

UNIVERSITE KASDI MERBAH, OUARGLA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES



Projet de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER Académique

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie.

Filière: Biologie

Spécialité: Biochimie appliquée

Présenté par: M^{elle} NASSERALLAH Maria.

M^{me} KERBOUA Sara .

Thème

Classification de quelques cultivars de dattes demi-molles algériennes selon leurs index glycémique

Soutenu publiquement le : 26 / 05 / 2016.

Devant le jury :

Président:	Mme.BABAHANI.S	MCA	(Uni. K M Ouargla).
Encadreur:	Melle.MIMOUNI.Y	MCB	(Uni. K M Ouargla).
Co-Encadreur	Mme.SIBOUKEUR.O	Pr	(Uni. K M Ouargla).
Examineur	Mme.SAYAH.Z.	MAA	(Uni. K M Ouargla).

Année universitaire: 2015/2016.

Remerciements

Au terme de ce travail, nous remercions DIEU le tout puissant pour nos avoir donné le courage, la force et la persistance pour finaliser ce travail dans des meilleurs conditions.

Il nous est agréable de vivement, remercier, M^{elle} MIMOUNI Yamina, Maître de Conférences B du Département des Sciences Biologiques, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Kasdi Merbah -Ouargla, d'avoir proposé et dirigé ce travail. Nous lui attestons notre gratitude pour son encadrement, ses encouragements, ses conseils, ses orientations et sa patience.

Nous exprimons nos remerciements et notre gratitude à M^{eme} la Professeure SIBOUKEUR Oumelkheir, du Département des Sciences Biologiques, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Kasdi Merbah - Ouargla, pour ses conseils, ses encouragements, son aide tout au long de ce travail.

Nous remercions M^{eme} BABAHANI Souad. Maitre de Conférences A du Département des Sciences Agronomiques, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Kasdi Merbah - Ouargla, d'avoir accepté de présider ce jury.

Nous remercions M^{eme} SAYAH Zineb. Maître assistant A du Département des Sciences Biologiques à l'Université Kasdi Merbah -Ouargla pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous remercions également nos volontaires pour leur aide, leur patience.au cour de déroulement de test.

Nous remercions l'équipe de la Faculté NTIC pour avoir collaborer à la réalisation de ce mémoire. Nous pensons à notre collègue Mr CHERIET Tifour étudiant en MASTER qui a pu réaliser un logiciel bien adapté à cette recherche. Nous le remercions également pour son aide dans l'expression des résultats

Nous remercions tout le personnel des laboratoires pédagogiques, ainsi Que du laboratoire Bio Ressources Sahariennes, surtout Mme KACI Safia et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



Dédicace

Je dédie ce mémoire

*Aux plus chers à mon coeur : Ma mère, symbole de sacrifices de
tendresse et d'amour, qui m'a toujours encouragé,*

Mon support dans ma vie, Mon père.

A mon chère Charafeddine , le secret de ma vie

A tous mes frères : Nceredine, Islam et surtout Amin et Haithem

A ma seule et unique mignonne et jolie soeur (Rose de ma vie) :

Salima

A tous mes amies en particulier ma chère Sara

pour tout souvenir qu'on a passé ensemble

MARIA

Dédicace

Avec grand plaisir, Je dédie ce travail de fin d'études

A mes parents, ma chère mère FATIMA symbole de sacrifices, que Dieu me la garde et à la mémoire de mon chère père TAHER qui à décidé l'année passé, qui m'ont donné toute leur affection, leur amour, leur soutien, qui n'ont pas cessé de m'encourager, et qui m'ont assisté dans les moments les plus difficiles

A mon cher époux, Je te remercie pour ton aide, ta patience, ta gentillesse, ta Compréhension et ton soutien permanent

*A mes frères et mes sœurs
De Malika jusqu' à Ismail, Pour tous nos moments de complicités partagés et à venir j'espère que vous trouverez le bonheur pendant toute la vie.*

A tous les membres de ma grande famille

*A toutes mes amies
Maria spécialement, Merci pour tous les moments passés avec vous*

A tous mes collègues de la promotion de biochimie fondamentale et appliqué (2015 /2016)

SARA

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
ADD	Addela
BAD	Badjmil
CG	charge glycémique
DN	Deglet Nour
FAO	Food and Agriculture Organisation
IG	<i>Index glycémique</i>
OMS	Organisation mondiale de la Santé
LDL	<i>Low Density Lipopoteins</i>
LAA	Laadjina
TAF	Tafezouine
TIN	Tinissine
Rf	Rapport frontale

Liste des tableaux

Tableaux	Titre	page
Tableau I	Composition en éléments minéraux des dattes	9
Tableau II	Caractéristiques chromatographiques des principaux sucres de six cultivars de dattes étudiées	26
Tableau III	Indices biologiques des volontaires	29
Tableau IV	Valeur moyenne de la glycémie (g/l) enregistrée durant les 120 min. après consommation des aliments tests	31
Tableau V	Classification de six cultivars de dattes étudiés selon leur index glycémique	34

Liste des Figures

Figures	Titre	Page
Figure 01	Datte et noyau du palmier dattier d'après	3
Figure 02	Stades de maturation de la datte	5
Figure 03	Composition biochimique globale de la datte	6
Figure 04	Illustration du calcul d'une aire sous la courbe de la réponse glycémique	21
Figure 05	Teneur en eau des cultivars de dattes étudiés	24
Figure 06	Taux de matière sèche des cultivars de dattes étudiés	25
Figure 07	Taux des sucres totaux des cultivars de dattes étudiés	27
Figure 08	Taux de cellulose brute des cultivars de dattes étudiés	28
Figure 09	Evolution de la glycémie (g/l) après ingestion de l'aliment de référence (glucose) et les dattes des six cultivars testées (A. Badjmil, B. Addela, C. Deglet Nour, D. Laadjina, E.Tafezouine, F.Tinissine)	30
Figure 10	Index glycémiques des variétés testées	33
Figure 11	Courbe d'étalonnage pour le dosage de glucose	47

Liste des photos

Photos	Titre	Page
Photo 01	Les cultivars des dattes étudiés (A : Deglet Nour ; B :Badjmil ;C :Tafezouine ;D :Laadjina ;E :Tinissine ; F : Addela)	16
Photo 02	Chromatogramme des sucres de six cultivars de dattes étudiés	26
Photo 03	Analyse des sucres totaux des trois cultivars	46

Liste des annexes

Annexe	Titre	Page
Annexe 01	Matériel de laboratoire	43
Annexe 02	Lecteur de glycémie On Call Plus	44
Annexe 03	Détermination de la teneur en eau	44
Annexe 04	Détermination de la cellulose brute	45
Annexe 05	Dosage des sucres totaux	46
Annexe 06	Chromatographie sur couche mince (CCM) des sucres	47
Annexe 07	Evolution de la glycémie chez les sept volontaires après l'ingestion de l'aliment de référence et les cultivars de dattes étudiés	49

Classification de quelques cultivars de dattes demi-molles algériennes selon leurs index glycémique

Résumé

Les aliments glucidiques, les dattes en l'occurrence, étaient classées autrefois, selon la nature des sucres constitutifs : sucres lents et sucres rapides. 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.

L'objectif de ce travail est de classer six cultivars de dattes algériennes demi-molles les plus répandues dans la région Sud-Est de l'Algérie (Addala, Badjmil, Deglet Nour, Laadjina, Tafézouine, Tinissine) en fonction de leur index glycémique respectif. Pour ce faire, nous avons procédé à l'analyse qualitative et quantitative des sucres de chaque cultivar de la datte afin de déterminer la quantité équivalente à 50g de sucre utilisable dans la détermination de l'IG selon la méthode préconisée par la FAO-OMS (2005). Les résultats obtenus indiquent que les cultivars de dattes étudiés présentent des IG glycémiques différents. Le cultivar Addala montre un IG le plus bas (27.79), alors que les cultivars DegletNour et Badjmil présentent des IG modérés respectivement à savoir : 56.65 et 67.54 . Les cultivars Tafézouine, Tinissine et Laadjina affichent les IG les plus élevés respectivement : 78.34, 77.37 et 89.06.

Mots clés: dattes, demi-molles, l'index glycémique, classement, diabétiques.

Classification of some algerian half-soft cultivar dates according to their glycemic index

Glycidic nutrients, the dates in particular were classified according to the nature of the sugar constituents: slow sugar and rapid sugar. At the present time, another classification based on the capacity of the sugared nutrient which has increased the glycaemia has been adopted. It concerns this which is based on the glycemic index value.

The aim of this work is to classify six Algerian cultivars of dates which are half soft, that are widespread in the south-east of Algeria (Addela, Badjmil, Deglet Nour, Laadjina, Tafezouine, Tinissine) according to their respective glycemic index.

To this fact we have proceeded to the quantitative and qualitative analysis of sugar of each date cultivar in order to determine the quantity which is equivalent to 50g of sugar which is used to indicate glycemic index according to the method recommended by FAO-OMS.

The results obtained indicate that the dates cultivars which are studied present different glycemic index. Addela cultivar shows the lowest index glycemic (27.79), whereas Deglet Nour and Badjmil ((56.65) et (67.54)) present moderate index glycemic respectively, Tinissine, Tafezouine and Laadjina cultivars present the highest index glycemic: (78.34), (77.37) and (89.06) respectively.

Key words : dates, half-soft, glycemic index, classement, diabetic

تصنيف بعض التمور النصف لينة الجزائرية حسب مؤشر نسبة السكر في الدم

صنفت الاغذية السكرية سابقا وعلى وجه الخصوص منها التمر حسب طبيعتها السكرية المشكلة لها إلى سكريات بطيئة وسكريات سريعة. حاليا يعتمد على تصنيف آخر يستند على قدرة الغذاء السكري في رفع نسبة السكر في الدم ما يعني استناده على قيمة مؤشر نسبة السكر في الدم

الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تصنيف ست أ صناف من التمور الجزائرية النصف رطبة الأكثر شيوعا في منطقة جنوب شرق الجزائر (الدالة باجميل دقلة نور لعجينة تافزوين تينيسين) على حسب مؤشر نسبة السكر في الدم.

لأجل هذا العمل أجرينا تحليل نوعي وكمي للسكريات لكل صنف من التمور لتحديد الكمية المكافئة ل 50 غرام من السكر الصالحة للاستعمال في تحديد مؤشر نسبة السكر في الدم وفقا للطريقة التي أوصت بها منظمة الاغذية و الزراعة و منظمة الصحة العالمية (2005). النتائج المتحصل عليها تشير إلى أن أصناف التمور المدروسة تعطي مؤشرات مختلفة لنسبة السكر في الدم , صنف الدالة يبين مؤشر نسبة السكر في الدم الأكثر انخفاضا 27.79, بينما الأصناف دقلة نور و باجميل تعطي مؤشرات معتدلة لنسبة السكر في الدم و هي 56.65 و 67.54 على التوالي, أما بالنسبة للأصناف تافزوين تينيسين و لعجينة فتعطي المؤشرات الأكثر ارتفاعا لنسبة السكر في الدم و هي 78.34 , 77.37 و 89.06 على التوالي.

الكلمات الدالة: التمور ، النصف لينة ، مؤشر نسبة السكر في الدم ، تصنيف ، مرضى السكري.

Table des matières

Remerciements	
Dédicace	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des photos	
Liste des annexes	
Résumé	
Abstract	
ملخص	
Table des matières	
Introduction	1
I-Synthèse bibliographique	
1.1. Aperçu sur les dattes	3
1.2. Stades phénologiques de la datte	3
1.3. Caractéristiques morphologiques des dattes	5
1.4. Classification des dattes	5
1.5. Composition de la datte	6
1.5.1. Constituants majeurs de la pulpe des dattes	6
1.5.1.1. Eau	6
1.5.1.2. Sucres	6
1.5.1.3. Fibres	7
1.5.2. Constituants mineurs de la pulpe	7
1.5.2.1. Protéines	7
1.5.2.2. Lipides	8
1.5.2.3. Vitamines	8
1.5.2.4. Composés phénoliques	8
1.5.2.5. Eléments minéraux	8
1.5.3. Composition biochimique de la partie non comestible "Noyau "	9
1.6. Index glycémique	10
1.6.1. Généralité	10

1.6.2. Intérêt de l'index glycémique	10
1.6.3. Charge glycémique	11
1.6.4. Eléments de variations	11
1.6.5. Index glycémique et diabète	11
1.6.6. Index glycémique et l'obésité	12

II – Matériel et méthodes

2.1. Matériel	14
2.1.1. Dattes : Aliment test	14
2.1.1. 1. Deglet Nour	14
2.1.1. 2. Badjmil	14
2.1.1. 3. Tafezouine	14
2.1.1. 4. Laadjina	15
2.1.1.5. Tinissine	15
2.1.1. 6. Addela	15
2.1. 2. Glucose : Aliment de référence	17
2.1. 3. Sujets	17
2.1.4. Autres matériel	17
2.1. 4. 1. Lecteur de glycémie	17
2.1.4. 2. Bandelettes	17
2.1. 4. 3. Auto piqueur	17
2.1. 4. 4. Balance	17
2.2. Méthodes	18
2.2.1. Caractérisation physico-chimique des dattes	18
2.2.1.1. Détermination de la teneur en eau	18
2.2.1.2. Détermination de la teneur en matière sèche	18
2.2.2. Caractérisation biochimique des dattes	19
2.2.2. 1. Dosage des sucres totaux	19
2.2.2. 1.1. Caractérisation qualitative	19
2.2.2.1. 2. Dosage quantitatif	19
2.2.2.2. Dosage de la cellulose brute	19
2.2.3. Détermination de l'index glycémique	20
2.2.3.1. Préparation de l'aliment test	20
2.2.3.2. Mesure de la glycémie	20

2.2.3. 3. Calcul de l'index glycémique	21
2.2.3.4. Calcul de la charge glycémique	22
2.2.4. Analyses statistiques	22
2.2.4.1. Définition de l'application « IG DATTES »	22

III- Résultats et discussion

3.1. Caractérisation physico-chimique	24
3.1.1. Teneur en eau	24
3.1.2. Taux de matière sèche	25
3.2. Caractérisation biochimique des dattes	25
3.2.1. Dosage des sucres totaux	25
3.2.1.1. Caractérisation qualitative	25
3.2.1.2. Caractérisation quantitative	27
3.2.2. Dosage des fibres (cellulose brute)	27
3.3. Détermination de l'index glycémique	28
3.3.1 Sélection des sujets	28
3.3.2 Evolution de la glycémie des sujets sélectionnés	29
3.3.3. Pics hyper-glycémiques et post-prandiales	31
3.3.4. Calcul des index glycémiques des cultivars	32
3.3.5. Classification des cultivars étudiés selon leur index glycémique	33
Conclusion	36
Références bibliographiques	37
Annexes	43

Introduction

Introduction

La culture des palmiers dattiers (*Phoenix dactylifera L.*) est considérée parmi les cultures les plus importantes dans les zones arides et semi-arides. Elle joue un rôle important dans la vie économique et sociale des populations de ces régions (DJERBI, 1994)

Les dattes sont produites dans 30 pays mais la majorité des productions reste localisée en Égypte avec 23%, placé en premier rang l'Irak 20%, l'Arabie saoudite 19%, l'Irak, le Pakistan 10%, , l'Algérie 10% est au quatrième rang mondial (FAO, 2013).

Les dattes sont les fruits du palmier dattier. Elles font partie des habitudes alimentaires de la population saharienne. Ces derniers montrent un intérêt de plus en plus croissant aussi bien chez les consommateurs que chez les diététiciens et les nutritionnistes (BEN ABBES, 2011)

La datte a été depuis des temps immémoriaux un élément très important dans L'alimentation, tant pour les humains (datte) que pour les animaux (rebut des dattes). Divers travaux ont été focalisés sur la détermination de la composition chimique de la datte en : sucres (70%), protéines (1,1-2,6 %), lipides (0,1-1,4 %), fibres (3,57-10,9 %), composés phénoliques (2,49– 8,36 %) (BALIGA et *al.*, 2011) et minéraux (2 - 3,8 %) (CHAHATA, 2000)

Les dattes se caractérisent par une valeur énergétique élevée apportée par les sucres (environ 3000 calories par kilogramme de dattes) (Açourene et Tama, 1997), elles renferment aussi d'autres nutriments essentiels pour l'organisme à savoir les vitamines (9%), les macroéléments et les oligo-éléments (TAOUDA et *al.*, 2014).

L'étude des caractéristiques des dattes permet non seulement leur valorisation, mais aussi de fournir, des informations pour leur utilisation en particulier dans des procédés biotechnologiques (TAOUDA et *al.*, 2014). Ils servent en outre à l'élaboration de produits alimentaires de grandes valeurs énergétiques : confiture ; sirop, marmelade....etc. (PACKER, 2001 et HURST, 2008 in BEN ABBES, 2011)

La datte renferme une teneur élevée en glucides. Celle-ci pourrait influencer directement sur la glycémie sanguine.

L'index glycémique, une nouvelle notion de mesure a été mise au point en 1981. Elle a été introduite récemment pour caractériser les aliments en fonction de leur capacité à augmenter la glycémie 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. Elle permet de démontrer que les régimes alimentaires dont l'IG est bas contribuent à prévenir le diabète tardif et d'autres maladies (JENKINS *et al* , 1981).

L'objectif principal de ce travail est de classer certains cultivars de dattes demi-molles selon leurs pouvoir glycémiant, afin de tenter une contribution à l'amélioration de la gestion des habitudes alimentaires des populations sahariennes, notamment, celles des diabétiques et les obèses. La présente étude comporte trois étapes essentielles :

- 1- Choix des cultivars les plus répandus dans la région ;
- 2 - Choix des sujets non diabétiques ;
- 3- Suivi de l'évolution de la glycémie après ingestion de l'aliment de référence et l'aliment test durant deux heures ;
- 4- Classification des cultivars étudiés ,selon leurs index glycémique.

I- Synthèse bibliographique

1.1. Aperçu sur les dattes

La datte est une baie allongée ou arrondie dont le noyau ayant une consistance dure est entouré d'une pulpe épaisse et charnue, constituée :

- Un éricarpe ou enveloppe cellulosique fine ;
- Un mésocarpe généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et de couleur soutenue ;
- Un endocarpe de teinte plus clair et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau (ESPIARD, 2002) (Fig .1).

