

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب
Université –Ain Témouchent- Belhadj Bouchaib
Faculté des Sciences et de Technologie
Département de Biologie



Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention du diplôme de Master en : Biochimie
Domaine : Sciences de la nature et de la vie
Filière : Biologie
Spécialité : Biochimie

Thème

**Alternatives naturelles au sucre blanc à partir des dattes et
betterave
(Procédés d'extraction et évaluation nutritionnelles)**

Présenté Par :

- 1) Melle DERBAL Ismahane
- 2) Melle MEBARKI Fatiha Ahlem
- 3) Mme GOUHOMRANI Mirieme

Devant le jury composé de :

Dr BENNABI Farid	MCA	UAT.B. B	(Ain Témouchent)	Président
Dr YAZZIT SIDI Mohamed	MCA	UAT.B. B	(Ain Témouchent)	Encadrant
Dr KHOLKHAL Fatima	MCB	UAT.B. B	(Ain Témouchent)	Examinatrice

Année Universitaire 2023/2024

Dédicace

Avec l'aide de Dieu, j'ai pu réaliser ce modeste travail

Que Je dédie

*A mes chères parentes ; A mon père et à ma mère qui sont fourni pour moi
tous ce qui est impossible pour ma réussite ; et qui m'ont donné la tendresse,
la confiance, le courage et la sécurité.*

*A mes soeurs et à mon seul frère. Et toute ma famille DERBAL et KHALIL
qui m'encouragées.*

A tous les collègues de la promo de biochimie

*Et à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce
modeste travail.*

Ismahane

Dédicace

Tout d'abord, je suis la grâce à dieu, et je dédie ce travail :

Pour mes chers proches :

Ma mère, image de sacrifices de tendresse et d'affection, qui m'a toujours soutenu.

A mon père très cher qui jamais cessé de me fournir tout ce dont j'ai besoin pour mener ce travail.

« A ma sœur et à mes frères » Qui m'ont poussé continuer.

Pour toute ma famille « Mebarki » que je salue de cette tribune.

Ahlem

Dédicace

Je dédie cet humble acte d'amour profond :

*A cette qui m'a nourri de tendresse et d'espoir, à la source de l'amour
Intransférable, à la mère des sentiments fragiles qui m'a béni avec ça*

Prières... ma mère

A mon soutien dans ma vie qui m'a appris, soutenu et guidé

Vers la gloire... père

A mes chers frères

A mon mari qui m'a soutenu depuis le début de l'année,

A toute ma famille élargie

A mes meilleures amies

Mirieme

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 meilleures conditions.

Nous premiers remerciements s'adressent à notre encadrent, Monsieur YAZZIT SIDI Mohamed, maître de conférences A du département des Sciences Biologiques, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Belhadj bouchaib, Ain Témouchent.

Nous lui attestons notre gratitude pour son encadrement, ses encouragements, ses conseils, ses orientations et sa patience.

Nous remercions Monsieur **BENNABI Farid**, maître de conférences A du Département des Sciences Biologiques, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Belhadj bouchaib, Ain Témouchent. d'avoir accepté de présider ce jury.

Nous remercions Mme **KHOLKHAL Fatima** maître de conférences B du Département des Sciences Biologiques à l'Université Belhadj bouchaib, Ain Témouchent. Pour avoir accepté d'examiner ce travail.

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

Nous remerciements sont adressés également à tout le personnel du laboratoire pédagogique du département SNV.

Nous remerciements tous les enseignants du département des SNV, Université Belhadj bouchaib Ain Témouchent, pour les informations dans notre étude, et en particulier les enseignants de biochimie.

Sommaire

Liste d'abréviation	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Résumé	
Introduction	1
synthèse bibliographique	2
Matériel et méthodes	6
1. Matériel végétal	6
1.1 Dattes	6
1.1.1 Choix des dattes	6
1.1.2 Choix de betterave	8
2. Les procédés de préparation de sirop à partir des dattes et betterave	8
2.1 Préparation des échantillons	10
2.2 Rendement de l'extraction	10
3. Analyse sensorielle	10
3.1 Test hédonique	10
3.2 Test descriptif	10
3.3 Test de comparative :	11
4. Analyses biochimiques	12
4.1 Dosage colorimétrique des sucres totaux par la méthode de Dubois et al (1956)	12
4.1.1 Préparation de solution de glucose	13
4.1.2 Préparation de solution d'échantillon (sirop de datte et betterave)	14
4.2 Mise en évidence des sucres réducteurs par la liqueur de Fehling	15
4.2.1 Protocole pour la solution diluée de glucose	15
4.2.2 Protocole pour l'échantillon (sirop de datte et betterave)	16
5. Détermination de l'index glycémique	17
5.1 Recrutement des volontaires	17
5.2 Préparation de la solution de référence (solution de glucose)	18
5.3 Préparation de l'aliment test aliment de référence	18
5.4 Mesure de la glycémie	18
5.5 Déroulement des tests	18
5.6 Calcul d'index glycémique	19
5.7 Calcul de charge glycémique	19
6. Analyse statistique	20
Résultats et interprétation	21
7. Rendement	21

