &Mcmillan J (2002).**Glycemic index and obesity.*The American journal of clinical nutrition 76(1):281S-285S.*
- DAVID A. (2011).**Sucres naturels et extraits de fruits propriétés et intérêts nutritionnels.V. 2, *Ed.Nutritis S.A., 2ème éd. 1-33*

- Djerbi M.**, 1994. Précis de phoeniciculture. *F.A.O. 192p.*
- DjoudiI., 2013** .Contribution à l'identification et à la caractérisation de quelques accessions du palmier dattier (*PhoenixDactylifera.l*) dans la région de Biskra. *Mémoire magistère. Université Mohamed Kheider Biskra, 85p.*
- D.S.A d'Adrar. (2015).** Direction des Services Agricoles de la wilaya d'Adrar.
- Dubois. M, Gilles K. A., Hamilton J. K., Rebers P. A., and Smith F.1956.**Colorimetric method for determination of Sugars and related substances.Divisionofbiochemistry.*University of MINNESOTA, MARCH. Page 350-356. Volume 28, NO. 3,*
- Dowson V.H.W et Aten A., 1963** - Composition et maturation, récolte et conditionnement des dattes, *Collection FAO, Cahier n°72, Rome, 392 p.*
- Eltayeb E.A., Alhasani A.S., etFarooq S.A., 1999.**Changes in soluble sugar contentduring development of fruits in some varieties of Oman date palm (*Phoenix dactylifera L.*).*Pakistan J. of Biological Sciences.2 (1): 255-258.*
- Espiard E.**, 2002. Introduction à la transformation industrielle des fruits. *Ed. Tech et Doc., Lavoisier, 360p.*
- Estanove P. (1990).** Note technique : Valorisation de la datte. In : Options méditerranéennes, série A, N°11. *Systèmes agricoles oasiens. Ed. CIHEAM. pp. 301-318.*
- FAO., 2010-** Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation et L'agriculture .Rome. *Italie. 2010.*
- Faure S., Meliani P. M., Marzellier. A., Caillemet H., Et Lerverend H., 2013.** L'auto surveillance glycémique. *Elsevier Masson,522,20-26.*
- 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. 27-28 p.*
- Ferland A. Et Poirier P. (2006).** L'indice glycémique des aliments : Relation avec obésité et diabète de type 2, le clinicien.63-67.
- Foster-Powell K.S., Holt H. A. Et Brand-Miller J. C. (2002).**International table of glyceimic index and glyceimic load values.American Journal of Clinical Nutrition., 76 (1), 5-56.
- Garcin M., Brsillion S., Piton A. and Peres G. (2001).** Does perceived exertion depend on glyceimic index of foods ingested throughout three hours before a one-hour high intensity exercise. *Perceptual and Motor Skills., 93 (3), 599-608*
- Ghimi 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.*
- Gilles P., 2000.** Cultiver le palmier dattier .*Ed. CIRAS, 110 p..*

- Gourchala., F. 2015.** Caractérisation physicochimique, phytochimique et biochimique decinq variétés de dattes d'Algérie, *Phoenixdactylifera L.* (Degletnoor, Ghars, H'mira, Tamesrit et Tinissine. Effets de leur ingestion sur certainsparamètres biologiques. *Thèse Doctorat en Biochimie appliquée. Département de Biochimie.Université BADJI MOKHTAR. ANNABA. 133page.*
- Hannachi S., Khitri D., Benkhalifa A., Brac De La Perrière R. A., 1998.**-Inventaire variétal de la palmeraie algérienne. *Ed. Anep, Rouïba, Alger : 52-86.*
- Harrak H et Boujnah M., 2012.**Valorisation technologique des dattes au Maroc.*Ed INRAA.Maroc,157p.*
- Jaccot.B., Campillo. B., (2003).** Nutrition humaine. Ed. Masson, Paris. p 311.
- Jacques C., 2008.** Régulation de la glycémie. Département sciences,*Ed biologie, CUEEP/USTL.*
- Jenkins Dj, 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 ClinNutr. 1981 Mar; 34(3):362-6.*
- 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.*
- Khali M., Selselet-Attou G., 2007.** Effect of heat treatment on Polyphenol oxidase and peroxidase activities in Algerian stored dates. *Afr. J.Biotechnol.6 (6):790-794.*
- Kasper B Et Ulrich K.(2006).** La signification de l'index glycémique des aliments contenant des hydrates de carbone pour la santé.
- Laouinise.,(2014).**Etudephytochimiqueetactivitébiologique'd'extraittedesfeuillesdePhoenixdactyliferaLdanslaregionduSudd'Algérie(larégiond'OuedSouf).*ThèsedeDoctorale, Université Mohamed Kheider Biskra, Algérie ,161p*
- Luscombe N.D., Noakes M., Clifton P.M. (1999).** Diets high and low in glycemindex versus high monounsaturated fat diets: effects on glucose and lipid metabolism inNIDDM.*European Journal of Clinical Nutrition., 53 : 6, 473-478.*
- Matallah M., 1970.** Contribution à la valorisation de la datte algérienne. *Mémoire d'Ingénieur,INA. El-Harrach, Alger, 113 p.*
- MeligiM.A .,Saurial G. F., (1982).**Fruit quality and evaluation of some Iraqi date palm cultivars grownunder conditions of barrage region.*Ed: first symposium on the date palm, Saoudi-Arabia.23-25 march, pp 212-220*