Le poids de la datte se situe entre 10 et 20 g. Sa couleur est variable même à maturité, du jaune doré au rouge sombre presque noire. Son goût, sa forme, sa consistance et son aspect changent énormément selon les lieux et le cultivar (BENCHELAH et MAKKA, 2008 in NAGOUDI, 2014)

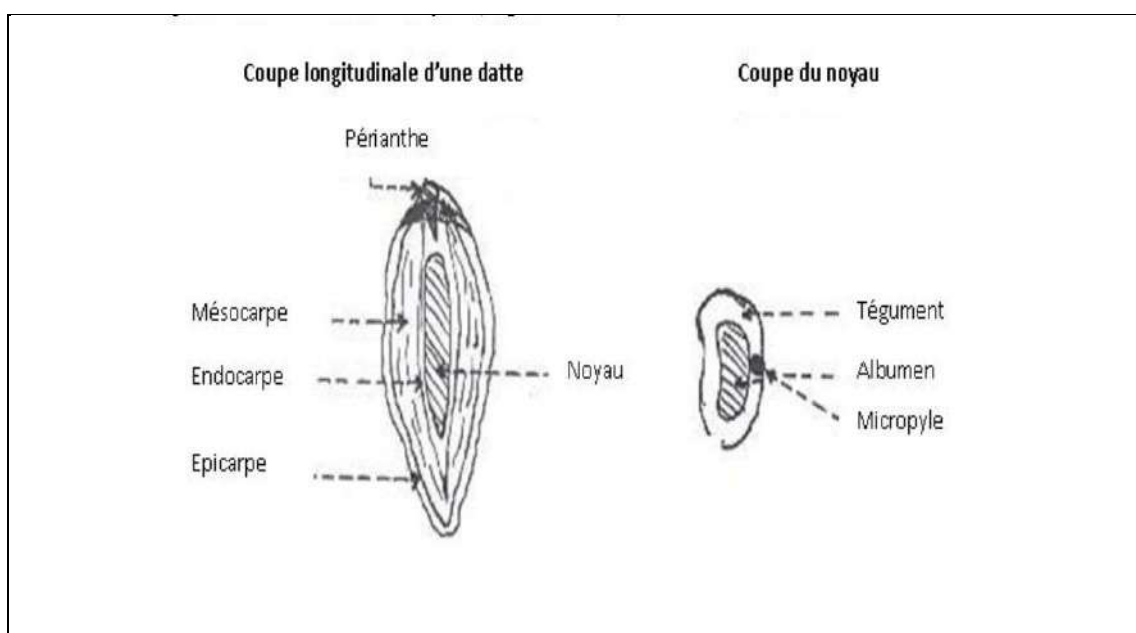


Figure 1: Datte et noyau du palmier dattier d'après (BELGUEDJ, 2001).

1.2. Stades phénologiques de la datte

L'évolution des dattes chez le palmier dattier jusqu'à maturité passe par cinq stades (Fig.2).

- **Stade I (Loulou)** : c'est le stade qui suit la pollinisation et qui dure environ cinq (05) semaines (ELTAYEB *et al.*, 1999). Les dattes sont vertes, globuleuses, et à extrémité pointue (GOURCHALA, 2015).

- **Stade II (Khalal)** : Le fruit a une couleur verte. Au cours de ce stade un grossissement rapide du fruit est observé en raison de l'accumulation des hydrates de carbone et de l'humidité. Il dure au total de neuf à quatorze semaines (AL-HOOTI *et al.*, 1998).

- **Stade III (Bser)** : Il se prolonge jusqu'à six semaines (NAGOUDI, 2014). La couleur de la datte vire au jaune ou brune, selon la variété. Il est caractérisé par rapport au stade khalal par une augmentation rapide de la teneur en sucres totaux, diminution de la teneur en eau et de l'acidité. Les teneurs en protéines, lipides et cendres diminuent jusqu'à 2,7 ; 0,3 et 2,8%, respectivement (AL-HOOTI *et al.*, 1997 in GOURCHALA, 2015).

- **Stade IV (Martouba)** : 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 pectinases 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 in GOURCHALA, 2015) .

- L'augmentation de la teneur des monosaccharides (DJERBI, 1994).

Les dattes sont parfois consommées à ce stade. Les cultivars de dattes demi-molles et sèches ne passent pas obligatoirement par ce stade (DOWSON et ATEN, 1963 in GOURCHALA, 2015).

- **Stade V (Tmar)** : 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 maturation de la datte (HASSANI et BENCHEIKH, 2014)

1.3. Caractéristiques morphologiques des dattes

Les dattes présentent des caractéristiques morphologiques différentes en fonction du cultivar considéré. Elles varient selon : la couleur, la forme, le goût, la taille, le poids,etc. 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. Classification des dattes

Les dattes sont regroupées en trois catégories suivant leur consistance (GHAZI et SAHRAOUI, 2005). D'après BOUKHIAR, (2009), la classification de la datte selon leur consistance à maturité et la texture de fruits.

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 (COOK et FURR, 1952 in BEN ABBES, 2011)

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

1.5. Composition de la datte

1.5.1. 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) (Fig.3).

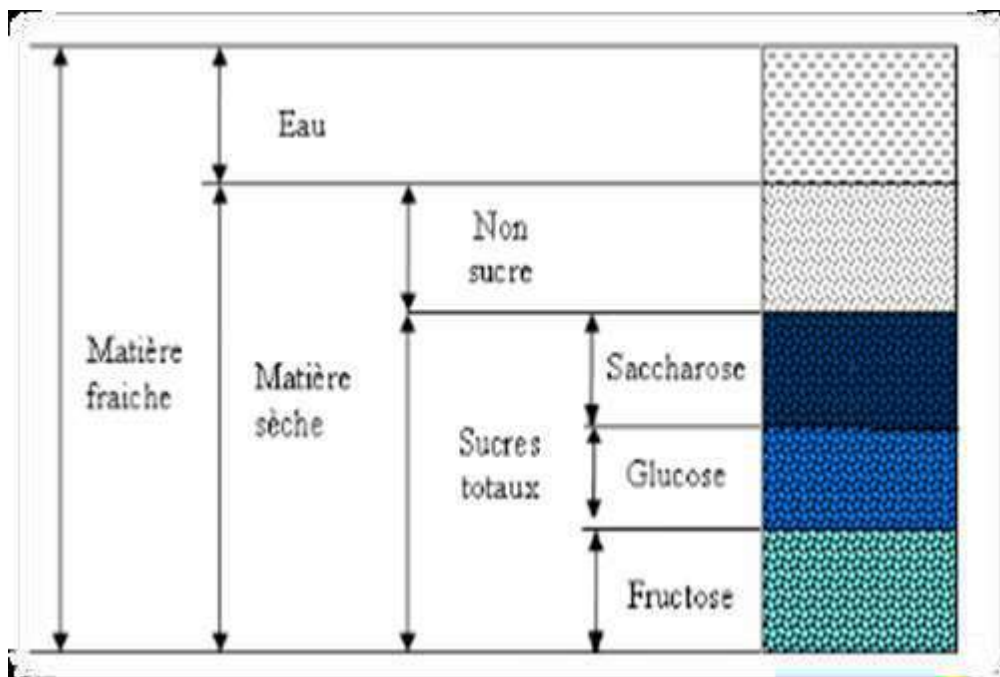


Figure 3 : Composition biochimique globale de la datte (SAWAYA *et al.*, 1982)

1.5.1.1. Eau

La teneur en eau est en 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%, ceci la classe dans les aliments à humidité intermédiaire (NOUI, 2007). L'humidité décroît des stades verts aux stades mûrs (BOOIJ *et al.*, 1992).

1.5.1.2. Sucres

La teneur en sucres varie généralement en fonction de la variété, de la consistance et des stades de maturation. Elle est comprise entre 50 à 80% de la pulpe fraîche pour les sucres

totaux. L'analyse des sucres de la datte a révélé essentiellement trois types : saccharose (60%), fructose et glucose (17 à 80%) (SIBOUKEUR, 1997). Le glucose et le fructose, sucres réducteurs proviennent de l'inversion du saccharose; puisque l'invertase est forcément décelée à des taux différents dans un grand nombre de variétés de dattes (HADJARI et KADI, 2005) . Ceci n'exclut pas la présence d'autres sucres en faible proportion tels que : le galactose, le xylose et le sorbitol (FAVIER et *al.*, 1993 ; SIBOUKEUR, 1997). .

1.5.1.3. Fibres

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 : les pectines, la cellulose, l'hémicellulose et la lignine (BEN ABBES, 2011). Les dattes sont considérées comme une bonne source en fibres alimentaires (AL-FARSI et LEE, 2008), une portion de 25g de dattes (3 fruits) fournit 2g de fibres, ce qui représente de 5% à 8% de la quantité de fibres recommandée par jour par FAO/OMS (LAVALLEE-COTE et DUBOST, 2000 in MIMOUNI, 2009). 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 en formant un réseau autour de glucides retardant ainsi son hydrolyse (THIBAUT, 2010) ce qui entrainerait une diminution du risque de maladies cardiovasculaires et de diabète.

1.5.2. Constituants mineurs de la pulpe

1.5.2.1. Protéines

Les dattes contiennent en moyenne 2,5% de protéines. La teneur en protéine varie selon le stade de maturation (ALKAABI et *al.*, 2011). 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). En effet, douze résidus aminoacyls dont 4 quantitativement majoritaires ; il s'agit du glutamate (Glu), de l'aspartate (Asp), de la glycine (Gly) et de la serine (Ser) jouant un rôle important dans le métabolisme cellulaire (MIMOUNI,2015). Ces acides aminés ont de nombreuses fonctions biologiques importantes. Ils jouent souvent le rôle de messagers chimiques dans la communication entre cellules (DONALD et JUDITH, 1998). Toutes fois, cette teneur diminue avec la maturation du fruit (AL-ORF, 2012)

1.5.2.2. Lipides

La datte renferme une faible quantité de lipides dont le taux varie entre 0.43 et 1.9% du poids frais (BIGLARI *et al.*, 2008). Cette teneur est en fonction de la variété et du stade de maturation (YAHIAOUI, 1998), 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).

1.5.2.3. Vitamines

La pulpe de dattes contient des vitamines en quantités variables avec les types de dattes et leur provenance. 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 (AL-SHAHIB, 1993 ; EL-SOHAIFY et HAFEZ, 2010 in GOURCHALA, 2015). Le complexe vitaminique participe à la synthèse de l'ADN et au métabolisme des glucides, des lipides et des protéines (BALIGA *et al.*, 2011).

1.5.2.4. Composés phénoliques

Comme tous les produits végétaux frais ou transformés, la datte aux stades avant maturation est riche en composés phénoliques (VAYALIL, 2002 ; AL-FARSI *et al.*, 2005 ; VINSON *et al.*, 2005 ; AL-FARSI *et al.*, 2006 ; ALLAITH, 2008 ; BIGLARI *et al.*, 2009 in MIMOUNI, 2015). Elle contient 3g/100g (DUKE, 2001). L'analyse qualitative des composés phénoliques de la datte a révélée la présence des acides cinnamiques, p- coumarique, férulique, sinapique et des flavonoïdes, y compris procyanidines (AL-FARSI *et al.*, 2005 ; HONG *et al.*, 2006).

Les polyphénols exercent un rôle important pour l'organisme. Ils ont des effets antioxydants. Ils en inhibent l'oxydation des lipoprotéines par le piégeage des espèces oxygénées réactives. Ils ont des effets anti-inflammatoires, abaissent la tension artérielle et renforcent le système immunitaire (HENK *et al.*, 2003).

1.5.2.5. Eléments minéraux

Les dattes peuvent être considérées comme des fruits riches en éléments minéraux et constitue de ce fait un aliment plus intéressant, la teneur en élément minéraux est de 2 à 3,8% du poids sec de dattes sans noyau (CHAHATA, 2000) (Tableau I). Les éléments majeurs sont: Potassium (100 g de dattes fournissent les 15 % des recommandations journalières), Chlore

(Cl), Calcium(Ca), Magnésium (Mg), Sodium (Na) et fer (Fe) (DJERBI, 1994). Un autre oligoélément important présent dans les dattes est le Zn. Une importance nutritionnelle plus remarquable de dattes est la présence de niveaux élevés de sélénium qui est déficient dans la plupart des fruits; en tant que coenzyme pour enzyme glutathion peroxydase- 1 (GPx1), le sélénium joue un rôle immédiat très important dans la protection de l'organisme humain contre le stress oxydant et anti- infectieux (APPEL et *al.*, 1997).

Tableau I : Composition en éléments minéraux des dattes (AL-FARSI et LEE, 2008)

Minéraux (mg/100g)		
Composition	Minimum reporté	Maximum reporté
Minéraux (mg/100g)		
Ca	5,0	206
P	35,0	74
K	345	1287
Mn	0,01	0,4
Fe	0,10	1,5
Zn	0,02	0,6
Cu	0,01	0,8
Se	0,24	0,4
Mg	31.0	150

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

Le noyau présente 7 à 30 % du poids de la datte. Il est composé d'un albumen blanc, dur et corné protégé par une enveloppe cellulosique (ESPIARD, 2002) , les données des travaux de recherche menés sur la composition des noyaux de certaines variétés de datte d'Arabie Saoudite ont démontré la présence de protéines, de glucides, de lipides, et de minéraux (K, P, Ca, Na, Fe, Mn, Zn, Cu).En plus, le noyau contient des acides gras tels que (l'acide oléique,palmique, laurique, linoléique et palmitique mis en évidence dans l'huile extraite des graines) ,ce qui permet que les graines de la datte pourraient être une matière première potentielle pour l'alimentation des animaux (AL-HOOTI et *al.*, 1998 in GOURCHALA, 2015).

L'étude de la composition biochimique montre que la datte renferme une teneur élevée en glucides. Celle-ci pourrait influencer directement sur la glycémie sanguine, notamment chez la catégorie vulnérable (diabétiques). Toutefois, les constituants autres que le glucose c'est-à-dire le fructose, les fibres sont susceptibles de limiter voire d'abaisser le pouvoir glycémiant de ces fruits. Le calcul de l'index glycémique (IG) des dattes permet de prédire l'effet de leur consommation sur la glycémie.

1.6. Index glycémique

1.6.1. Généralités

La recherche en nutrition a montré que la consommation de différents aliments glucidiques entraîne des élévations différentes la glycémie pour un apport équivalent en glucides. En effet, la vitesse de digestion des glucides d'un aliment est dépendante de sa complexité (teneur en fibres, en matières grasses, traitements technologiques, différences variétales des matières premières, etc.) (DAVID, 2011).

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).

1.6.2. 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 in PUCHUE, 2005). 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). 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'insulino-résistance 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.

1.6.3. Charge glycémique

La charge glycémique (CG) est également une notion importante car elle renseigne sur la quantité des 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).

1.6.4. 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 trouvées au cours de ces deux dernières décennies une relation entre une consommation élevée d'aliments riches en hydrates de carbone à haut index glycémique (IG) ou une forte charge glycémique et le risque de diabète, d'obésité et de maladie cardiovasculaire (KASPAR et ULRICH, 2006).

1.6.5. 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. Elle permet l'absorption du glucose par les cellules musculaires et les adipocytes. Lorsque sa sécrétion est insuffisante, il y a apparition du diabète de type I. Le glucagon est une hormone hyperglycémisante. Son rôle est de stimuler la glycogénolyse (DAVID, 2011).

Le diabète de type 2 se caractérise par deux anomalies majeures : une perturbation de la sécrétion des hormones pancréatiques (diminution quantitative et qualitative de la sécrétion d'insuline, augmentation de la sécrétion de glucagon), et une perturbation des effets de l'insuline sur ses tissus cibles : c'est l'insulinorésistance. La méthode de détermination décrite précédemment chez les sujets sains restant la même, l'index glycémique est mesuré de la même manière chez les personnes diabétiques. Cependant, l'index lui même pourrait s'avérer différent du fait de la différence d'assimilation du glucose entre les deux types de populations. En effet, chez les diabétiques, le niveau de base de la glycémie à jeun est souvent beaucoup plus haut, le pic post-prandial plus marqué, et la décroissance de la courbe plus lente, sans oublier qu'il existe d'importantes différences interindividuelles, chaque diabétique étant un cas particulier en fonction de sa sécrétion d'insuline plus ou moins importante.(PUCHUE, 2005).

La substitution des aliments à IG élevé par un régime à faible IG s'accompagne d'une amélioration de l'équilibre glycémique avec une réduction significative d'hémoglobine glyquée HbA_{1c}, parfois plus importante que celle obtenue avec des traitements hypoglycémisants dans une dizaine d'études randomisées

D'autre part, la prise des aliments à faible index glycémique n'augmentent pas le risque d'hypoglycémie chez les diabétiques de type 1(AMOUYAL et ANDREELLI, 2010 ; MANN et CHISHOLM, 2004 in SEDDIKI, 2015). Donc le choix alimentaire approprié reste un élément essentiel dans la gestion du diabète.

1.6.6. 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, DAVID, 2011 in 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 in 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) in 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 graisse (FERLAND et POIRIE, 2006 ; DAVID, 2011) in SEDDIKI, 2015).

II- Maériel et méthodes

2.1. Matériel

2.1.1. Dattes : Aliment test

Les dattes ayant fait l'objet de cette étude appartiennent à des cultivars répandus dans la région de Sud-Est de l'Algérie. Il s'agit de 06 six cultivars des dattes demi-molles, provenant de trois différentes régions : Oued righ (Deglet Nour , Tinissine), Ouargla (Tafezouine, Bajmil et Laadjina) et Ghardaïa (Addela). Le choix de cultivars a été guidé par la consistance demi-molle (photo 5).

Les dattes sont toutes prélevées au stade de maturation complète (stade tmar). Dix kilogrammes de dattes de chaque cultivar sont utilisés. Les dattes de cultivars (Deglet Nour , Tinissine ont été récoltées à partir des palmeraies situées à Oued righ , les dattes de cultivars Tafezouine, Bajmil ,Laadjina et Addela ont été achetées au niveau des marchés de Ouargla et de Ghardaïa . Les dattes d'un même cultivar sont mélangées, acheminées au laboratoire et placées à 4 °C.

2.1.1. 1. Deglet Nour

Les dattes de la variété Deglet Nour ont un goût parfumé et une forme ovoïde. Au stade de la maturité, la datte est plutôt beige-marron, l'épicarpe est lisse et brillant, le mésocarpe est très peu charnu et de texture fibreuse. Cette variété à une valeur marchande importante, sa qualité gustative lui permet d'avoir une de large gamme de consommation (HANNACHI, 1998) (photo A).

2.1.1. 2. Badjmil

Les dattes de cultivar Bajmil ont un goût acidulé et de forme ovoïde ou droite. Au stade de maturité la datte est de couleur noir ou brune, de texture fibreuse et l'épicarpe est plissé. Ce cultivar se caractérise par sa faible consommation (HANNACHI, 1998) (photo B).

2.1.1. 3. Tafezouine

Les dattes de cultivar Tafezouine ont un goût parfumé et de forme droite. Au stade de maturité la datte est de couleur ambrée ou rouge, de texture fibreuse et l'épicarpe est plissé (HANNACHI, 1998) (photo C).

2.1.1. 4. Laadjina

Les dattes de cultivar Laadjina ont un goût parfumé ou acidulé et de forme ovoïde. Au stade de maturité la datte est de couleur marron ou brune, de texture fibreuse , l'épicarpe est variable. Ce cultivar se caractérise par sa faible consommation (HANNACHI, 1998) (photo D).

2.1.1.5. Tinissine

Les dattes de cultivars Tinissine ont un goût acidulé et parfumé, elles ont une forme ovoïde ou droite. Au stade de maturité, la datte est de couleur noir, l'épicarpe est lisse ou plissé et de texture variable. Ce cultivar se caractérise par sa faible consommation (HANNACHI, 1998) (photo E).