8. Analyse sensorielle	21
8.1 Test hédonique	21
8.2 Teste descriptif	22
8.2.1 La texture.....	23
8.2.2 L'odeur	23
8.2.3 La saveur	24
8.2.4 La couleur.....	25
8.3 Teste comparatif.....	26
8.3.1 Le goût.....	26
8.3.2 La texture.....	27
8.3.3 La couleur.....	28
9. Analyse physico-chimique	29
9.1 Teneur en sucres totaux	29
9.2 Mise en évidence la présence de sucres réducteur	30
10. Index glycémique et la charge glycémique	31
Discussion	35
Conclusion	38
Référence bibliographique	39
Annexes	44

Liste des abréviations

OMC	L'organisation mondiale de la santé
H₂SO₄	Acide sulfurique à 96 %
C₁₂H₂₂O₁₁	Saccharose cristallisé
HMF	Hydroxyméthylfufural
SM	Solution Mère
Cu²⁺	L'ion cuivrique
H₂O	L'eau
CO₂	Dioxyde de carbone
C	Carbone
IG	Index glycémique
CG	Charge glycémique
TG	Teneur en Glucides
DN	Deglet Nour
TNT	Tantboucht
HM	Hmira
BR	Betterave rouge
A	Absorbance

Liste des tableaux

Tableau 1 : Matériel et les produits utilisés dans laboratoire
Tableau 2: Rendement
Tableau 3: les valeurs de test hédonique
Tableau 4: les valeurs de test descriptif (texture).....
Tableau 5 : Les valeurs de test descriptif (odeur)
Tableau 6 : valeurs de test descriptif (saveur)
Tableau 7: Valeurs de test descriptif (couleur)
Tableau 8: Valeurs de test comparatif (le gout)
Tableau 9 : Valeurs de test comparatif (la texture)
Tableau 10 : Valeurs de test comparatif (la couleur).....
Tableau 11: Teneur de sucres totaux
Tableau 12 : Les concentrations des sirop étudiées
Tableau 13: Teneur de sucre réducteur.....
Tableau 14 : Index glycémique
Tableau 15: La charge glycémique

Liste des figures

Figure 1 : betterave rouge et les trois choix des dattes (deglet nour, tantboucht, hmira)	
Figure 2 : Deglet-Nour.....	
Figure 3 : Tantboucht.....	
Figure 4 : Hmira	
Figure 5 : Betterave rouge	
Figure 6 : les étapes d'extraction de sucre à partir de betterave rouge et les dattes	
Figure 7 : Solution mère de glucose	
Figure 8 : A : le mélange préparé, B : phénol à 5 %, C : acide sulfurique à 96 %	
Figure 9 : Bain-marie, Spectrophotomètres UV visible	
Figure 10 : Préparation de l'échantillon	
Figure 11 : Préparation de dosage	
Figure 12 : les tubes dans bain-marie	
Figure 13 : Les solutions de Fehling (solution A et B).....	
Figure 14 : Etapes de formation des sucres réducteurs par la liqueur de Fehling.....	
Figure 15 : le sucre réducteur sur les quatre tubes	
Figure 16 : Appareil glucomètre (BIONIME GM550).....	
Figure 17 : Calcul d'index glycémique	
Figure 18 : Test hédonique par 60 volontaires	
Figure 19 : Test descriptif par 20 volontaires (texture)	
Figure 20 : Test descriptif par 20 volontaires (odeur)	
Figure 21 : Test descriptif par 20 volontaires (saveur)	
Figure 22 : Test descriptif par 20 volontaires (couleur)	
Figure 23 : Test comparatif (le gout)	
Figure 24 : Test comparatif (la texture)	
Figure 25 : Test comparatif (la couleur)	
Figure 26 : Courbe d'étalonnage des sucres totaux	
Figure 27 : les concentrations des sirops en g/l.....	
Figure 28 : Courbes d'évolution de glycémie après ingestion de Deglet Nour	
Figure 29 : Courbes d'évolution de glycémie après ingestion de Tantboucht	
Figure 30 : Courbes d'évolution de glycémie après ingestion de Hmira	
Figure 31 : Courbes d'évolution de glycémie après ingestion de betterave rouge	
Figure 32 : Index glycémique des sirops étudiés	
Figure 33 : Charge glycémique des sirops étudiés.....	