- Messaïd, H. (2007).** Optimisation de processus de réhydratation de système dattes sèches-Jus d'orange. Thèse de doctorat en génie alimentaire, département de technologie alimentaire, université M'hamed Bouguerra, Boumerdes. P 109.
- Monro JA.** Glycaemic glucose equivalent: combining carbohydrate content, quantity and glycaemic index of foods for precision in glycaemia management. *Asia Pac J Clin Nutr* 2002; 11(3):217-25
- Mohammed S, Shabana HR, Mawlod EA. 1982.** Evaluation and identification of Iraqi date palm cultivars: Fruits characteristics of fifty cultivars. *Date Palm Journal* 2(1):27-55.
- Monnier, L., H. Lapinski, and C. Colette,** Contributions of fasting and postprandial plasma glucose increments to the overall diurnal hyperglycemia of type 2 diabetic patients: *variations with increasing levels of HbA(1c)*. *Diabetes Care*, 2003. 26(3): p. 881-5.
- Munier.1965 .** Le palmier-dattier, producteur de sucre .p577 à 579 •
- Munier P .1973.** Le palmier dattier. Maison neuve et larose, paris. 25-28-31-32-48-141-142-221-367p
- Miller ,G. 1959.** Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar, *Analytical chemistry*.
- 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
- Nantel G., 2003.** Glycemic carbohydrate: an international perspective. *Nutrition*, 5, S34-S39.
- Noui, Y. 2007.** Caractérisation physico-chimique comparative des deux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech-Degla. *Thèse de Magister spécialité génie alimentaire, Université de Boumerdès. 62 p.*
- Ould El Hadj, M.D., Sebihi, A.H., Siboukeur, O., 2001.** Qualité hygiénique et caractéristiques physicochimiques du vinaigre traditionnel de quelques variétés de dattes de la cuvette d'Ouargla. *Rev. Energ. Ren. : Production et valorisation – Biomasse, pp. 87-92.*
- Pawlak D.B., Bryson J.M., Denyer G.S., Brand Miller J.C.** High glycemic index starch promotes hypersecretion of insulin and higher body fat in rats without affecting insulin sensitivity. *Journal of Nutrition.* 2001, 131 : 1, 99-104
- Reynes M., Bouabidi H. et Rouissi M B. (1994).** Caractérisation des principales variétés de datte cultivées dans la région du Djérid en Tunisie. *Journal of fruits, Vol. 49, pp.289-298.*
- 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.*

- Planch E et Maugenest S., 2014.**Chapitre 1 – La regulation de la glycemie&lediabete.
- Roberts, B.W., & Chapman, C. N. (2000).** Change in dispositional well-being and its relation to role quality: A 30-year longitudinal study. *Journal of Research in Personality*,34, 26–41
- Saulnier L., Micard V., And Della Valle G., 2014.** Structure du pain et index glycémique. *Cahiers de nutrition et de diététique*, 2, 61–66.
- Schlienger, Jean-Louis.** Nutrition clinique pratique: chez l'adulte et l'enfant.*Elsevier Masson, 2014.*
- 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.
- Schafer G., Schenk U., Ritzel U., Ramadori G., Leonhardt U. (2003).**Comparison of the effects of dried peas with those of potatoes in mixed meals on postprandial glucose and insulin concentrations in patients with type 2 diabetes.*American Journal of Clinical Nutrition*:1, 99-103.
- Siboukeur O. (1997).** Qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique du jus de dattes. *Mémoire de Magister, INA. El-Harrach, Alger. 106 p.*
- Taleba H., Maddocks S. E., Keith Morris R and Kanekianiana D.A., 2016.** Chemical characterisation and the anti-inflammatory, anti-angiogenic and antibacterial properties of date fruit (*Phoenix dactylifera L.*).*Ethnopharmacology*, 194, 457–468.
- Trichine H S., 2010** - Etude ethnobotanique, activité antioxydants et analyse photochimique de quelques cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) du Sud-Est Algérien. Mémoire de Magister en biologie. *Université d'ORAN Senia. 106p.*
- Thibaut L. (2010).** L'index glycémique :des fondements à son intérêt en nutrition pratiques en nutrition. *ED Elsevier Masson SAS.24 : 44-51.*
- Torossian V. M., 2012.** Diabète et autosurveillance glycémique. *Francophone d'Orthoptie*, 3, 117–120.
- Tortora G.J. Et Anagnostakos N.P., 1987-** Principes d'anatomie et de physiologie. *Ed. INC, 5 ème Edition, 688-693 pp*
- Toutain G., 1979.** Eléments d'agronomie saharienne: de la recherche au développement.*Ed. JOUVE, Paris, 276p.*
- Wolever T. M. S., 2008.** Index glycémique, index insulémique et régulation du poids corporel. *cahiers de nutrition et de diététique*, 43, 2S29–2S34.