2.1.1. 6. Addela

Les dattes de cultivar Addela ont un goût parfumé, une forme droite ou poire. Au stade de maturité, la datte est de couleur brune, de texture farineuse, l'épicarpe est lisse ou plissé. Le choix à été guidé également, par le point de vue de population de la région de Ghardaïa, ils supposent que ce cultivar est hypoglcémiant (HANNACHI, 1998) (photo F).



A



B



C



D



E



F

Photo 05 : Cultivars de dattes étudiés (A : Deglet Nour ;
B :Badjmil ;C :Tafezouine ;D :Laadjina ;E :Tinissine ;F : Addela)

2.1. 2. Glucose : Aliment de référence

Le glucose est utilisé comme « aliment de référence » dans la détermination de l'index glycémique (JENKINS *et al*, 1981). Une quantité de 50g de glucose doit être consommée pour chaque volontaire.

2.1. 3. Cohorte humaine

Sept volontaires sains, non diabétiques, non fumeurs, non soumis à aucun traitement médicamenteux ont participé à la réalisation des tests. Ces volontaires ne doivent avoir aucun problème sanitaire perturbant le métabolisme glucidique.

2.1.4. Autre matériel

2.1. 4. 1. Lecteur de glycémie

Ce lecteur (marque *On call plus*) est destiné à la détermination quantitative de la glycémie à partir de sang capillaire frais.

2.1.4. 2. Bandelettes

Il s'agit de bandelettes réactives (marque *On call plus*) permettant la mesure quantitative de la glycémie. Elles sont employées avec le lecteur *On call plus* à usage en autocontrôle.

2.1. 4. 3. Auto piqueur

Le stylo auto piqueur (marque *On call plus*) permet d'obtenir la quantité de sang nécessaire et suffisante pour la mesure de la glycémie (Annexe 1).

2.1. 4. 4. Balance

La balance (marque Sartorius) est utilisée pour mesurer la quantité adéquate de l'aliment test et de l'aliment de référence.

2.2. Méthodes

2.2.1. Caractérisation physico-chimique des dattes

2.2.1.1. Détermination de la teneur en eau

La teneur en eau d'un produit alimentaire renseigne sur le degré potentiel de prolifération des micro-organismes. Elle permet aussi de déterminer de la qualité organoleptique de ce produit (DJAFOR et *al.*, 2004).

La teneur en eau a été déterminée par dessiccation d'un échantillon de 2g dans une étuve isotherme à une température de $103^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ et à la pression atmosphérique jusqu'à l'obtention d'une masse constante de l'échantillon. La teneur en eau est égale à la perte de masse subie dans les conditions de mesure (AUDIGIE, 1978) (Annexe 2). Le résultat est exprimé par la formule suivante :

$$H\% = \frac{(M1-M2)}{P} \times 100$$

H%: teneur en eau ou humidité

M1: la masse initiale en g « (matière fraîche +capsule) avant dessiccation »

M2 : la masse finale en g « (matière sèche +capsule) après dessiccation »

P : la masse de la prise d'essai

2.2.1.2. Détermination de la teneur en matière sèche

La matière sèche est le résidu sec des produits alimentaires après l'évaporation de leur Humidité dans une étuve à 105°C , jusqu'à poids constant (BARKATOV et ELISSEV, 1979). La valeur de la matière sèche est donnée par la formule suivante :

$$\text{Matière sèche \%} = \frac{G2 - G}{G1 - G} \times 100$$

G : poids de la capsule vide en g

G1 : poids de la capsule avec la prise d'essai avant l'étuve en g

G2 : poids de la capsule avec la prise d'essai après l'étuve en g

2.2.2. Caractérisation biochimique des dattes

2.2.2. 1. Dosage des sucres totaux

Le dosage des sucres est pour but de déterminer la quantité d'aliment ingéré par les volontaires. Celle-ci doit être correspondante à 50 g de glucides pour chaque cultivar.

2.2.2. 1. 1 Caractérisation qualitative

L'analyse qualitative des sucres est effectuée par chromatographie d'adsorption sur couche mince de gel de silice (AUDIGIE *et al.*, 1995). Elle permet de séparer les sucres (Glucose, fructose et saccharose) par migration différentiel (RANDERATH, 1971). La révélation des spots se fait par le révélateur de Nigram (AUDIGIE *et al.*, 1995). La phase mobile est composée de 56% de l'acide acétique et eau distillée, et 44 % de chloroforme à 85% (RANDARATH, 1971) (Annexe 2).

La comparaison de rapport frontal (Rf) de l'échantillon avec le rapport frontal (Rf) de la substance de référence pure (les Rf des sucres témoins) permet d'identifier les sucres des cultivars des dattes (RANDARATH, 1971). Le calcul de RF est donné par suivante :

$$Rf = \frac{\text{Distance parcourue par le soluté}}{\text{Distance parcourue par l'éluant}}$$

2.2.2.1. 2. Dosage quantitatif

Pour ce dosage, nous avons utilisé une méthode colorimétrique : méthode de DUBOIS Les sucres solubles totaux (saccharose, glucose, fructose, leurs dérivés méthyles et les polysaccharides) sont dosés par la méthode au phénol de (DUBOIS *et al.*, 1956). Le principe est basé sur la formation d'une coloration jaune-rouge avec le phénol et l'acide sulfurique dont l'intensité de la couleur est proportionnelle à la concentration des sucres. Les sucres totaux ont été extraits. La concentration en sucres totaux a été déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant le glucose comme solution standard d'étalonnage. La teneur en sucres totaux est exprimée en fonction du glucose (GOURCHALA, 2015) (Annexe 3).

2.2.2. 2. Dosage de la cellulose brute

Les dattes contiennent des quantités importantes en fibres. Nous avons procédé à doser ce constituant afin de déterminer son effet sur l'IG.

Après broyage éventuels, traitement du produit à l'ébullition par une solution d'acide sulfurique de concentration déterminé, puis séparation et lavage de l'insoluble.

Traitement à l'ébullition de l'insoluble obtenu par une solution d'hydroxyde de potassium de concentration déterminé, puis séparation, lavage, dessiccation, pesée du résidu insoluble et détermination de sa perte de masse par incinération (CIRAD, 2003) (Annexe 4). Les résultats sont exprimés par la formule suivante :

$$\text{Taux de cellulose brute (\%)} = \frac{(P1 - P2)}{PRE} \times \frac{100}{MS} \times 100$$

PRE : Le poids en g de la prise d'essai

P1 : Le poids en g du creuset + résidu sec avant incinération

P2 : Le poids en g du creuset + résidu après incinération

MS : La teneur en matière sèche de l'échantillon exprimé en %

2.2.3. Détermination de l'index glycémique

2.2.3.1. Préparation de l'aliment test

Les cultivars de dattes renferment des teneurs en sucres variables. Par un calcul simple nous avons déterminé la quantité adéquate de dattes qui comporte 50 g de glucides, à savoir : Deglet Nour (85g), Addela (119 g), Tinissine (217 g), Bedjmil (111g), Laadjina (83g) et Tefezouine (63 g).

2.2.3.2. Mesure de la glycémie

Le test exige un minimum de 6 volontaires sains (FAO, 1997). Pour la présente étude, nous avons opté pour une cohorte humaine de 7 volontaires

Des recommandations sont faites aux volontaires ; ils doivent prendre un dîner (la veille) léger à IG bas à une heure qui permet d'assurer qu'ils auront jeûné pendant **10h** avant les premiers tests. Les tests commencent vers 8 : 30 h, par une prise de sang basal à l'aide d'un stylo auto piqueur (glycémie à jeune), puis les aliments (soit l'aliment de référence **50g** de glucose, soit l'aliment à tester (dattes) contenant **50g** de glucides digestible), sont servis et consommés par chaque volontaire. La lecture de la glycémie est effectuée toute les **15** min puis toutes les **30** min. Le décompte commence au moment où le sujet s'alimente. Ainsi, des échantillons sanguins sont prélevés **15, 30, 45, 60, 90** et **120** min après le début du repas.

La glycémie est mesurée par la méthode de glucose oxydase à partir de sang capillaire prélevé sur le doigt des sujets, par un lecteur de glycémie (On call plus). Cet appareil nécessite

des bandelettes réactives, qui se trouve hors de l'appareil et qui correspondent à la puce de calibration insérée dans l'appareil.

Une petite goutte de sang suffit au lecteur On call plus active pour effectuer une mesure de glycémie (1-2 µl).

Le dépôt d'une goutte de sang entraîne la coloration de la zone réactive et l'intensité de cette coloration est mesurée avec précision par le système de mesure optique, et ensuite convertie en une valeur de glycémie qui s'affiche alors à l'écran automatiquement, et cet appareil mesure les valeurs de glycémie dans les limites d'un intervalle défini qui est (0.7-1.1 g/l) (MILLER., 1997).

2.2.3. 3. Calcul de l'index glycémique

La technique de détermination de l'index glycémique est basée sur l'effet de l'aliment test sur la glycémie durant les deux heures suivant leur ingestion (JENKINS *et al.* ,1981).

Les aliments sont classés sur une échelle selon leur production de glucose dans le sang, **100** étant l'indice d'un aliment de référence qui est le glucose ou le pain blanc. L'index glycémique (IG) est donné par le rapport de la « surface sous la courbe» correspondant de l'aliment étudié et celle de l'aliment de référence (Glucose).

$$IG = \frac{\text{Surface sous courbe de l'aliment}}{\text{Surface sous courbe du glucose}} \times 100$$

On obtient la courbe de la glycémie de l'aliment testé et celle de l'aliment de référence pour chaque volontaire. Le calcul de l'index glycémique est réalisé selon le programme Matlab (trapèzes) est basé sur le calcul de la somme des aires des triangles (A, B, C, D, E, F) (Fig . 4)

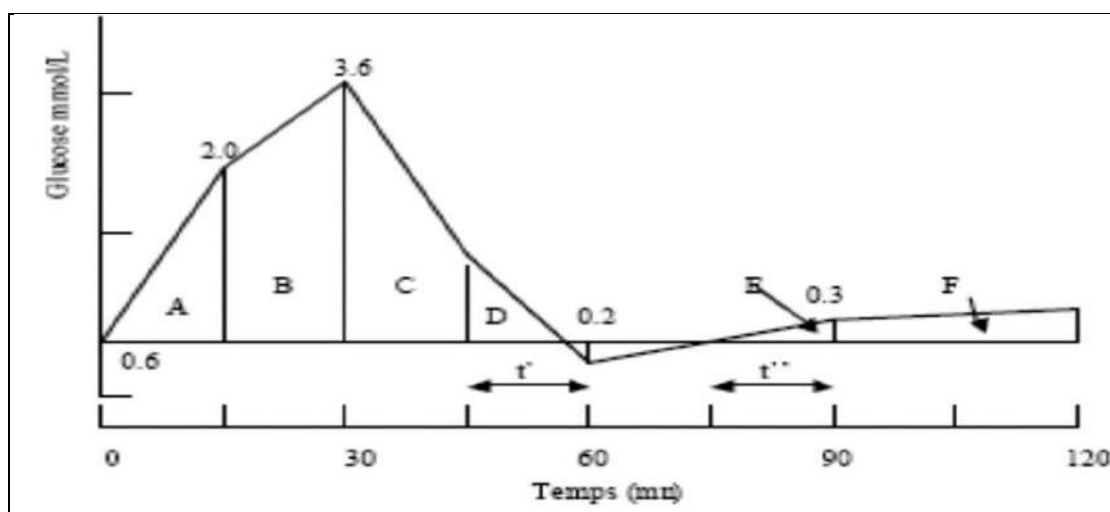


Fig. 4 - Illustration du calcul d'une aire sous la courbe de réponse glycémique (FAO/OMS, 1997).

2.2.3.4. Calcul de la charge glycémique

La charge glycémique (CG) complète parfaitement l'index glycémique, car elle tient compte de l'effet « antiglycémiant » 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 obtenue par le calcul du rapport :

$$CG = IG \times (m_{\text{glucides}} / m_{\text{aliment}})$$

2.2.4. Analyses statistiques

Pour le traitement statistique des données, nous avons utilisé une application appelée « IG DATTES » dans le programme Matlab pour tracer les courbes et calculer IG.

2.2.4.1. Définition de l'application « IG DATTES »

C'est un outil informatique pour le calcul de l'index glycémique des dattes réalisé par Mr. CHERIET Tiffour dans le cadre de son projet de fin d'étude en vue de l'obtention de diplôme de master académique en informatique option informatique fondamentale (Faculté NTIC-U.K.M.O) . IG DATTES permet de

- L'enregistrement des prélèvements de l'évolution de la glycémie des sujets (Volontaires)
- Traçage de la courbe de l'évolution glycémique de l'aliment de référence (glucose) et l'aliment de test (datte) de chaque sujet (Volontaire)
- Filtrage des données des prélèvements de l'évolution de la glycémie des sujets (Volontaires)
- Enregistrement sous forme d'images de chaque courbe relative à l'évolution glycémique de l'aliment de référence (glucose) et l'aliment de test (datte)
- Calcul de la moyenne des données relative à l'évolution glycémique de l'aliment de référence (glucose) et l'aliment de test (datte) avec les écarts type
- Traçage de la courbe relative à la moyenne des données relative à l'évolution glycémique de l'aliment de référence (glucose) et l'aliment de test (datte) avec les écarts type.
- Calculer l'index glycémique de l'aliment de test (datte)
- Calculer la charge glycémique de l'aliment de test (datte)

- Calculer les pics postprandiaux pour chaque sujet (volontaire) et pour la moyenne des sujets (volontaires)
- Classer les aliments de test (dattes) selon leurs index glycémique.

III-Résultats et discussion

3.1. Caractérisation physico-chimique

Nous avons réalisé certaines analyses physico-chimiques des dattes de six cultivars: Addela, Badjmil , Deglet Nour, Tafezouine, Tinissine, Laadjina.

3.1.1. Teneur en eau

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 in GOURCHALA, 2015).

Les résultats obtenus lors de la présente étude montrent des teneurs en eau variables pour les six cultivars à savoir : 12.75% \pm 0.35 (Deglet-nour), 9.75% \pm 0.35 (Tafezouine), 14.25% \pm 0.35, (Tinissine), 10.05% (Badjmil) , 10.25% \pm 0.35 (Laadjina), 11%(Addela) (Fig.5) . Ces valeurs sont comparables à celle obtenus par MIMOUNI (2015), notamment pour la variété Deglet Nour (13,61%). Les travaux évoqués par BOUSDIRA (2007), ont montré que le taux d'humidité pour les cultivars Deglet Nour , Addela et Tafezouine est égale respectivement 17%, 20% et 18%. Alors que GOURCHALA, (2015) a signalé une valeur de l'ordre de 20,64% pour le cultivars Tinissine. Ces différences peuvent être s'expliqués par la situation géographique (BOOIJ et *al.*, 1992), ainsi que l'état d'irrigation (AÇOURENE et *al.*, 2001).

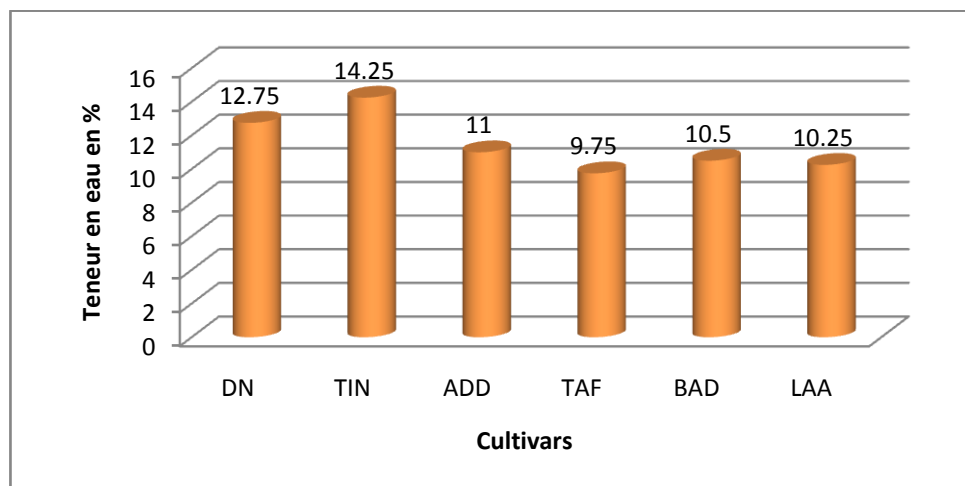


Figure 05 : Teneur en eau des cultivars de dattes étudiés

Les valeurs enregistrées se situent dans la fourchette des dattes appartenant à la classe des dattes demi-molles à savoir 20 %.

3.1.2 Taux de matière sèche

Les résultats enregistrés lors de la présente étude ont montrés que les cultivars étudiés caractérisent par des teneurs en matière sèche importante à savoir : 87.25% \pm 0.35, 90.25% \pm 0.35, 85.75% \pm 0.35, 89.5%, 89.75% \pm 0.35, 89.75% respectivement pour Deglet Nour, Tafezouine, Tinissine, Badjmil, Laadjina et Addela (Fig .6)

La valeur enregistrée pour la variété Deglet Nour est proche de celle indiqué par MIMOUNI (2015) (86.44%).

Les résultats obtenus indiquent que le taux de la matière sèche pour les six cultivars étudiés est élevé par rapport à celui cité par SIBOUKEUR (1997), car il est compris entre 59 - 75% pour les dattes molles.