Résumé

Après l'émergence de maladies chroniques résultant d'une consommation excessive de sucre blanc, notre objectif est devenu de rechercher et de mener des études sur des alternatives naturelles et saines à sa consommation afin de réduire l'incidence des maladies. Nous avons choisi trois types différents des dattes et de betterave, qui sont considérées comme des alternatives saines aux sucres ajoutés en raison de leurs propriétés nutritionnelles, notamment : les fibres alimentaires, les polyphénols et les minéraux. D'après les analyses sensorielles, physico-chimiques et index glycémiques, le sirop de datte diffère du sirop de betterave rouge en termes de texture, le goût et la couleur. Les analyses physico-chimiques ont montré que la teneur totale en sucres des dattes et du sirop de betterave varie de 40 à 88 %, et qu'ils sont également riches en sucres réducteurs. L'index glycémique se situe entre 24 à 57. Les aliments à IG bas sont le deglet nour, tantboucht et betterave rouge, tandis que l'hmira est classé à IG modéré. Et celui de charge glycémique les sirops présentent des CG faible entre 2,4 à 3,3. Le sirop de datte et de betterave rouge est donc l'une des meilleures alternatives saines au sucre blanc.

Mots clés : alternative, datte, betterave rouge, index glycémique, sucre blanc.

Abstract

After the emergence of chronic diseases resulting from excessive consumption of white sugar, our goal became to research and conduct studies on natural and healthy alternatives to its consumption in order to reduce the incidence of diseases. We chose three different types of dates and beets, which are considered healthy alternatives to added sugars due to their nutritional properties, including: dietary fiber, polyphenols and minerals. According to sensory, biochemical and glycemic index analyses, date syrup differs from beetroot syrup in terms of texture, taste and color. Physic-chemical analyses have shown that the total sugar content of dates and beet syrup varies from 40 to 88 %, and that they are also rich in reducing sugars. The glycemic index is between 24 to 57. Low GI foods are deglet nour, tantboucht and red beetroot, while hmira is classified as moderate GI. And that of glycemic load the syrups have low CG between 2.4 to 3.3. Date and beetroot syrup is therefore one of the best healthy alternatives to white sugar.

Key words: alternative, date, red beet, glycemic index, white sugar.

ملخص

بعد ظهور الأمراض المزمنة الناتجة عن الإفراط في تناول السكر الأبيض، أصبح هدفنا هو البحث وإجراء الدراسات حول البدائل الطبيعية والصحية لاستهلاكه من أجل تقليل الإصابة بالأمراض. لقد اخترنا ثلاثة أنواع مختلفة من التمر والبنجر، والتي تعتبر بدائل صحية للسكريات المضافة بسبب خصائصها الغذائية، بما في ذلك: الألياف الغذائية والبوليفينول والمعادن. وبحسب التحليلات الحسية والكيميائية الحيوية والمؤشر الجلايسيمي، فإن شراب التمر يختلف عن شراب الشمندر من حيث الملمس والطعم واللون. أظهرت التحاليل الفيزيائية والكيميائية أن إجمالي محتوى السكر في التمر وشراب البنجر يتراوح من 40 إلى 88 %، كما أنهما غنيان بالسكريات المنخفضة. يتراوح مؤشر نسبة السكر في الدم بين 24 إلى 57. الأطعمة ذات المؤشر الجلايسيمي المنخفض هي دقلة نور، الطنبوشة والشمندر الأحمر، بينما تصنف الحميرا على أنها ذات مؤشر جلايسيمي معتدل. أما بالنسبة للحمل نسبة السكر في الدم فإن الشراب يحتوي على حمل نسبة السكر في الدم منخفض بين 2.4 إلى 3.3. ولذلك يعتبر شراب التمر والشمندر من أفضل البدائل الصحية للسكر الأبيض.

كلمات المفتاحية: بدائل، التمر، الشمندر، مؤشر نسبة السكر في الدم، السكر الأبيض.

Introduction

Introduction

Une alimentation déséquilibrée, riche en gras, en sel, ainsi qu'un apport excessif en calories figure parmi les principaux facteurs de risque de maladies chroniques telles que les maladies cardiovasculaires et l'hypertension, le diabète, certaines formes de cancer et de surpoids (OMS, 2015). La consommation excessive du sucre, particulièrement sous forme de boissons sucrées, est associée souvent aux maladies citées avant (Kellera et al., 2015 et Te morengal et al., 2013). L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) a publié en 2015 des cibles visant à établir des programmes et politiques publiques afin adopter une alimentation saine (OMS, 2015). Un nombre croissant de gouvernements et d'instances de sante publique à travers le monde élaborent et mettent en place des mesures ciblant principalement une diminution de la consommation des sucres et particulièrement les boissons sucrées. (WCRFI, 2015).