Xavier L,(1999). Nutrition Clinique et Métabolisme, Rôle du foie dans le métabolisme des nutriments en nutrition artificielle The role of the liver in the metabolism of nutrients in artificial nutrition, V 13, Issue 4, Pages 225-231 :

ملخص

في الصحراء الجزائرية، يعتبر نخيل التمر (*Phoenix dactylifera* L) الدعامة الأساسية للنظم البيئية للواحات. وتعتبر ثمارها المسماة "التمر"، غنية بالعناصر الغذائية. كانت الاطعمة تُصنف سابقاً وفقاً لطبيعة السكريات المكونة: السكريات البسيطة والسكريات المعقدة. حالياً، تم اعتماد تصنيف آخر يعتمد على قدرة الطعام على رفع نسبة السكر في الدم. يعتمد هذا على قيمة المؤشر الجلايسيمي (GI). الهدف من هذا العمل هو تحديد محتوى الكربوهيدرات لبعض أصناف التمر في منطقة فنوغيل، وهي: أدكلي كحلة، وأفكير علي، وبنت ضبة. سيسمح ذلك بتصنيفهم حسب المؤشر الجلايسيمي الخاص بهم، وقد أوضحت نتائجنا أن أصناف التمر المدروسة يمكن أن تحتوي على ما يصل إلى 76.25٪ سكريات كلية وما يصل إلى 62.98٪ سكريات مختزلة. ارتبط أعلى محتوى سكروز (15.05٪) في تمر صنف بنت ضبة بأعلى مؤشر نسبة السكر في الدم (76.37٪)، أما تمر الصنف ادكلي كحلة وصنف افكير علي، فيصنفان على أنهما أطعمة ذات مؤشر سكري منخفض.

الكلمات المفتاحية: التمر، أصناف فنوغيل، الكربوهيدرات، المؤشر الجلايسيمي

Résumé

Dans le Sahara algérien, le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est le pilier des écosystèmes oasiens. Ses fruits appelés «dattes», riches en nutriments, sont considérés comme un aliment de grande importance pour les habitants oasiens. Les aliments glucidiques, les dattes en l'occurrence, étaient classées autrefois, selon la nature des sucres constitutifs : sucres simples et sucres complexes. Actuellement, une autre classification basée sur la capacité d'un aliment sucré à augmenter la glycémie est adoptée. Il s'agit de celle basée sur la valeur de l'index glycémique (IG). L'objectif de ce travail est de déterminer les teneurs en glucides de quelques cultivars de dattes de la région de Fenoughil à savoir : *Adekli Kahla*, *Afkir Ali*, et *Bent E Dobba*. Ceci permettra de les classer selon leur IG. Nos résultats ont révélé que les cultivars de dattes étudiés peuvent contenir jusqu'à 76,25 % de sucres totaux et jusqu'à 62,98 % de sucres réducteurs. La teneur la plus élevée en saccharose (15,05 %) enregistrée dans les dattes de cultivar *Bent E Dobba* est associée avec son index glycémique le plus élevé (76,37 %). Quant aux dattes du cultivar *Adekli kahla* et du cultivar *Afkir Ali*, elles sont classées parmi les aliments à « IG bas ».

Mots clés : dattes, cultivars de Fenoughil, glucides, index glycémique

Summary

In the Algerian Sahara, the date palm (*Phoenix dactylifera* L) is the mainstay of oasis ecosystems. Its fruits called "dates", rich in nutrients, are considered a food of great importance for the inhabitants of the oasis. Carbohydrate foods, dates in this case, were formerly classified according to the nature of the constituent sugars: simple sugars and complex sugars. Currently, another classification based on the ability of a sweet food to raise blood sugar is adopted. It is the one based on the value of the glycemic index (GI). The objective of this work is to determine the carbohydrate content of some date cultivars from the Fenoughil region, namely: *Adekli Kahla*, *Afkir Ali* and *Bent E Dobba*. This will allow them to be classified according to their GI. Our results revealed that the studied date cultivars can contain up to 76.25% total sugars and up to 62.98% reducing sugars. The highest sucrose content (15.05%) recorded in dates of the *Bent E Dobba* cultivar is associated with its highest glycemic index (76.37%). As for the dates of the *Adekli kahla* cultivar and the *Afkir Ali* cultivar, they are classified as "low GI" foods.

Keywords: dates, Fenoughil cultivars, carbohydrates, glycemic index.