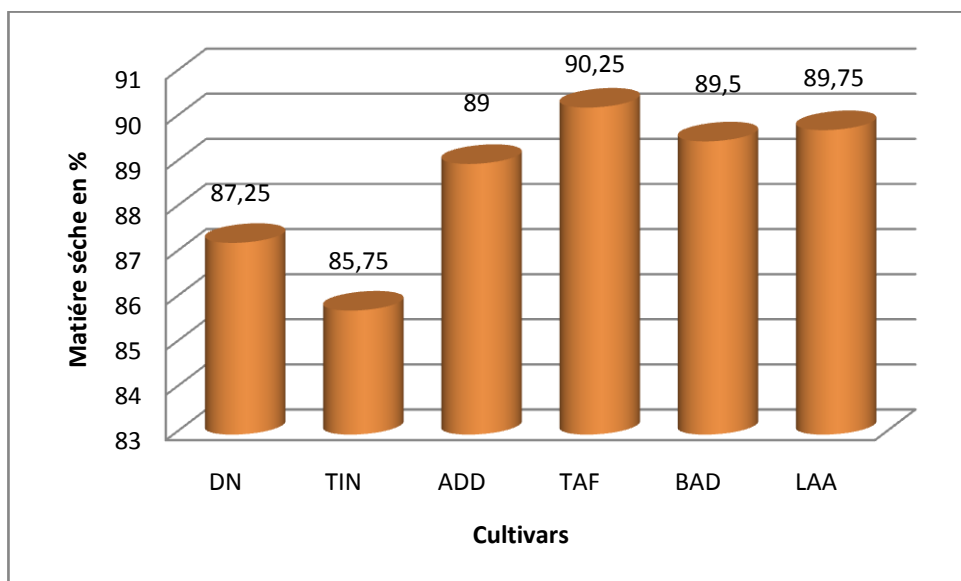


Figure 06 : Taux de matière sèche des cultivars de dattes étudiés

3.2. Caractérisation biochimique des dattes

3.2.1. Dosage des sucres totaux

3.2.1.1 Caractérisation qualitative

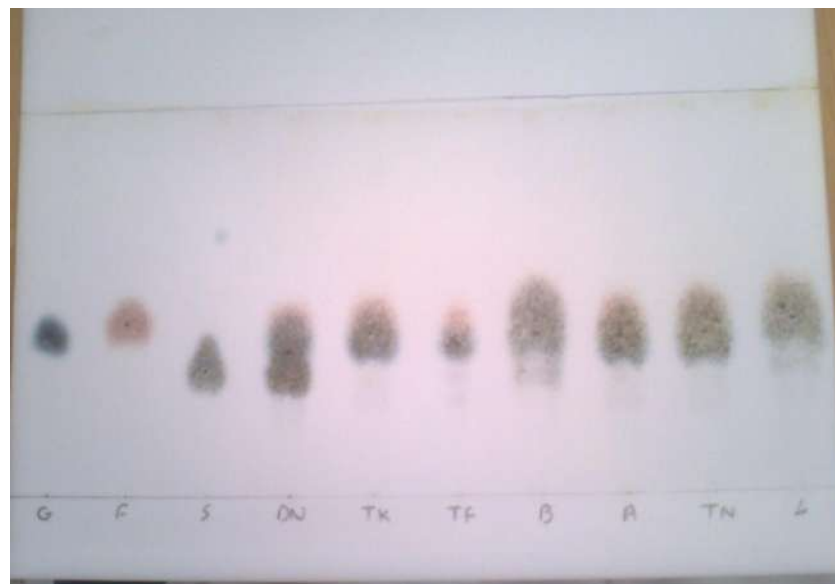
La nature des sucres varie en fonction de la consistance de la datte. Les variétés sèches des dattes renferment des teneurs élevées en saccharose. Par contre, les variétés molles sont très riches en sucres réducteurs, les variétés demi molles renferment, autant de saccharose que de sucres réducteurs (SIBOUKEUR, 1997).

L'analyse qualitative par chromatographie sur couches minces de gel de silice des sucres de six cultivars de dattes a permis d'identifier trois spots de couleur et de Rf différents correspondants au glucose, saccharose et fructose (tableau II).

Tableau II : Caractéristiques chromatographiques des principaux sucres de six cultivars de dattes étudiés

Sucres témoins		Cultivars	DN	TAF	BAD	ADD	TIN	LAA
Sucres	Couleur	Rf	Rf	Rf	Rf	Rf	Rf	Rf
Saccharose	Bleu clair	0.33	0.31	0.33	0.31	0.31	0.33	0.33
Glucose	Bleu foncé	0.40	0.37	0.37	0.40	0.37	0.38	0.43
Fructose	Rouge brique	0.43	0.43	0.43	0.49	0.46	0.47	0.49

Les résultats obtenus d'après le calcul de Rf et l'identification de la couleur des spots montrent que tous les cultivars de dattes (DN, ADD, BAD, TIN, TAF et LAA) contiennent les trois sucres (Saccharose, fructose et glucose) (Photo 2). Ceci nous permet de dire que les six cultivars de dattes étudiés font partie aux cultivars demi- molles.



G :glucose, **F** :fructose , **S** : saccharose, **DN** :Deglet Nour ,**TF** : Tafezouine , **B** : Badjmil , **A** :
Addela ,**TN** :Tinissine, **L** :Laadjina

Photo 02 : Chromatogramme des sucres de six cultivars de dattes étudiés

3.2.1.2. Caractérisation quantitative

Les résultats obtenus pour les sucres totaux de six cultivars de dattes étudiés montrent que les sucres constituent la majeure partie de la pulpe, à savoir : 59% (Deglet-nour), 79 % (Tafezouine), 54% (Tinissine), 45% (Badjmil), 60% (Laadjina), 42% (Addela) (Fig.7).

Le cultivar Tafezouine renferme une teneur en sucres totaux la plus élevée (>70%), alors que les cultivars Badjmil et Addela renferme une teneur inférieure à 50%.

Des résultats ont été enregistrés par GOURCHALA (2015) montrent que le cultivar Tinissine renferme une teneur proche à celle enregistrée dans cette étude (56.45), alors que celle de la variété Deglet nour est comparable (73.45%) à celle de la variété étudiée. Or MIMOUNI (2015) a signalé une valeur de l'ordre de 27% pour la même variété. En outre, BOUSDIRA (2007) a enregistré des valeurs comparables à celles trouvées dans la présente étude à savoir : 53% et 75% respectivement pour les cultivars Addela et Tafezouine. En général, la variation de la teneur en sucres totaux des dattes peut être due aux plusieurs facteurs dont : le pollen , le climat, la méthode d'analyse utilisée (MUNIER ,1973).

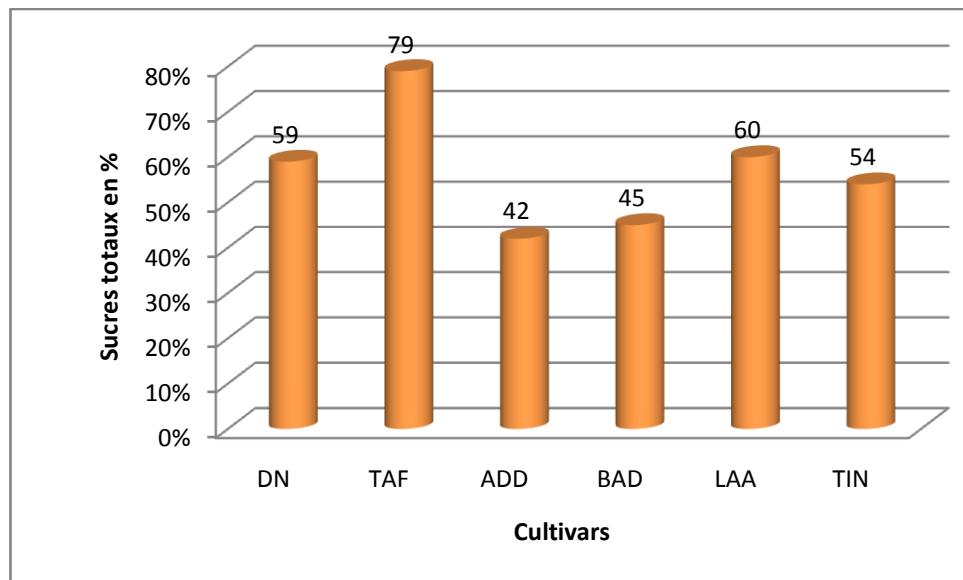


Figure 07 : Taux des sucres totaux des cultivars de dattes étudiés

3.2.2. Dosage des fibres (cellulose brute)

La teneur en fibres insolubles (cellulose brute) de six cultivars de dattes étudiés varie de 2.4 % (Deglet Nour) à 5.7% (Laadjina). Les autres cultivars renferment des teneurs intermédiaire à savoir : 3% (Addela), 3.9 % (Tinissine), 4.1% (Badjmil) et 4.2% (Tafezouine) (fig.8). Ces valeurs sont faibles comparativement à celles enregistrées par GOURCHALA, (2015) à savoir 5.25 % (Deglet Nour) et 6 % (Tinissine).

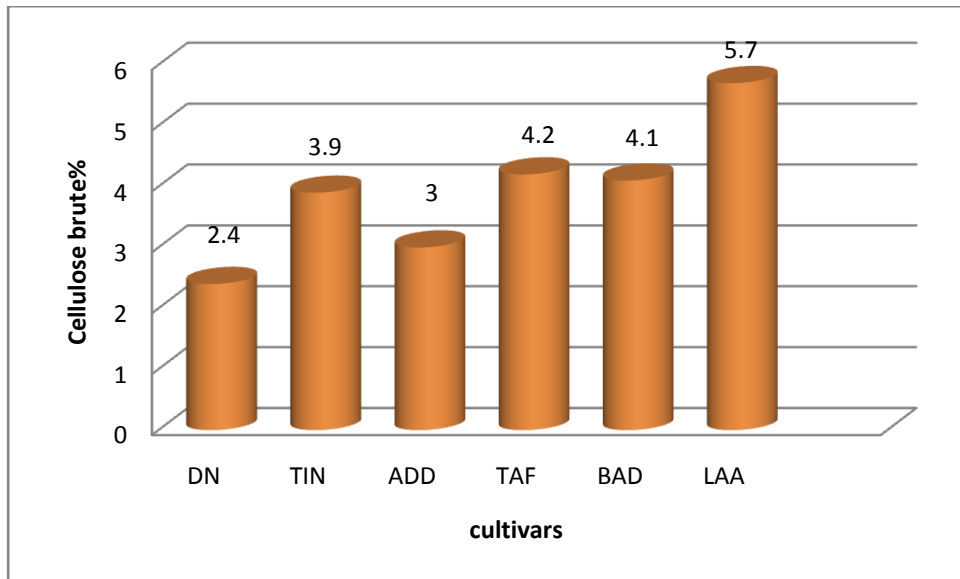


Figure 08 : Taux de cellulose brute des cultivars des dattes étudiés

3.3. Détermination de l'index glycémique

La détermination de l'IG repose sur une hyperglycémie provoquée avec l'aliment de référence (glucose) et l'aliment test (dattes) et le suivi de l'évolution de la glycémie durant 120 min. conformément aux recommandations de la FAO/OMS.

3.3.1 Sélection des sujets

La sélection se fait sur la base de leur glycémie à jeun. Les indices biologiques des 7 volontaires sont reportés dans le tableau III. La glycémie à jeun représente la moyenne des résultats obtenus pour chaque sujet. Elle est égale à $0.93 \text{ (g/l)} \pm 0.33$. L'âge moyen de cette cohorte humaine est égal à $23.14 \text{ ans} \pm 0.38$, son poids moyen égal à $61.97 \text{ kg} \pm 5.58$, sa taille à $1.61\text{m} \pm 0.07$ et son indice de masse corporelle (IMC) est de l'ordre de $24.04 \text{ kg/m}^2 \pm 1.92$. Les résultats obtenus montrent que tous les volontaires sont en bonne santé et non diabétiques. Ils ont, pour cette raison, été sélectionnés aux tests relatifs à la détermination de l'IG des dattes.

Tableau III : Indices biologiques des volontaires

Volontaire	Age (ans)	Poids(Kg)	Taille(m)	IMC (Kg /m²)	Glycémie à jeune
1	24	56	1.55	23,3	1,02
2	23	64	1,57	26	0,90
3	23	59,80	1, 71	20,5	0,85
4	23	67	1,64	25	0,92
5	23	54	1 ,52	23,4	0,94
6	23	69	1,64	26	0,89
7	23	64	1,63	24,1	1.01
Moyenne± Ecartype	23.14 ± 0.38	61.97 ±5.58	1.61±0.07	24.04±1.92	0.93±0.33

3.3.2. Evolution de la glycémie des sujets sélectionnés

La glycémie à jeun chez les sujets sains peut varier de 0.7 à 1.10 (g/l), (au dessous de 0.7 il s'agit d'hypoglycémie et au dessus 1.10 il s'agit d'hyperglycémie).

Après la consommation de l'aliment contenant des glucides, les monosaccharides constitutifs (glucose) passent dans le sang, augmentant ainsi la glycémie. Après l'absorption du glucose, la glycémie atteint un pic au bout de 15 à 30min. ensuite le glucose est capté par les différents tissus, sous l'effet de l'insuline la glycémie revient à l'état initial à 120min.

Les résultats d'évolution de la glycémie après l'ingestion de l'aliment de référence (glucose) et l'aliment test (dattes) sont présentés dans la figure 09.

Les courbes d'évolution de la glycémie pour l'aliment de référence sont importantes par rapport à tous les cultivars étudiés. Ceci peut être justifié d'une part de la complexité de l'aliment test par rapport l'aliment de référence qui est un sucre simple, facile à absorbé.

En outre, les courbes d'évolution de la glycémie des cultivars de dattes étudiés sont différentes d'un cultivar à autre pendant 120min. Cette variation peut être justifiée d'un part par la différence de la composition biochimique entre les cultivars de dattes et d'autre part par la variation intrinsèque de métabolisme propre à chaque volontaire. (Annexe 7).

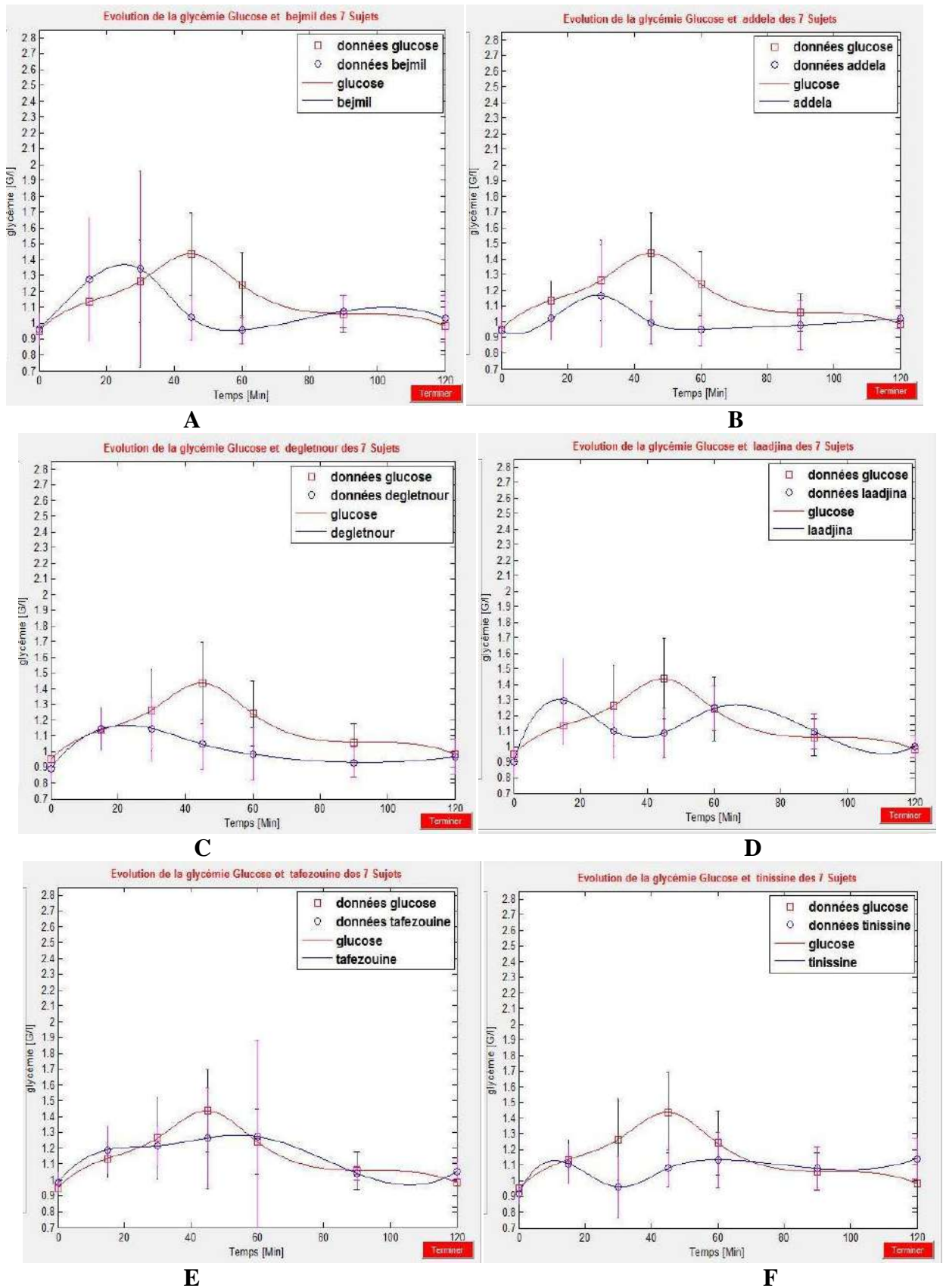


Figure 09 : Evolution de la glycémie (g/l) après ingestion de l'aliment de référence (glucose) et les dattes des six cultivars testés (A. Badjmil, B. Addela, C. Deglet Nour, D. Laadjina, E. Tafezouine, F. Tinissine)

3.3.3. Pics hyper-glycémiques et post-prandiales

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 post-prandiale et la sécrétion de l'insuline (GARCIN *et al.*, 2001).

Les pics d'hyperglycémie enregistrés lors de la présente étude sont présentés dans le tableau IV.

Le pic d'hyperglycémie du glucose atteint à t_{0+45} min. Est égal à $1.44 \text{ g/l} \pm 0.261$. Ce pic d'hyperglycémie est intense car l'absorption du glucose est facile. Néanmoins, ce pic est tardif, ceci peut être expliqué par hétérogénéité de métabolisme des volontaires. En revanche, les pics d'hyperglycémie des cultivars de dattes sont variables, un pic d'hyperglycémie précoce atteint à t_{0+15} est égal à 1.30 ± 0.270 pour le cultivar Laadjina. Concernant les autres cultivars Addela, Badjmil et Deglet Nour atteignent à t_{0+30} min, sont égaux à $1.17 \text{ g/l} \pm 0.324$, $1.34 \text{ g/l} \pm 0.619$ et $1.15 \text{ g/l} \pm 0.199$. Cependant, le pic d'hyperglycémie obtenu avec Tafezouine atteint à t_{0+45} min est égal à $1.27 \text{ g/l} \pm 0.318$. Une exception a été enregistrée dans le cas de Tinissine avec un pic d'hyperglycémie très tardif ($1.13 \text{ g/l} \pm 0.176$ à t_{0+60} min), ceci peut être expliqué par la complexité de la composition biochimique de l'aliment (richesse en fructose par exemple). Globalement, les pics des cultivars de dattes confondus sont nettement plus bas par rapport à celui de l'aliment de référence.

Tableau IV : Valeur moyenne de la glycémie (g/l) enregistrée durant les 120 min après consommation des aliments testés

Temps (mn) / Aliment	t=0mn	t=15mn	t=30mn	t=45mn	t=60mn	t=90mn	t=120mn
Glucose	0.95±0.096	1.14±0.123	1.27±0.259	1.44±0.261	1.24±0.204	1.06±0.118	0.98±0.156
Addela	0.95±0.130	1.02±0.135	1.17±0.324	1±0.134	0.95±0.103	0.98±0.156	1.02±0.064
Badjmil	0.96±0.1	1.27±0.391	1.34±0.619	1.04±0.143	0.96±0.087	1.08±0.100	1.03±0.147
Deglet Nour	0.89±0.078	1.14±0.135	1.15±0.199	1.05±0.159	0.98±0.166	0.93±0.094	0.97±0.114
Laadjina	0.9±0.089	1.30±0.270	1.08±0.169	1.25±0.161	1.24±0.142	1.09±0.112	1±0.068
Tafezouine	0.98±0.065	1.19±0.150	1.22±0.128	1.27±0.318	1.27±0.609	1.04±0.044	1.05±0.060
Tinissine	0.92±0.062	1.11±0.127	0.96±0.196	1.08±0.120	1.13±0.176	1.08±0.134	1.14±0.131

Les résultats enregistrés lors de la présente étude sont identiques à ceux évoqués par GOURCHALA, (2015) pour le cultivar Deglet Nour (1.23g/l à t_{0+30}) et comparable au Tinissine (1.16g/l à t_{0+30}).