L'objectif de ce travail est l'évaluation nutritionnelle et sensorielle comparative des sirops extrait à partir de trois variétés des dattes et de la betterave. Pour ce faire nous passons par plusieurs étapes :

1. Extraction des sirops des dattes et de la betterave par une méthode traditionnelle
2. Réalisation des tests sensoriels auprès des panels choisis aléatoirement
3. Réalisation des analyses physico-chimique (sucres totaux et sucres réducteurs)
4. Détermination de l'index glycémique de chaque échantillon.

Synthèse bibliographique

Le sucre est présent dans de nombreux aliments, soit parce qu'on l'y retrouve naturellement, soit parce qu'il y est ajouté. Le sucre est une source d'énergie (en calories). Il est souvent ajouté aux aliments transformés pour rehausser leur saveur, améliorer leur apparence et leur texture ainsi qu'augmenter leur durée de conservation. **(Guy-Grand, 2008)**.

Certains aliments qui contiennent naturellement du sucre, comme les légumes et fruits et le lait, font partie intégrante d'une saine alimentation, car ils contiennent également des éléments nutritifs essentiels. Bien d'autres présentent plutôt des sucres libres, soit des sucres artificiels ou naturels comme ceux présents dans le miel, les sirops, les jus de fruits et les purées. Les sucres libres, aussi appelés sucres ajoutés, ont une valeur nutritive faible ou nulle. **(Guy-Grand, 2008)**.

Les glucides alors sont des macromolécules biologiques ayant plusieurs fonctions différentes. Ils jouent un rôle important en tant que source d'énergie et représentent une forme de stockage d'énergie dans les cellules. Dans sa forme la plus simple, le sucre, ou plus généralement les glucides, dont le mot anglais carbohydate signifie «carbone hydraté», est constitué d'un anneau contenant six atomes de carbone (C), chacun lié à une molécule d'eau (H₂O). Cette substance provient de la photosynthèse des plantes, en utilisant de l'eau et du dioxyde de carbone (CO₂). **(Martine Champ, 2018)**.

On peut classer la famille des glucides en glucides simples-également connus sous le nom de sucres simples (mono-et disaccharides, ainsi que polyols), en glucides à chaîne courte (oligosaccharides) et en glucides complexes (amidon et fibres). Cependant, le mot sucre est généralement utilisé sans précision pour désigner les mono-et disaccharides. Dans la suite de ces travaux, nous utiliserons le mot "sucre" pour désigner les sucres simples (à l'exception des polyols). **(Cummings et Stephen, 2007)**.

Le sucre de table est formé presque exclusivement saccharose cristallisé avec la formule C₁₂H₂₂O₁₁ ce qui lui confère un goût sucré, et qui peut s'hydrolyser selon les conditions en d'autres composés glucidiques aux pouvoirs sucrants inégaux : le glucose et le fructose.

Le saccharose est extrait principalement de la canne à sucre et dans une moindre mesure d'autres plantes comme la betterave sucrière. **(Stratulat, 2023)**.

La canne à sucre aurait d'abord été domestiquée en nouvelle Guinée vers 8000 Av.j.C, deux millénaire plus tard aux Philippines, en Indonésie et en Inde, vers 400 et 300 Av.J.C les indiens ont été les premiers à produire et à extraire du sucre proprement dite. **(Flandrin, 1996).**

En Algérie le domaine de sucre est née en 1966 par la production et la transformation de la betterave sucrière, puis par le raffinage de sucre roux d'importation à partir de 1970. **(Benzoha, 2018).**

Au fil du temps, plusieurs problèmes et contraintes techno-économiques sont apparus, ce qui a conduit à la suspension de la production de sucre en 1982. **(Benzoha, 2015)**

En 1993, l'État a procédé à une série de réformes économiques, notamment la privatisation des raffineries publiques de sucre et leur mise en service en 2002. **(Benzoha, 2015).**

Grâce à l'importation de matières premières, l'Algérie est devenue un pôle régional en matière de raffinage de sucre roux. **(Benzoha, 2015).**

Les sucres possèdent diverses caractéristiques, telles que la couleur, la saveur, le goût et la grosseur des cristaux. Les différentes caractéristiques du sucre lui permettent d'exercer des fonctions spécifiques dans les aliments, en plus de leur donner un goût sucré. Il y a différents types de sucre Sucre brut **(Payne, 1982)**, Sucre blanc ou raffiné **(Seguí et al., 2015)**. Sucre cristallisé (sucre cristal), Sucre en poudre, Sucre en morceaux, Sucre glace, sucre roux, ect.