ALKAABI et *al.*, (2011), ont montré des pics d'hyperglycémie pour cinq cultivars de dattes d'Emirates Arabes Unis (Fara'd, Lulu, Dabbas et Boma'an) au bout de t_{0+30} mn.

Cette différence des réponses glycémiques entre les six cultivars peut s'expliquer par la qualité et la quantité des composés actifs des dattes notamment (les fibres, les lipides et les protéines) qui permettent de limiter le pic d'hyperglycémie post-prandial.

Il a été démontré chez plusieurs espèces que les fibres alimentaires ont des effets positifs sur la tolérance au glucose par formation d'une liaison au glucose entraînant une diminution du glucose disponible pour la digestion, et notamment une diminution de la glycémie et de l'insulinémie permettent un meilleur contrôle de diabète (VERVEURT et *al.*, 2009).

3.3.4. Calcul de l'Index glycémique des cultivars

L'aliment présentant une aire sous la courbe importante possède un index glycémique élevé et entraînera par conséquent une forte élévation de la glycémie sur une période de 2 heures. Cette réponse dite « post prandiale » si elle est importante, entraînerait une plus forte insulino-sécrétion. Pour un diabétique, des aliments possédant des index glycémiques faibles permettant de réduire l'insulino-sécrétion post prandiale, sont recommandés (PUCHEU,2005)

Les résultats de calcul des index glycémiques de six cultivars de dattes étudiés sont présentés dans la figure 10.

Les index glycémiques obtenus avec le cultivar Addela, Deglet Nour, Badjmil, Tinissine, Tafezouine et Laadjina sont respectivement égaux à 27.79, 56.65, 67.54, 77.37, 78.34 et 89.06. Ces résultats sont inférieurs à ceux enregistrés par MIMOUNI (2015), pour le cultivar Addala (42.11) et comparables à ceux obtenus avec Deglet Nour (52.22).

Globalement, les index glycémiques obtenus lors de la présente étude sont intéressants par rapport au glucose (IG =100), ainsi par rapport aux valeurs de deux tables publiées par FOSTER-POWELL et *al.*,(2002) (IG Dattes = 103).

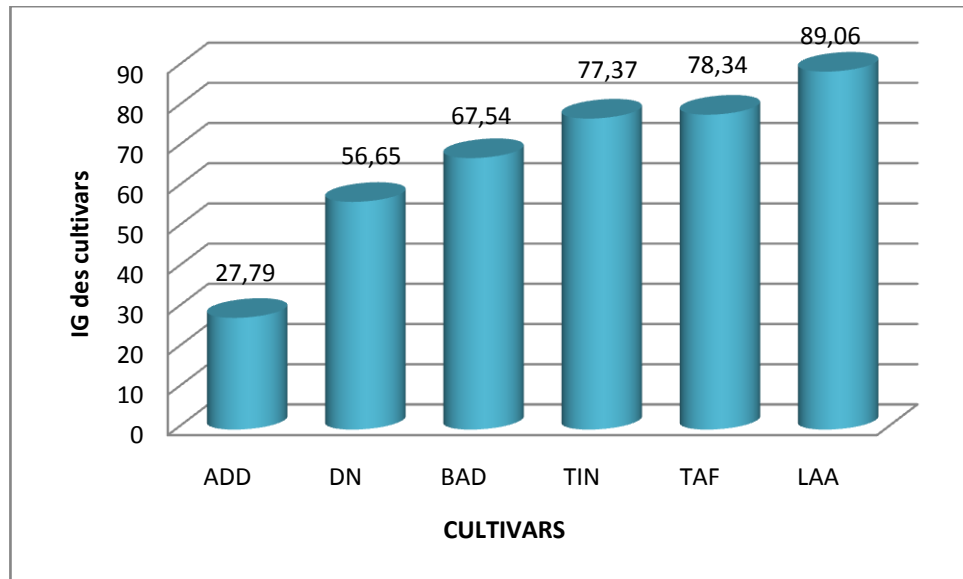


Figure 10 : Index glycémiques des variétés testées

3.3.5. Classification des cultivars étudiés selon leur IG

Actuellement, l'index glycémique est un moyen de mesure et de classification des aliments.

En effet, des valeurs repères ont été proposées pour mettre en place une classification simple des aliments en trois classes (ASSAL *et al.*, 1994).

- aliment IG bas : inférieur à 56 ;
- aliment IG modéré : compris entre 56 et 69 ;
- aliment IG élevé : supérieur à 70.

D'autres documents consultés rapportent des IGs des dattes, relativement élevés (95 ou 107) (MILLER *et al.*, 2009). Toutefois, ces auteurs ne fournissent aucune précision quant à la variété des dattes testées et aux conditions de déroulement des tests.

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) par stimulation de la sécrétion pancréatique et une baisse concomitante de la concentration sanguine en glucagon, ce qui augmente la résistance à l'insuline et donc favorise le développement de diabète (MILLER, 2002). 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 faible index glycémique, riche en fibres et en lipides, puisqu'ils en ralentissant considérablement le temps de vidange gastrique donc ils améliorent l'équilibre glycémique, car 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, ce qui diminue le risque de développer le diabète de type 2 ou les maladies cardiovasculaires (FERLAND et POIRIER, 2006 ; DAVID ,2011).

Les résultats de la classification des cultivars étudiés sont enregistrés dans le tableau V.

On constate que les différents cultivars de dattes étudiés présentent des IG glycémiques différents. Le cultivar Addala montre un IG le plus bas (27.79), alors que les cultivars DegletNour et Badjmil présentent des IG modérés à savoir : 56.65 et 67.54 respectivement. Néanmoins, nous avons enregistré des IG élevés avec les cultivars Tafezouine, Tinissine et Laadjina à savoir respectivement : 78.34, 77.37 et 89.06.

Tableau V : Classification de six cultivars de dattes étudiés selon leur IG

Cultivars de dattes	IG			Quantités recommandées (g)
	bas	modéré	élevé	
Addala	27.79			119
Deglet Nour		56.65		85
Badjmil		67.54		111
Tinissine			77.33	< 92.6
Tafezouine			78.34	< 63
Laadjina			89.06	<83.3

D'autres documents consultés rapportent des IG des dattes, relativement élevés (95 ou 107) (BRAND-MILLER *et al.*, 2009). Toutefois, ces auteurs ne fournissent aucune précision quant à la variété des dattes testées et aux conditions de déroulement des tests. L'IG d'un aliment est sous la dépendance d'un certain nombre de facteurs parmi lesquels nous pouvons citer la variété et le degré de maturation de la datte (AHMED *et al.*, 1995; AL-SHAHIB et MARSHALL, 2003). Il est important de rappeler, par ailleurs que parmi les glucides des dattes, seul le glucose est responsable de l'élévation de la glycémie du fait de son IG élevé

(100). Toutefois le facteur le plus important reste la présence des fibres solubles (pectines) et insolubles (cellulose, hemicellulose) qui pourraient être à l'origine des faibles IG relevés dans la présente étude. En effet, les fibres limitent l'effet hyperglycémiant des aliments en ralentissant l'absorption du glucose. Des constatations comparables rapportées par de nombreux auteurs (MILLER *et al.*, 2003 ; MILLER *et al.*, 2011),

Les cultivars Addela, Deglet Nour et Badjmil présentent des IG faibles à modérés, ceci peut être expliqué par le taux élevé du fructose, puisque ce dernier à un IG très faible (20), et n'exige pas de l'insuline pour son métabolisme. Il est entièrement capté à chaque passage hépatique (THIBAUT ,2010 ;WOLEVER ,2008). Cependant, les cultivars Tafezouine, Tinissine et Laadjina entraîneraient une élévation plus forte de la glycémie sur une période de 2 heures.

Les résultats que nous avons enregistré sont donc de nature à suggérer que les cultivars Addela, Deglet Nour et Badjmil, ne provoquent pas une augmentation importante de glycémie post-prandiale. La consommation d'une quantité équivalente à celle utilisée dans la présente étude (Tableau V) sans risque d'induire une élévation post-prandiale indésirable du glucose sanguin est recommandée. Néanmoins, la consommation des autres cultivars nécessite de diminuer la quantité ingérée de dattes recommandée dans la présente étude.

Conclusion

Conclusion

Notre contribution lors de cette étude a permis de classer six cultivars de dattes demi-molles (Addela, Badjmil, Deglet Nour, Laadjina, Tafazouine et Tinissine), selon leur pouvoir glycémiant (IG). Nous avons fait appel à sept sujets dont la glycémie à jeun est située entre 0.7 et 1.10 (g/l).

Les résultats enregistrés sont de nature à classer les cultivars étudiés selon la valeur de leur IG, selon l'ordre croissant suivant : Addela (27.79), Deglet Nour (56.65), Badjmil (67.54), Tinissine (77.37), Tafazouine (78.34) et Laadjina (89.06). La complexité de la composition de ces dattes est probablement la cause de cette variation. Les fibres limitent en effet l'action glycémiant des aliments en ralentissant l'absorption du glucose. La présence du fructose à faible IG également.

En conclusion, les IGs enregistrés avec les cultivars Addela, Deglet Nour et Badjmil sont classés de faible à modéré. Ces IGs ne provoquent pas une augmentation importante de glycémie post-prandiale. La consommation d'une quantité équivalente à celle utilisée dans la présente étude est recommandée. Néanmoins, la consommation de dattes des cultivars Laadjina, Tafazouine et Tinissine (IG élevé) nécessite de réduire la quantité ingérée de dattes recommandée dans la présente étude notamment pour les diabétiques et les obèses.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

AÇOURENE S. and TAMA M (1997). Caractérisation physicochimique des principaux cultivars de datte de la région des Zibans, *Recherche Agronomique*, no. 1, Ed INRAA, : 59-66.

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.

AHMED I. A., AHMED A. K. and ROBINSON R.. K. (1995). Chemical composition of date variétés as influenced by the stage of ripening. *Food. Chem.*, 54, 305-309.

Al-FARSI M.A., LEE C.Y. (2008). Nutritional and functional properties of dates: a review. *Crit Rev Food Sci. Nutr.* 48(10): 877-87.

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.

ALKAABI J. M., AL-DABBAGHI B., AHMAD S., SAADI H. F., GARIBALLA S. and AL GHAZALI M. (2011). Glycemic indices of five varieties of dates in healthy and diabetic subjects. *J. Nutr.*, 59, 1-10.

AL-ORF S.M., AHMED M.H.M., AL-ATWAI N., AL ZAIDI H., DEHWAH A., et DEHWAH S.(2012). Nutritional properties and benefits of the Date fruits (*Phoenix dactylifera L.*). Bulletin of the National Nutrition Institute of the Arab Republic of Egypt. V .39 : 97 -129.

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.

ASSAL J., MEKOE P.B et SLAMA G. (1994). Le diabète sucré 2éme Ed, MASSON, Paris : 154-164.

AUDIGIE Cl., DUPONT G. et ZONSZAIN F. (1995). Principes des méthodes d'analyse biochimie ; Tome 1. Edition Doin, Paris, 100 p.

- BALIGA S., BALIGA V., & KANDATHIL S. (2011).** A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (*Phoenix dactylifera L.*). *Food Research International*. 1812 - 1822 p.
- BARKATOV V. et ELISSEV V. (1979).** Guide des travaux pratiques du contrôle technicochimiques de la production des conserves. INIL, Boumerdes : 74 p.
- BELGUEDJ M. (2001).** Caractéristiques des cultivars de dattes dans les palmeraies du Sud-est Algérien, N° 11, INRAA. El-Harrach, Alger : 289 p.
- 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 p.
- BIGLARI F., ALKARKHI ABBAS FM., EASA AM.(2008).** Antioxidant activity and phenolic content of various date palm (*Phoenix dactylifera*) fruits from Iran. *Food Chem.* 107:1636 1641 p.
- 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 palmier dattier (*Phoenix dactyliferaL.*). *Fruits.* 47 (6): 667-678.
- BOUKHIAR A. (2009).** Analyse du processus traditionnel d'obtention du vinaigre de dattes tel qu'appliqué au sud algérien : essai d'optimisation. Mémoire de Magistère spécialité génie alimentaire. Université de Boumerdes.
- 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 .

BRAND-MILLER J., MCMILLAN-PRICE J., STEINBECK K. and CATERSON I. (2009). Dietary glyceic index: health implications. *Journal of the American College of Nutrition.*, 28, 446-449.

CIRAD. (2003). Techniques d'analyses des aliments pour animaux : 21-23

CERDAN C. (2012). L'index glycémique des aliments dans l'alimentation des chevaux. Thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire. Université de Toulouse :80-81

DAVID A. (2011). Sucres naturels et extraits de fruits propriétés et intérêts nutritionnels. V. 2, Ed. Nutritis S.A., 2^{ème} éd. 1-33

DJAFOUR S., KHABBAZE A. et KHUILDI Z. (2004). Contribution à l'étude de la composition biochimique des dattes Deglet-Nour dans le pédocapayage de la cuvette de Ouargla. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'étude supérieur en biologie en biochimie.

DJERBI M. (1994). Précis de phoeniciculture. Ed FAO, Rome : 23-191.

DONALD V. et JUDITH G. V. (1998). Biochimie. Masson 2eme édition, Paris : 56 – 727.

DUKE J.A. (2001). Handbook of Phytochemical Constituents of GRAS Herbs and other Economic Plants. CRC Press, Boca Raton, FL

ELTAYEB E.A., ALHASANI A.S. et FAROOQ S.A. (1999). Changes in soluble sugar content during 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, Paris : 147-155

FAO/WHO. (1997). Carbohydrates in human nutrition. Report of a joint FAO/WHO Expert consultation Rome. *FAO Food and Nutrition.* Rome: FAO 14-18 April

FAO STAT. (2013) – <http://faostat.fao.org/default.aspx>. [Consulté en septembre 2014].

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 glycemic index and glycemic load values. *American Journal of Clinical Nutrition.*, 76 (1), 5-56.

GARCIN M., BRILLION S., PITON A. and PERES G. (2001). Does perceived exertion depend on glycemic index of foods ingested throughout three hours before a one-hour high-intensity exercise. *Perceptual and Motor Skills.*, 93 (3), 599-608.

GHAZI F., 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.

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.

HADJARI M., et KADI-HFIANI M. (2005). La mise en œuvre de la fermentation de jus de datte. Etude cinétique et biochimique. Mémoire d'Ingénieur en Science Alimentaire, Mascara. pp : 21-22-23.

HANNACHI S., KHITRI D., BENKHALIFA A., et BRAC DE LA PRIERE R. A.(1998). Inventaire variétal de la palmeraie Algérienne ED BP.613 Ouargla 30000 Algérie : 46-136 p

HENK J., ZWIR E. et RIK L. (2003). Caroténoïdes et flavonoïdes contre le stress oxydatif. *Arome. Ingrédients. Additifs.*, 44, 42 – 45 P.

HONG Y.J., TOMAS-BARBERAN F.A., KADER A.A., & MITCHELL A.E.(2006). The flavonoid glycosides and procyanidin composition of Deglet Noor dates (*Phoenix dactylifera*). *J. Agric. Food Chem.* 54(6): 2405–2411

HURST W. J. (2008). Methods of analysis for functional food. 2nd edition. CRC Press. Taylor and Francis. London : 548 p .

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.

KASPER B et ULRICH K.(2006). La signification de l’index glycémique des aliments contenant des hydrates de carbone pour la santé.

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.

MILLER B.,(1997). L’index glycémique des aliments. *Ca.Nut.Diet.*

MILLER J., DUNN E. & HASHIM I.(2002). Glycemic index of 3 varieties of dates. *Saudi Med. J.* 23: 536-538

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 C. J., DUNN E. V. and HASHIM I. B. (2011). Glycemic index of 3 varieties of dates. *Saudi Med. J.*, 23(5), 536-538.

MIMOUNI Y. (2009).Mise au point d’une technique d’extraction de sirop de dattes ; comparaison avec les sirops à haute teneur en fructose (HFCS) issus de l’amidonerie. Mémoire de magister en Biochimie et analyse des bioproduits.Université Kasdi Merbeh-Ouargla.132 p.

MIMOUNI Y. (2015). Développement de produits diététiques hypoglycémiants à base de dattes molles variété Ghars, la plus répandue dans la cuvette de Ouargla. Thèse de doctorat. Sciences biologiques .Université Kasdi Merbeh-Ouargla.142 p.

MICHEL DUBOIS K. A ., GILLES J. K ., HAMILTON P. A. REBERS, and FRED S. (1954). Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. Article.

MUNIER P. (1973). Le palmier dattier. Ed. Maison Neuve et La rose, Paris : 25-367

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

NOUI Y. (2007). Caractérisation physico-chimique comparative des deux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech-Degla. Mémoire de Magister en génie alimentaire, Université de Boumerdès : p33.

PACKER L. (2001). flavonoïds and other polyphenols. Ed Academic press, California :483

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.

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.

RANDERATH K. (1971). Chromatographie sur couches minces. Ed Guthier-Villars, Paris : 238-242.

SAWAYA W-N., KHALIL J-K., SAFI W-M., AL-SHALAT A. (1983). Physical and chemical characterization of three Saudi Date Cultivars at Various Stages of development. *Can. Ins. Food Sci. Technol. J.* 16(2): 87-93.

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 des dattes. Mémoire Magister en sciences agronomique, INA, Alger , pp : 30-35.

TAOUDA1-3 H., MRANI ALAOU12 M., ERRACHIDI1 F., CHABIR1 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 nutrition-pratiques en nutrition . ED Elsevier Masson SAS.24 : 44-51.

WOLEVER TM, JENKINS DJ, JENKINS AL, JOSSE RG: THE glyceic index: methodology and clinical implications. Am J Clin Nutr 1991, 54:846-854p.

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.

شحاتة احمد عبد الفتاح.(2000). موسوعة النخيل و التمور دار الطلائع .مصر : 18 - 29

Annexes

Annexe 01 : Matériel de laboratoire

Méthode	Appareillage	Réactifs
Dosage des sucres totaux	Bain Marie Agitateur VORTEX Spectrophotomètre	Ethanol Acide sulfurique concentré Phénol à 5%
Détermination de la teneur en eau	Etuve réglée à 103 °C ± 2°C Dessiccateur Balance	
Dosage des sucres par chromatographie sur couche mince	Etuve réglée à 100°C	Acide acétique Chloroforme Révélateur NIGRAM
Dosage de la cellulose brute	Analyseur des fibres (VELP) Etuve réglée à 103 °C ± 2°C Dessiccateur Creuset filtrant de porosité 40 µm-90µm Four à moufle réglée à 525°C ± 25°C	Acide sulfurique à 0,13 mol/l l'hydroxyde de potassium à 0,23mol/l Octanol (antimousse) Acétone pur

Annexe 02 : Lecteur de glycémie On Call Plus



Annexe 03 : Détermination de la teneur en eau (AUDIGIE, 1978)

Mode opératoire

- Sécher des capsules vides à l'étuve durant 15 mn à $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$;
- Laisser refroidir dans un dessiccateur
- Peser dans chaque capsule préalablement tarée 2 g d'échantillon et les placer dans l'étuve réglée à $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 3 heures ;
- Retirer les capsules de l'étuve, les placer dans le dessiccateur,
- Peser les capsules après refroidissement. L'opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant (en réduisant la durée de séchage à 30 mn).

Annexe 04 : Détermination de la cellulose brute (CIRAD, 2003)

Mode opératoire

-Prise d'essai : Peser 1g de broyat de datte et déposer dans le creuset filtrant

-Attaque acide : Disposer le creuset dans l'extracteur de fibres, ajouter 159ml d'acide sulfurique préchauffée et quelque gouttes d'octanol .Porter rapidement à ébullition (en 5min environ),et la maintenir pendant 30 min \pm 1min. Ne pas oublier d'ouvrir l'eau des réfrigérants.

Après le temps d'ébullition prescrit, filtrer immédiatement l'insoluble au moyen du dispositif de filtration de l'unité. Rincer l'insoluble avec 150ml d'eau distillé bouillante. Répéter les lavages 3 fois. La séparation et le lavage de l'insoluble doivent être réalisés en moins de 30min

-Attaque alcaline : Verser dans le creuset 150ml de solution d'hydroxyde de potassium préchauffé et quelque goutte d'octanol. Porter rapidement à ébullition (en environ 5min),et la maintenir à nouveau pendant 30 min \pm 1min

Après le temps d'ébullition prescrit, filtrer immédiatement l'insoluble, le laver avec de l'eau distillé bouillante .Poursuivre le lavage avec de l'eau distillé comme indiqué ci –dessus. Déshydrater ensuite le résidu par l'acétone en utilisant la fiole à vide prévue à cet effet : verser de l'acétone dans le creuset, disposer l'échantillon et filtrer.

-Séchage : Sécher à 103°C \pm 2 le creuset et son contenu dans l'étuve. Une durée de séchage de deux heures est généralement suffisante. Refroidir dans le dessiccateur et peser à 0,1 mg près le résidu refroidi (soit P1).

-Incinération : Après séchage, incinérer le résidu dans le four à 525 °C. Une durée d'une heure suffit généralement. Laisser refroidir dans le dessiccateur jusqu' à la température du laboratoire et peser à nouveau à 0,1 mg près (soit P2).

Annexe 05 : Dosage des sucres totaux (DUBOIS et al.,1956)

Mode opératoire

- Elle consiste à prendre 100 mg de matière fraîche, placées dans des tubes à essais ;
- On ajoute 3 ml d'éthanol à 80% pour faire l'extraction des sucres ;
- On laisse à température ambiante pendant 48h à l'obscurité ;
- Au moment de dosage les tubes sont placés dans l'étuve à 80°C pour faire évaporer l'alcool ;
- Dans chaque tube on ajoute 20ml d'eau distillée à l'extrait .C'est la solution à analyser ;
- Dans des tubes à essais propres, on met 2 ml de la solution à analyser, on ajoute 1 ml de phénol à 5% ; on ajoute rapidement 5 ml d'acide sulfurique concentré 96% tout en évitant de verser de l'acide contre les parois du tube ;
- On obtient, une solution jaune orange à la surface, on passe au vortex pour homogénéiser la couleur de la solution ;
- On laisse les tubes pendant 10mn et on les place au bain-marie pour 10 à 20mn à une température de 30°C ;
- Les mesures d'absorbances sont effectuées à une longueur d'onde de 485 nm.

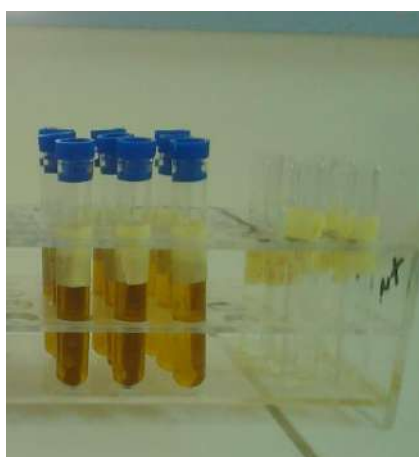


Photo 03 : Analyse des sucres totaux des trois cultivars

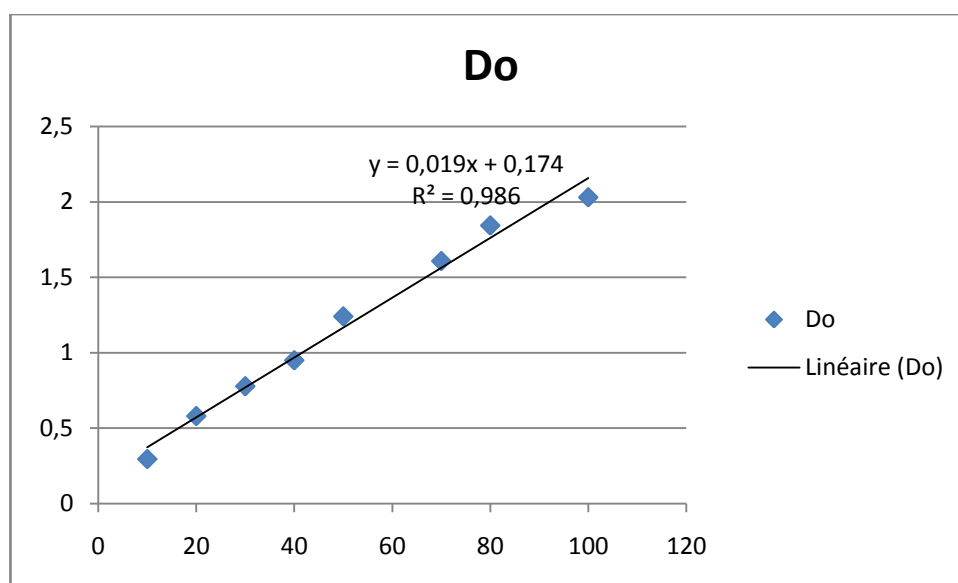


Figure 11 : Courbe d'étalonnage pour le dosage de glucose

Annexe 06 : Chromatographie sur couche mince des sucres (CCM)

Dimensions des plaques chromatographiques : 10x20 cm.

1. L'identification du glucose, fructose et du saccharose

Le système de solvants se compose d'acide acétique (94ml) + eau distillée(6ml) (a) On mélange 44ml de chloroforme avec 56ml de solution (a) (RANDERATH, 1971).

Les sucres se séparent par migration différentielle ; chacun d'eux est soumis à une force de fixation, l'affinité pour la phase stationnaire, et une force d'entraînement par la phase mobile.

Après migration, les spots sont révélés par une réaction colorée, basée sur les réactions furfuraliques des sucres. Le révélateur utilisé est le Nigram. Ce dernier se compose de :

Révélateur NIGRAM

* 4g de diphénylamine + 100ml d'acétone

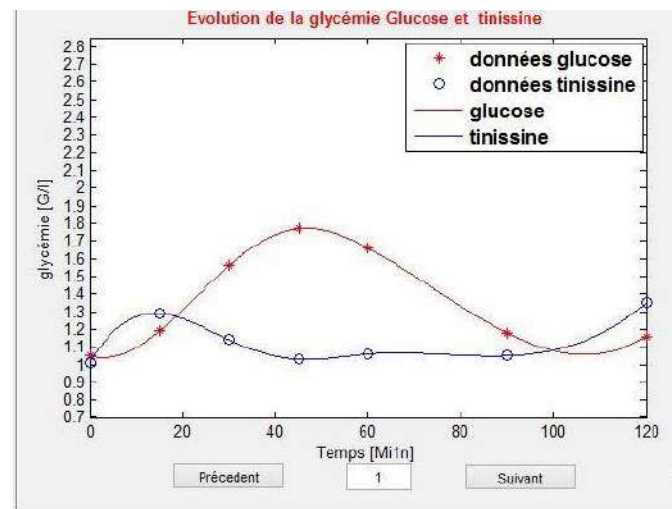
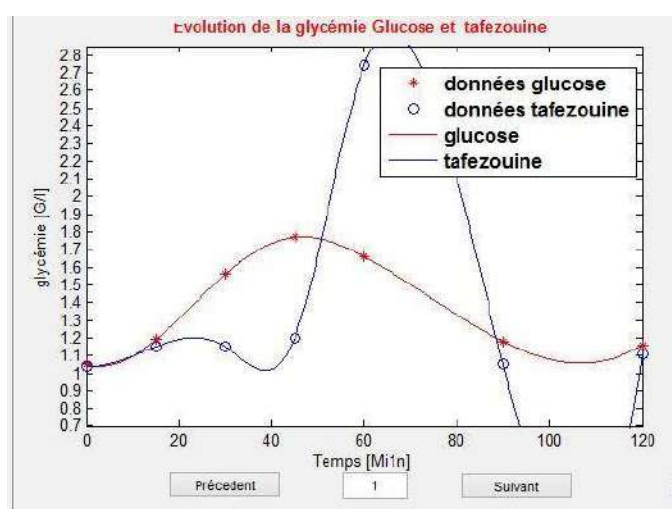
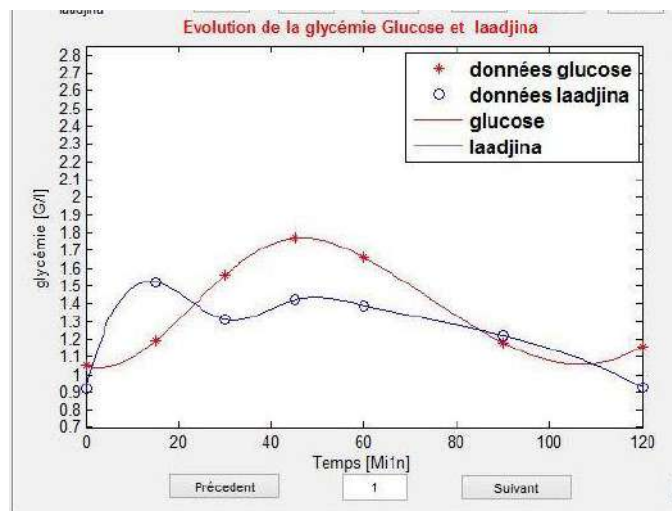
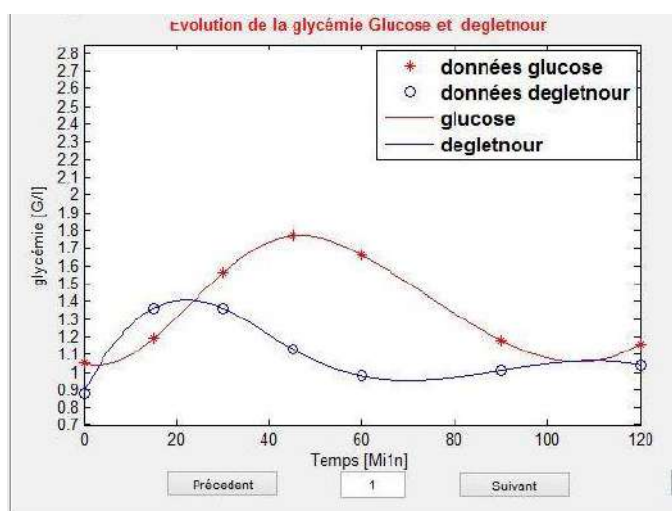
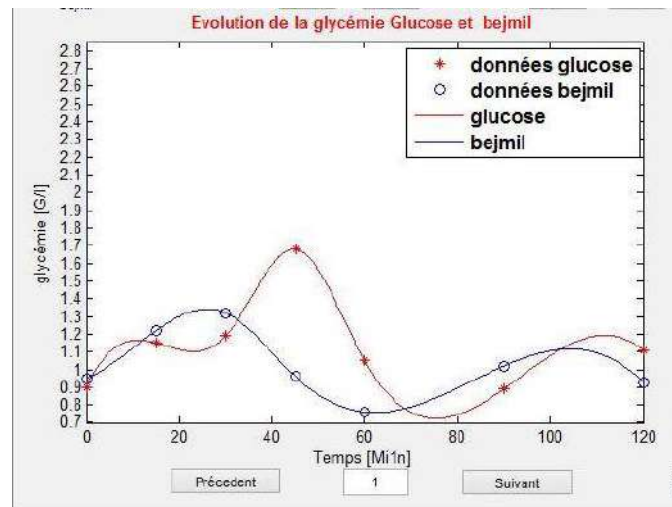
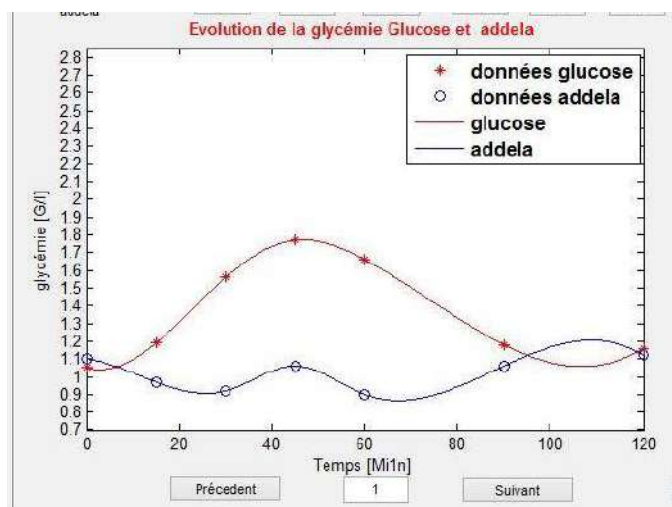
* 4ml d'aniline + 100ml d'acétone et 20ml d'acide orthophosphorique à 85%

L'identification est rendue possible grâce à des témoins, solutions de sucres connus déposés dans les mêmes conditions que le mélange à analyser. Chaque sucre est caractérisé par son R, rapport de la distance de migration du spot à la distance de migration du front du solvant. (AUGIDIE et *a.l.*, 1984).

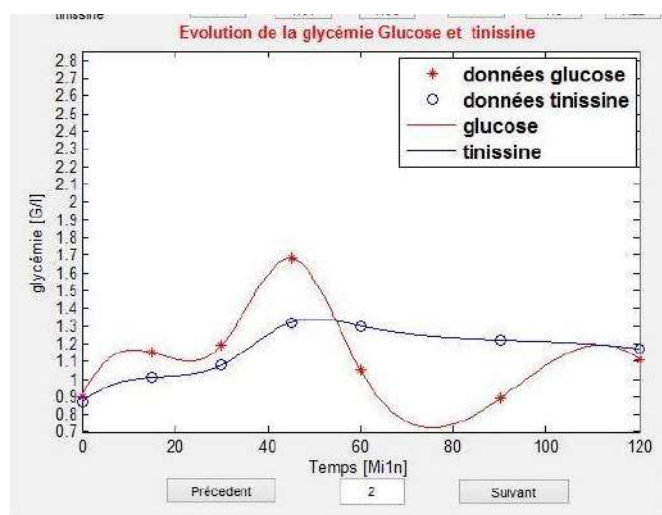
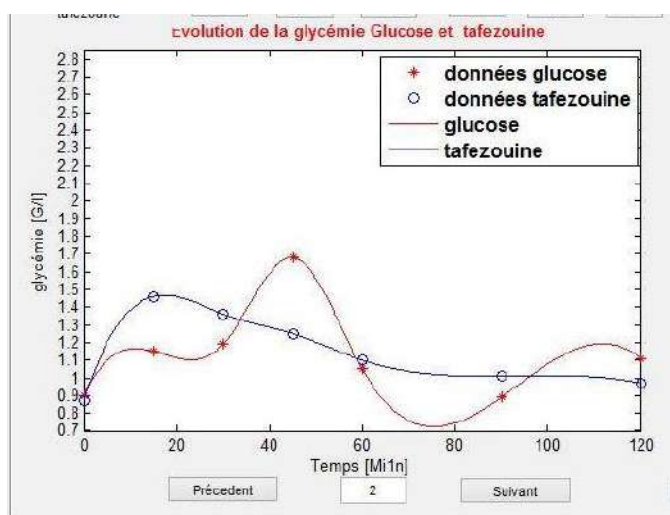
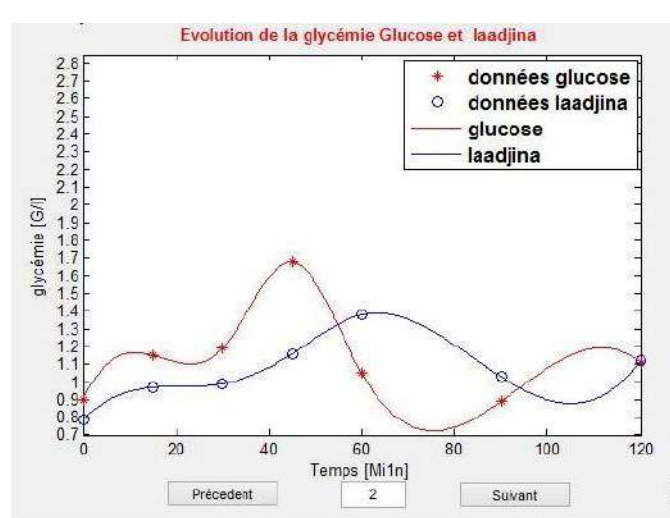
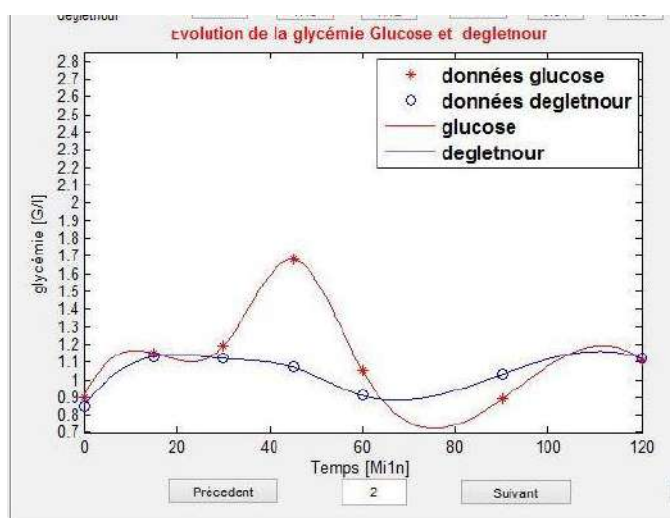
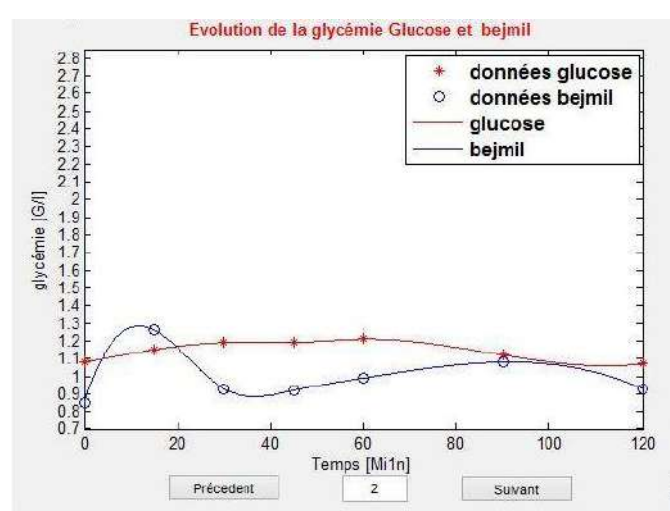
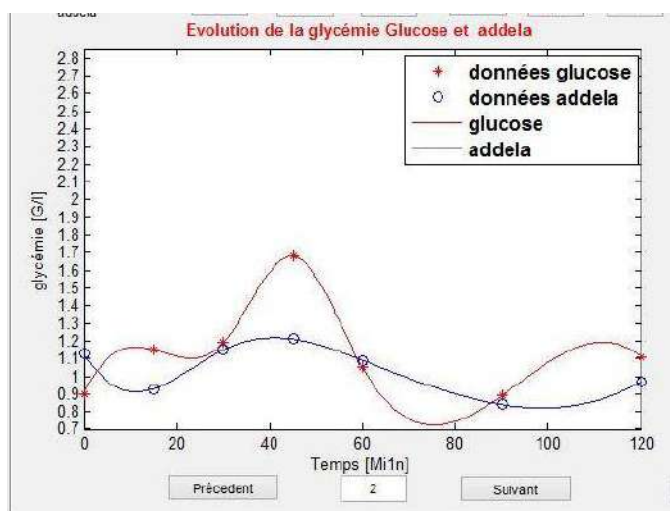
Mode opératoire