La consommation des sucres entraîne une augmentation de la Glycémie cette dernière représente la concentration du glucose dans le sang qui varie de 3,90 à 5,50 Mmol/L à jeun, soit 0,70 à 1,10 g/L chez un individu sain. Selon **(Faure, 2013)**, ce taux doit rester constant au biais d'un système de régulation qui est un processus associé à la production de deux hormones par le pancréas. Le glucagon et l'insuline qui sont des hormones antagonistes. **(David, 2011).**

L'insuline joue un rôle essentiel dans le cycle du glucose en tant qu'hormone polypeptidique, hypoglycémiant, le rôle de cette hormone est de maintenir la glycémie constante dont favorise la conversion de l'excédent du glucose en glycogène, qui constitue notre réserve de glucides au niveau du foie et des muscles, ou bien converti en triglycérides et stocké dans les adipocytes en cas de consommation excessive. La glycogénèse est le phénomène de synthèse du glycogène, tandis que la lipogénèse est la synthèse des triglycérides. Le glucagon est une substance qui augmente la glycémie produite par le pancréas. Il a pour fonction de favoriser la transformation du glycogène en glucose. Ces effets combinés jouent un rôle crucial dans le

maintien de l'équilibre glucidique et le bon fonctionnement du métabolisme énergétique. **(David, 2011).**

La classification des aliments sucrés tels que les dattes et la betterave était basée sur la nature de leurs sucres simples et complexes. Cependant, cette classification a été remplacée par la notion d'index glycémique et de charge glycémique. L'index glycémique est une méthode qui permet de classer les divers aliments contenant des glucides en fonction de leur capacité à influencer la glycémie après leur consommation. Elle montre que les alimentations à faible IG contribuent à prévenir le diabète tardif et d'autres affections **(Wolever, 2008 et David, 2011).**

La quantité des glucides d'un aliment est incluse dans la CG en fonction de son index glycémique. Le groupe épidémiologique du Pr. Walter Willette a élaboré cette méthode afin d'obtenir une valeur d'exposition à la glycémie lors de l'apport alimentaire d'un jour.

(Monro, 2002)

Les sucres raffinés sont à l'origine des pics d'insuline et cause de son index glycémique élevée qui favorisent le développement de certaines maladies, de ce fait des études actuelles s'appuient sur la recherche des alternatives au sucre blanc que ce soit pour des raisons de santé, comme réduire les calories ou gérer la glycémie, ou simplement pour explorer des goûts différents.

Les sources naturelles des sucres telles que les dattes et la betterave sont des bonnes alternatives des sucres ajoutés, et ont des intérêts nutritifs et diététiques grâce à la présence de certains composés tels que les fibres alimentaires, les polyphénols et les minéraux (potassium, magnésium, sodium) qui ont des propriétés nutritionnelles et biologiques. **(Rock et al., 2009).**

Le sirop des dattes est un édulcorant naturel obtenu à partir des dattes. Il est liquide et extrêmement concentré, ce qui en fait un produit naturel **(Munier, 1973)**. Le sirop de dattes peut être préparé à partir de toutes les variétés de dattes de qualité secondaire, principalement des dattes de qualité supérieure. **(Munier, 1973 et EL-Ogaidi, 1987)**. Il renferme des proportions pratiquement équivalentes de glucose et de fructose, ainsi qu'une faible quantité de saccharose, qui peut être converti en sucres simples lors de l'extraction en raison de l'effet thermique et acide du milieu. **(EL-Ogaidi, 1987).**

Les sirops des dattes sont principalement composés d'un mélange de sucres qui présentent différentes caractéristiques, mais qui ont en général la même valeur énergétique sur le plan alimentaire. La composition biochimique du sirop de dattes est généralement réduite à 70 à 75 % de Brix, ce qui lui permet de se conserver plus de deux ans sans risque d'altération. Il

contient également une teneur en eau de 12 à 25 % du poids frais, ainsi qu'une teneur élevée en sucres totaux (≥ 80 %), dont la majorité est sous forme de sucres réducteurs. Les éléments minéraux, les protéines sont présentes en faibles quantités de 0-2 % et les fibres solubles (pectines) de 1-4 % (**Mimouni, 2009**). Cette composition offre le sirop des dattes un intérêt nutritionnel très important dont il participe à la lutte contre plusieurs pathologies comme l'anémie, maux de gorge, broncho-pulmonaires, ect. (**Ben abbas, 2011**).

La betterave est riche en nitrate, un composé qui a des avantages pour la santé cardiovasculaire (**Vieira Teixeira da Silva et al., 2019**). En effet, le nitrate accroît la sécrétion d'acide nitrique (NO), ce qui pourrait prévenir certaines maladies comme l'hypertension, mais aussi favoriser la dégradation de certains parasites et de cellules tumorales (**Baião, 2017 ; Vieira Teixeira da Silva, 2019**).

La betterave contient également des polyphénols tels que l'acide gallique, un acide hydroxycinnamique traditionnellement présent dans les fruits tropicaux, et la quercétine, une substance de la famille des flavonols. (**Singh et al., 2016**).