- Réactiver les plaques 30 minutes à 100°C ;
- Tracer, très légèrement, une ligne de dépôt à 2 cm du bord inférieur de la chromatoplaque, au crayon graphite ;
- Marquer, très légèrement, les emplacements de dépôts, régulièrement espacés de 1 cm (saccharose, glucose, fructose, ech1, ech2, ech3.....), laisser 2 cm à chaque bord
- Tapisser les parois de la cuve de papier filtre (qui trempe dans le solvant);
- Attendre la saturation de la cuve (une heure);
- Effectuer le dépôt en trois fois en séchant entre chaque opération (le dépôt ne doit pas excéder un diamètre de 4 mm);
- Mettre en place la plaque dans la cuve ;
- Laisser le développement se poursuivre jusqu'au moment où le front du solvant atteint le bord supérieur de la plaque ;
- Sortir le chromatogramme, le placer horizontalement, marquer le front du solvant ;
- Sécher à l'air, terminer à l'air chaud (dans une étuve) ;
- Pulvériser le révélateur sur le chromatogramme ;
- Chauffer 15 minutes à 100°C ;
- Calculer les RF ;
- Identifier les sucres par les RF et les témoins.

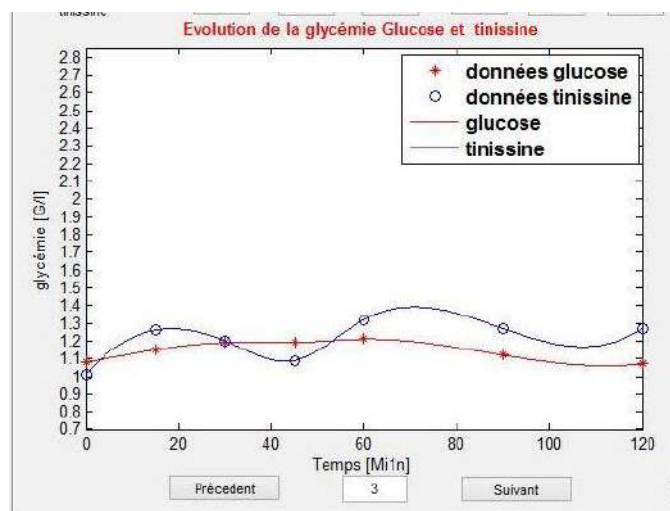
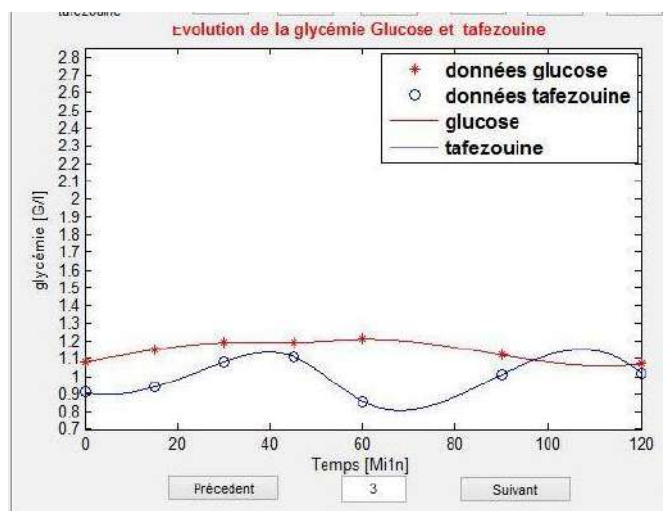
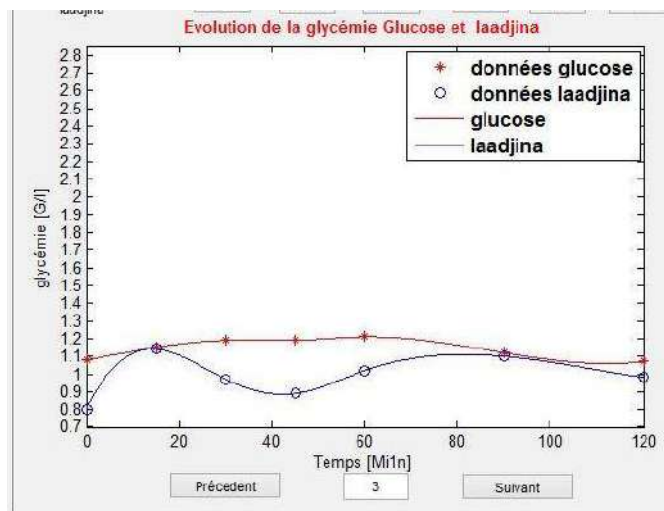
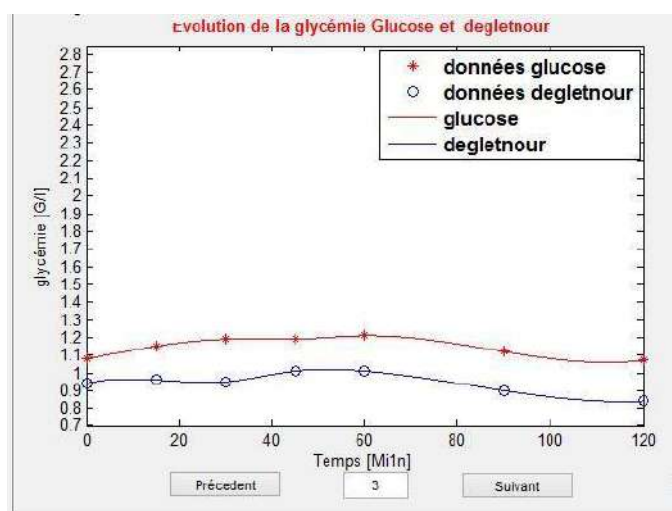
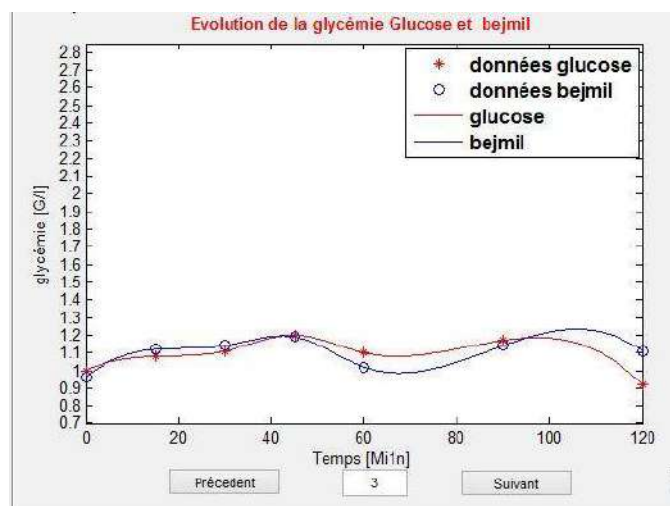
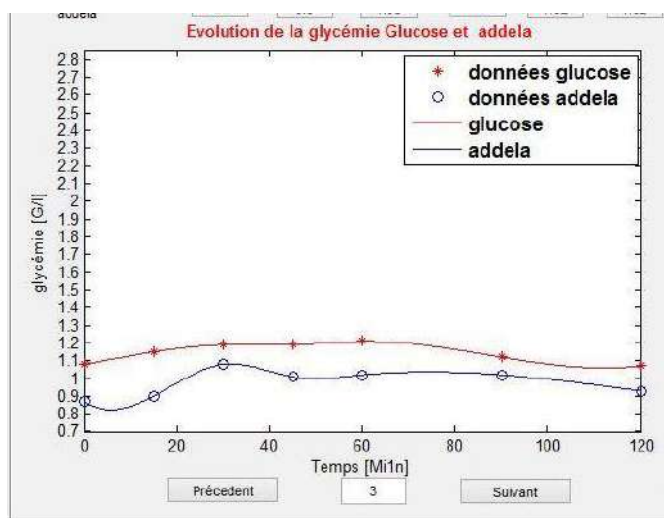
Annexe 07 : Evolution de la glycémie chez les sept volontaires après l'ingestion de l'aliment de référence et les cultivars de dattes étudiés.



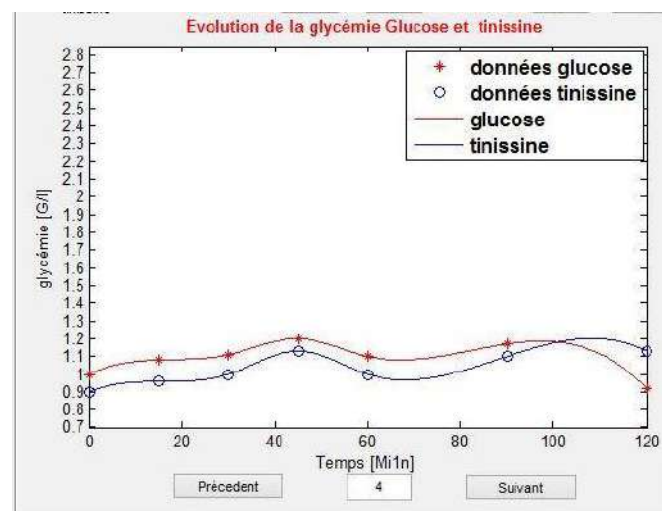
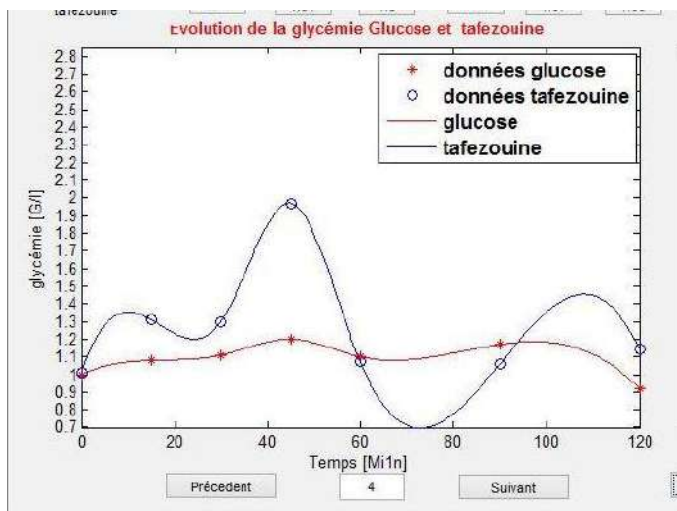
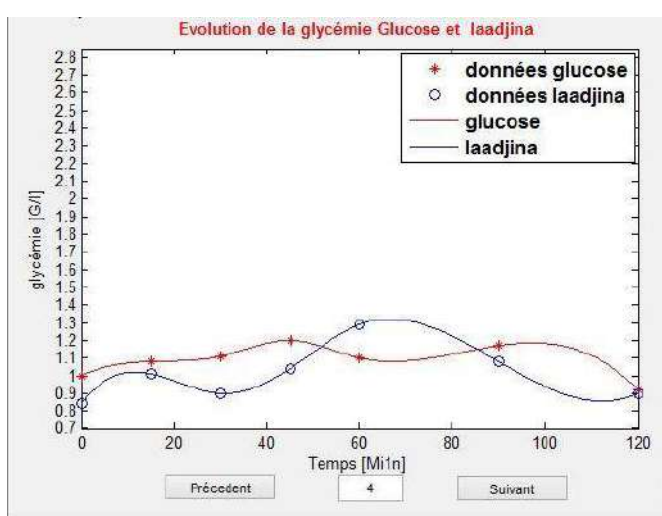
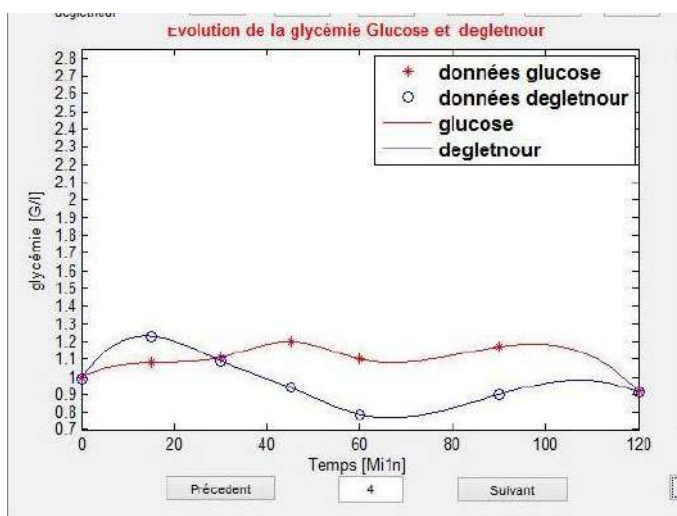
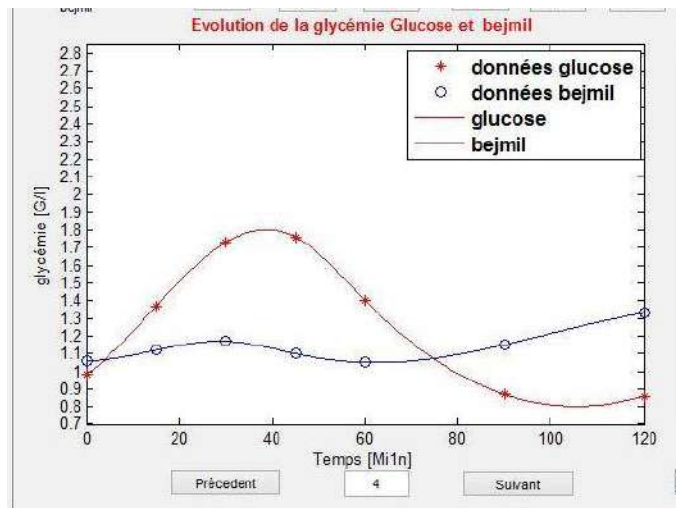
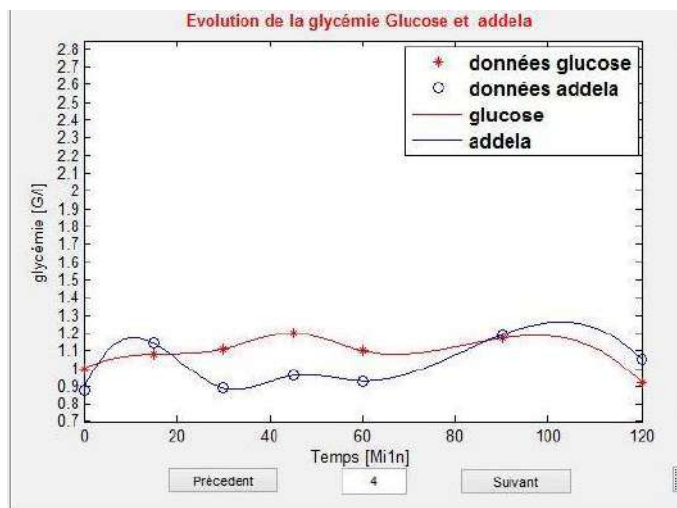
Evolution de la glycémie chez le 1^{er} volontaire après l'ingestion de l'aliment de référence et celle de l'aliment test (les six cultivars)