Les consommateurs optent pour des aliments de meilleure qualité nutritionnelle et sensorielle (**Pawlowska et al., 2018**). Pour cela parmi les analyses utilisées dans le domaine d'agroalimentaire pour évaluer la qualité nutritionnelle des aliments c'est L'analyse sensorielle ou évaluation sensorielle qui permet de définir, mesurer, analyser et interpréter les caractéristiques d'un produit perçues par l'intermédiaire des organes des sens, c'est-à-dire ses propriétés gustatives, olfactives, visuelles, auditives et tactiles. Certaines normes définissent simplement l'analyse sensorielle comme suit : examen des propriétés organoleptiques d'un produit par les organes des sens. Dans ce cadre, l'homme, appelé juge ou panel, (**MacLeod et al., 1986**). L'analyse sensorielle permet par exemple d'évaluer l'effet d'un ingrédient, du procédé de fabrication ou des conditions de conservation sur les propriétés sensorielles du produit. Elle permet également de comparer les propriétés sensorielles des produits en cours de développement avec celles des produits concurrents et permet en outre de mieux comprendre les préférences des consommateurs. Dans la pratique, l'analyse sensorielle repose sur l'organisation de séances d'évaluation avec un panel, où les sujets ont un niveau de connaissance de l'univers produit et/ou de la méthode employée plus ou moins développé en fonction de la tâche à réaliser.

Les épreuves analytiques sont destinées à mettre en évidence des différences entre produits ou à décrire les propriétés sensorielles des produits, abstraction faite du sentiment de satisfaction ou au contraire de déplaisir qu'ils peuvent procurer (**Delvaux, 1992**).

Les épreuves analytiques se subdivisent en types, Les épreuves discriminatives (discriminative tests, différence tests) visent à détecter la présence ou l'absence de différences sensorielles globales entre des produits, Les épreuves de descriptions visent à établir un profil sensoriel complet d'un ou de plusieurs (**Barthélémy et al., 1990**), Les épreuves hédoniques doivent tenir compte de ce fait ; elles concernent l'étude des préférences et des aversions des consommateurs, des utilisateurs ou des clients (**Delvaux, 1992**).

Matériel et méthodes

Matériel et méthodes

1 Matériel végétal

Notre choix a été porté sur de trois variétés des dattes et la betterave rouge



Figure 1 : betterave rouge et les trois choix des dattes (deglet noir, tantboucht, hmira)

1.1 Dattes

1.1.1 Choix des dattes

Dans cette étude nous avons utilisé trois variétés des dattes qui sont : Deglet Nour, Tantboucht et Hmira, Elle est très commune dans le Sud de l'Algérie.

❖ Deglet Nour

Toutes les palmeraies du Sud-Est algérien sont très riches en Deglet-Nour, Il fait partie de la famille des dattes fines. Le cultivar le plus vendu est Deglet-Nour.

D'origine : Biskra.

Le cultivar Deglet-Nour se distingue par sa maturité tardive, qui se produit en octobre ou en novembre.

❖ **Caractéristiques morphologiques des dattes Deglet-Nour**

- Forme : ovoïde
- Texture : fibreuse
- Couleur : ambrée
- Taille moyenne de la datte : 4,2cm
- Diamètre intérieur de la datte : 2,5cm
- Poids moyenne de la datte : 13g
- Poids moyenne de noyau : 2g
- Rapport (poids noyau/poids datte) : 0,16
- Poids de 10 dattes : 111g
- Nombre de datte dans 100 g : 9



Figure 2 : Deglet-Nour

❖ **Tantboucht**

Tantboucht est une variété datte de couleur noire distingue par stade de maturité au octobre.

D'origine : D'oued Souf

❖ **Caractéristiques morphologiques des dattes tantboucht**

- Forme : ronde
- Texture : fibreuse
- Couleur : noir
- Taille moyenne de la datte : 3 cm
- Diamètre intérieur de la datte : 1,5 cm
- Poids moyenne de la datte : 12 g
- Poids moyenne de noyau : 1 g
- Rapport (poids noyau/poids datte) : 0,08
- Poids de 10 dattes : 92 g
- Nombre de datte dans 100g : 11



Figure 3 : Tantboucht

❖ **Hmira**

Est une variété des dattes de couleur rouge sa maturité commence de septembre jusqu'à octobre.