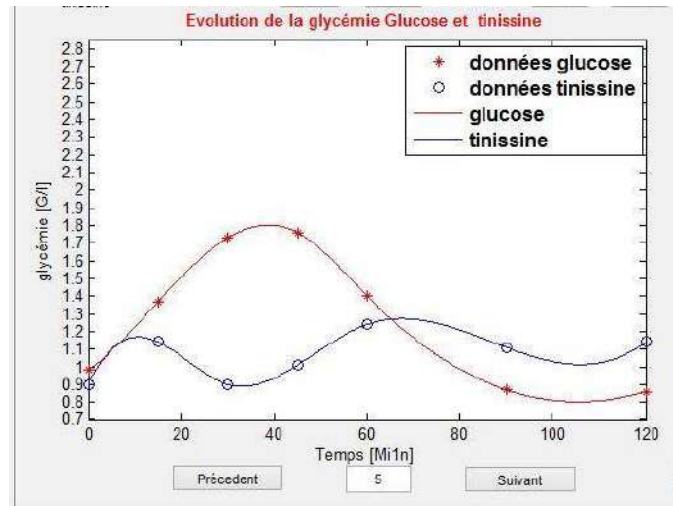
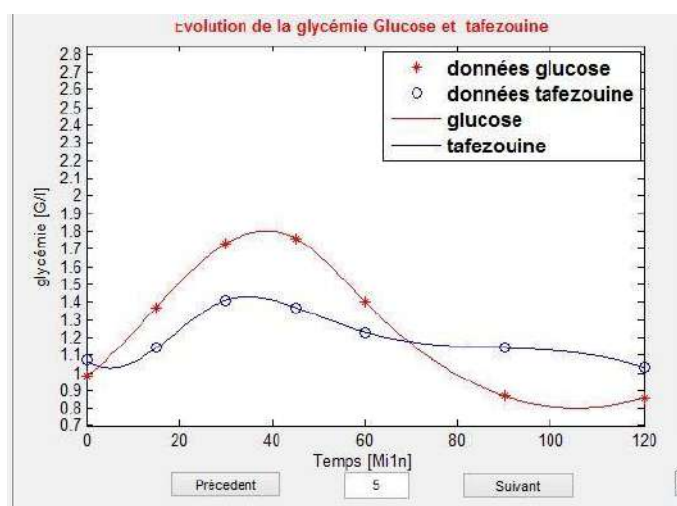
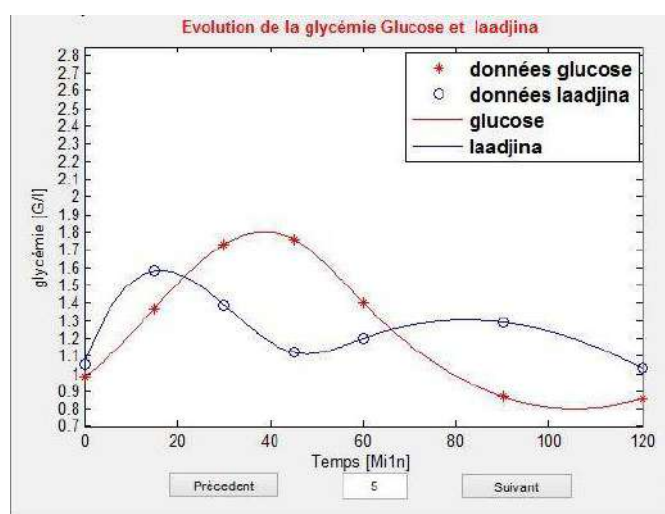
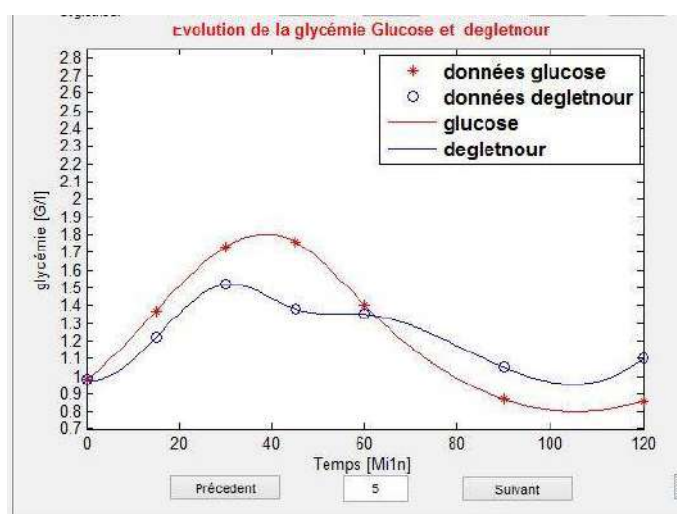
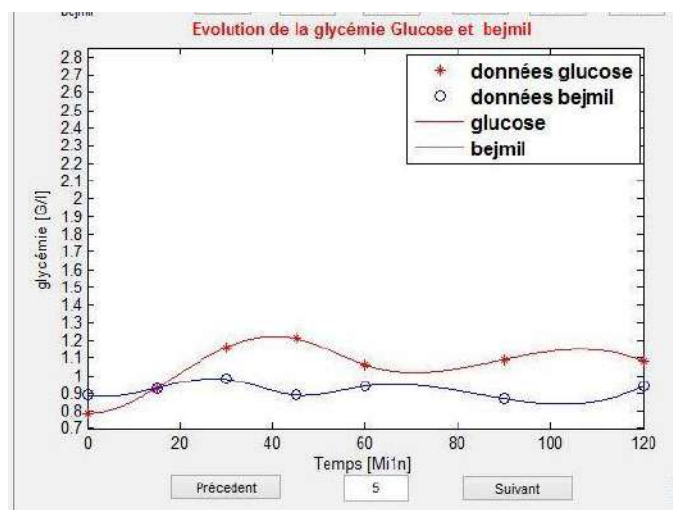
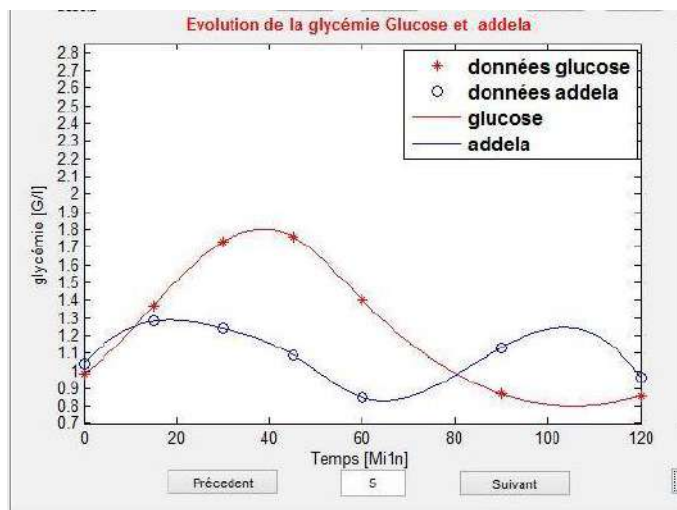
Evolution de la glycémie chez le 2^{ème} volontaire après l'ingestion de l'aliment de référence et celle de l'aliment test (les six cultivars)



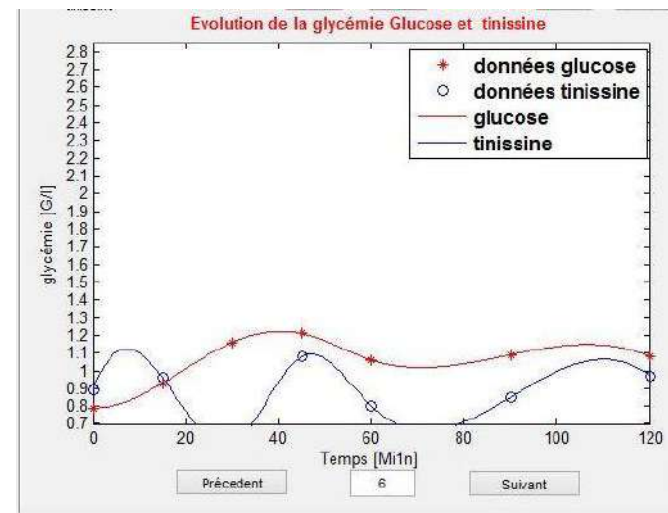
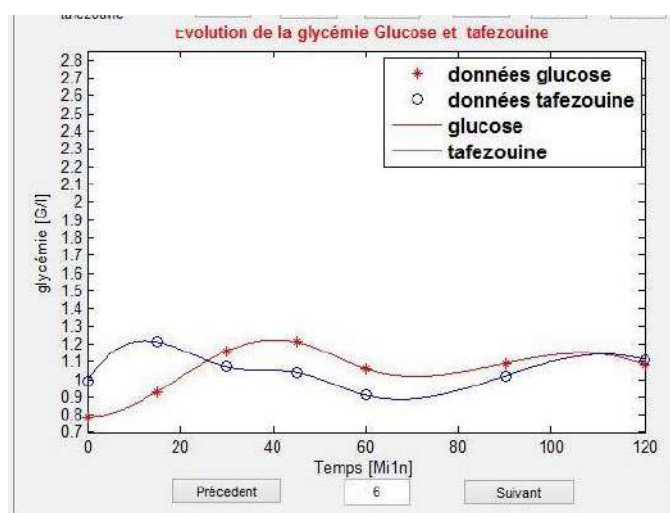
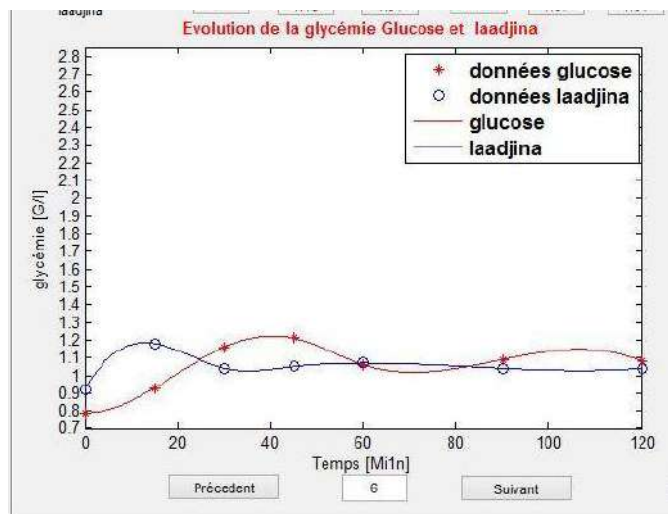
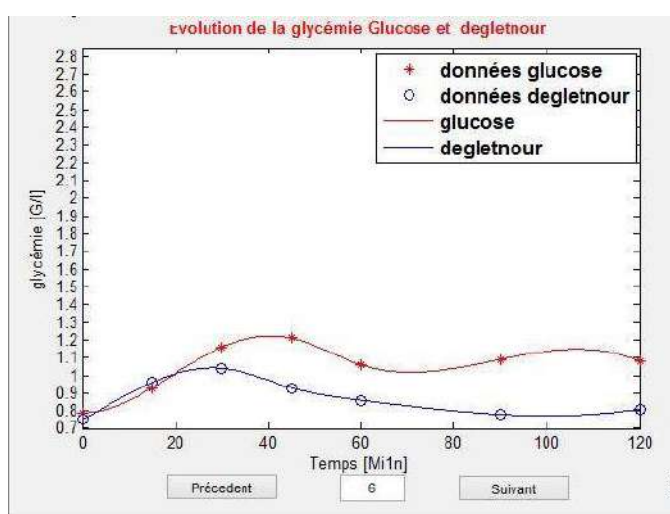
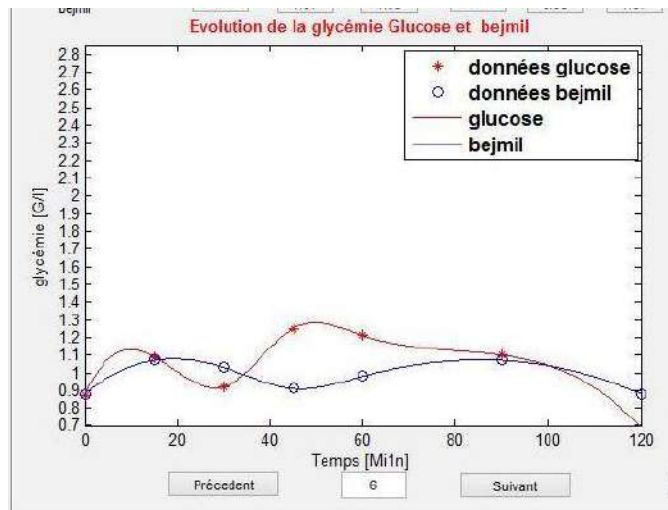
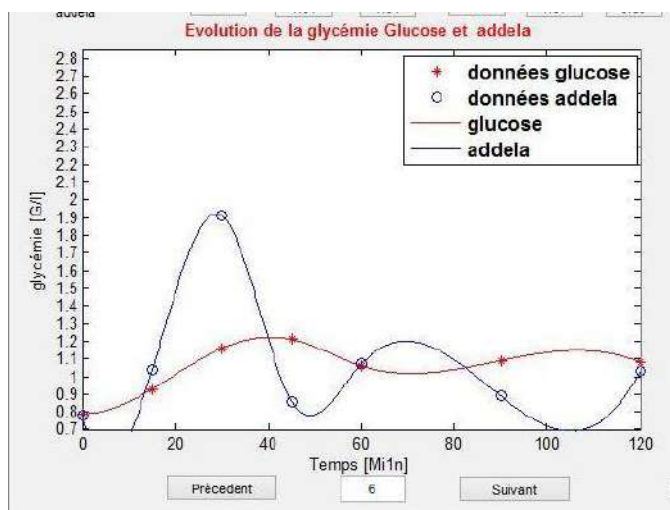
Evolution de la glycémie chez le 3^{ème} volontaire après l'ingestion de l'aliment de référence et celle de l'aliment test (les six cultivars)



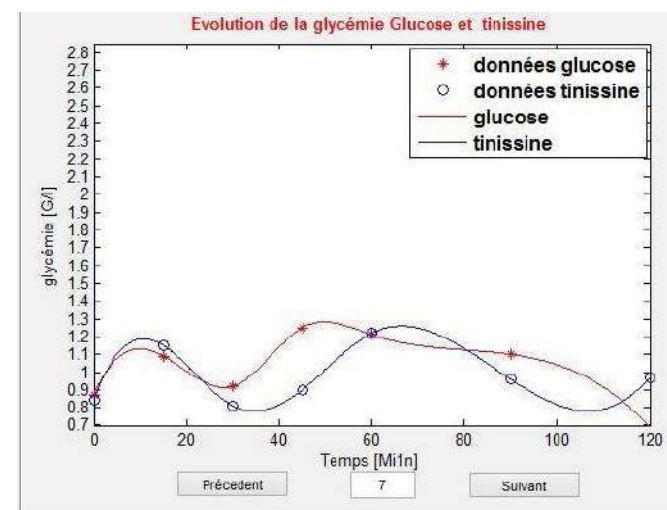
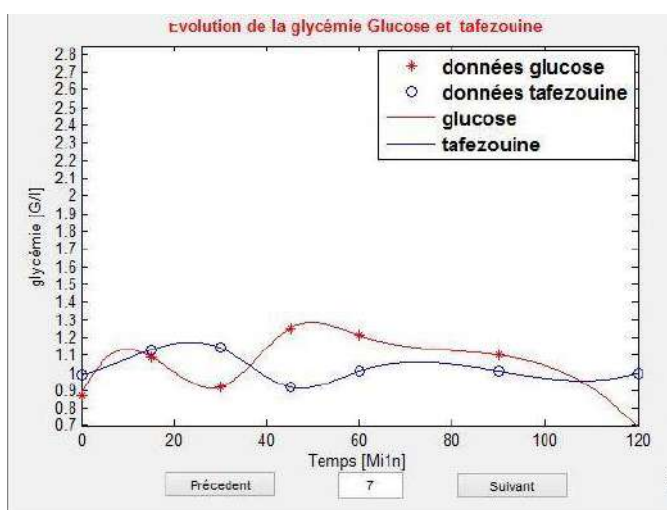
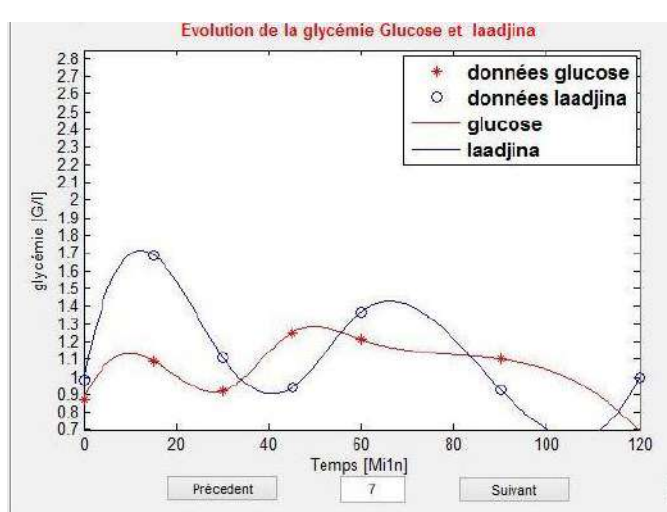
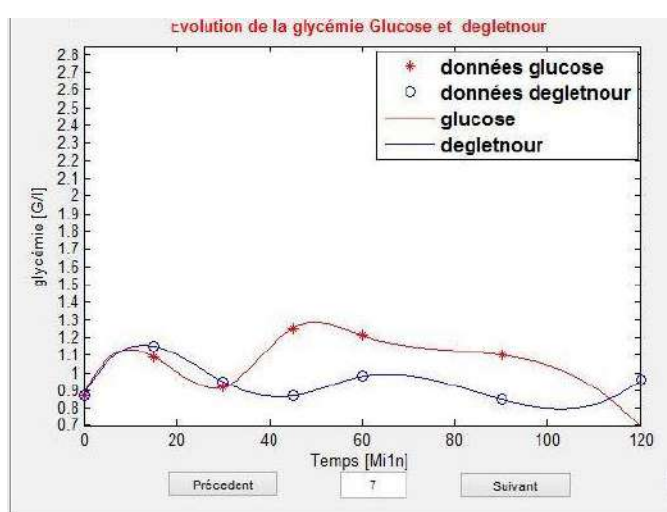
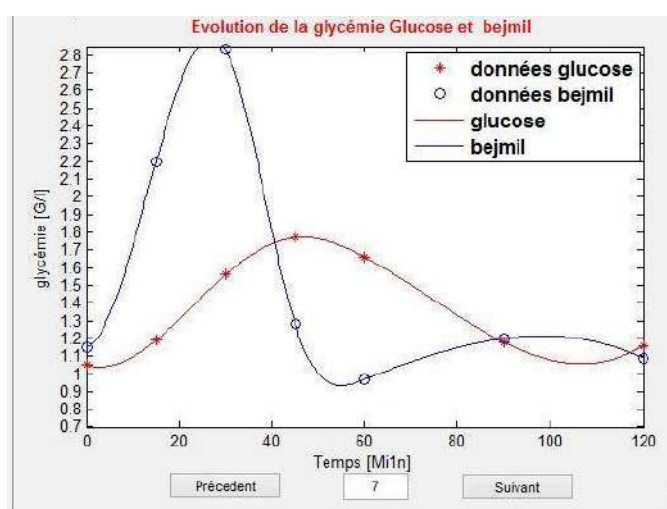
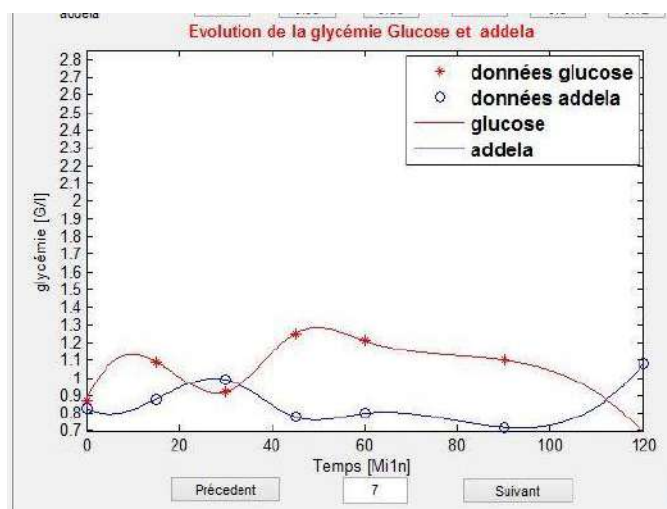
Evolution de la glycémie chez le 4^{ème} volontaire après l'ingestion de l'aliment de référence et celle de l'aliment test (les six cultivars)



Evolution de la glycémie chez le 5^{ème} volontaire après l'ingestion de l'aliment de référence et celle de l'aliment test (les six cultivars)



Evolution de la glycémie chez le 6^{ème} volontaire après l'ingestion de l'aliment de référence et celle de l'aliment test (les six cultivars)



Evolution de la glycémie chez le 7^{ème} volontaire après l'ingestion de l'aliment de référence et celle de l'aliment test (les six cultivars)