D'origine : Adrar

❖ **Caractéristiques morphologiques de datte Hmira**

- Forme : ovoïde
- Texture : fibreuse
- Couleur : Marron
- Taille moyane de la datte : 3,5 cm
- Diamètre intérieur de la datte : 2,5 cm
- Poids moyane de la datte : 9 g
- Poids moyane de noyau : 1 g
- Rapport (poids noyau/poids datte) : 0,11
- Poids de 10 dattes : 80,9 g
- Nombre datte dans 100 g : 14



Figure 4 : Hmira

1.1.2 Choix de betterave

❖ **Betteraves potagères (betterave rouge)**

Est une variété de betterave de couleur rouge sa maturité commence :

- Période : variétés hâtives : semis début février–récolte mai
- Semis : avril mai récolte en été
- Semis août récolte en hiver (décembre janvier)

❖ **Caractéristiques morphologiques de betterave rouge**

- Forme : ronde
- Texture : rigide
- Couleur : violet, rouge
- Taille moyenne de betterave : 6 cm
- Diamètre intérieur de betterave : 5 cm
- Poids moyenne de betterave : 107 g à 148 g



Figure 5 : Betterave rouge

2 Les procédés de préparation de sirop à partir des dattes et betterave

2.1 Préparation des échantillons :

La préparation des sirops de dattes et de la betterave été réalisée à la maison en utilisant une méthode traditionnelle.

➤ Mode opératoire

- ✓ Les dattes et la betterave ont été utilisées après un lavage par de l'eau de robinet, environ 1000 g d'échantillon (dattes ou betteraves) était coupé en gros morceaux et mis dans une casserole et suffisamment d'eau.
- ✓ Laisser sur feu moyen (première cuisson).
- ✓ Ensuite, nous le laissons bouillir et le filtrons avec un chiffon.
- ✓ Le liquide est laissé cuire à nouveau jusqu'à l'obtention d'un sirop (deuxième cuisson).
- ✓ Il a été ensuite conservé dans des récipients en verre et conservé à froid.

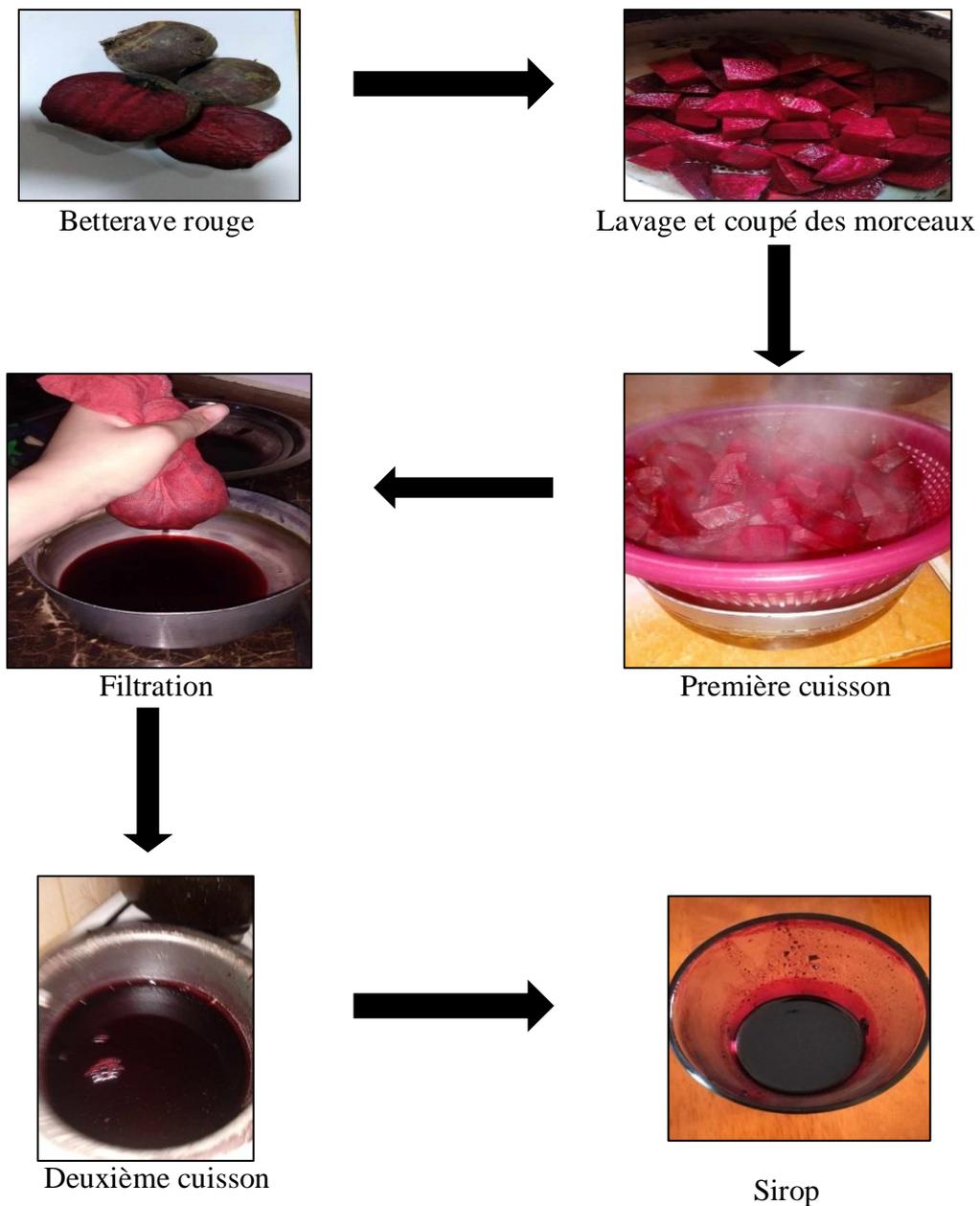


Figure 6 : les étapes d'extraction de sucre à partir de betterave rouge

(Les mêmes étapes pour les dattes)

2.2 Rendement de l'extraction

Détermination de rendement : Le rendement est la Production évaluée par rapport à une norme, à une unité de mesure, et déterminer par la relation suivant **(Belyagoubi, 2012)** :

$$\text{Rendement \%} = \frac{M2 \times 100}{M1}$$

Où : M1 : la masse initiale de datte.

M2 : la masse finale de sirop.

3 Analyse sensorielle

Cela englobe l'analyse visuelle, olfactive et gustative des sirops fabriqués. Elle revêt une grande importance pour évaluer la qualité gustative des produits. Les tests de dégustation offrent la possibilité d'obtenir une impression précise immédiatement, en regroupant l'impact de chaque composant du produit, en prenant en considération les interactions entre ces différents composants **(Multon, 1992)**.

Cette analyse a été réalisée en utilisant trois tests : hédonique, descriptif et comparative. Ces tests ont été réalisé par des panels naïfs sain, non-fumeur et dans des conditions contrôlée (éclairage suffisant, calme, loin de bruit et tous facteurs peuvent influencer les organes de sens).

3.1 Test hédonique

La préférence des sirops, selon le test consommateur, effectué par 60 individus volontaires, âge différentes (18-57 ans). L'évaluation a été structurée sur une échelle numérique allant de 1 à 4 (1 : non apprécier ; 2 : acceptable ; 3 : bon ; 4 : trop bon) selon une fiche établie. **(Voir annexe 1)**.

3.2 Test descriptif

Le panel sensoriel est composé de 20 personnes des deux sexes (femmes et hommes) dont l'âge est compris entre 18 et 57 ans et sont habitués à la consommation des sirops de datte. Le produit a été donné à chaque individu dans un ordre aléatoire et l'un à la suite de l'autre chacun des échantillons. Les sirops ont été soumis à l'appréciation conformément à une fiche sur laquelle sont inscrites les annotations suivantes : texture, goût, odeur et couleur.

La couleur est évaluée par rapport à l'appréciation visuelle de l'état de brunissement, le goût : sucré, très sucré, extra sucré. L'odeur par test de sensation olfactive pour caractériser la présence d'arômes et la texture de sirops est appréciée par rapport à leur consistance (farineux, visqueux, collant, lisse). **(Voir annexe 2).**

3.3 Test de comparative :

Test par 20 volontaires, âge différentes (18-57 ans), Le sujet reçoit deux échantillons (sirop A : Deglet Nour et sirop B : Tantbouchet).

But : déterminer l'existence d'une différence sur une caractéristique sensorielle ce test est comparé par rapport à la texture (pâteux, collant, visqueux), le gout (sucré) et la couleur. **(Voir annexe 3).**

4 Analyses biochimiques

4.1 Dosage colorimétrique des sucres totaux par la méthode de Dubois et al (1956)

➤ Matériel et les produits utilisés

Tableau 1 : Matériel et les produits utilisés dans laboratoire

Matériel	Produits utilisé
Burette graduée	Solution de sucre à tester (échantillon analyser)
Micropipette	Eau distillée
Béchers	Glucose anhydre
Erlenmeyers	Phénol
Éprouvettes graduée	Acide sulfurique (H ₂ SO ₄) à 96%
Entonnoirs	Liqueur de Fehling (solution A et B)
Fioles coniques, tubes à essai	
Balance de précision	
Barreau magnétique	
Agitateurs magnétiques	
Bain de marie	
Vortex	
Spectrophotomètres UV visible	
Glucomètre	
Pince en bois	
Pipettes graduées de 2 ml	
Poire à pipeter	
Une pissette de l'eau distillée	

➤ Principe

Sous l'action d'acides minéraux concentrés et à chaud, les hexoses et pentoses du milieu subissent une déshydratation interne poussée, suivie d'une cyclisation aboutissant à la formation de dérivés du furfural et 5-hydroxyméthylfufural, réagissant avec le phénol. La formation d'un complexe jaune-rouge permet de suivre la concentration en sucres totaux de l'échantillon en lisant l'absorbance à 485 nm.

➤ Mode opératoire

4.1.1 Préparation de solution de glucose

- ✓ Pour préparer une solution mère de glucose (SM) de concentration 0,2 g/l ajouter 0,5 g de glucose dans 250 ml d'eau distillée.

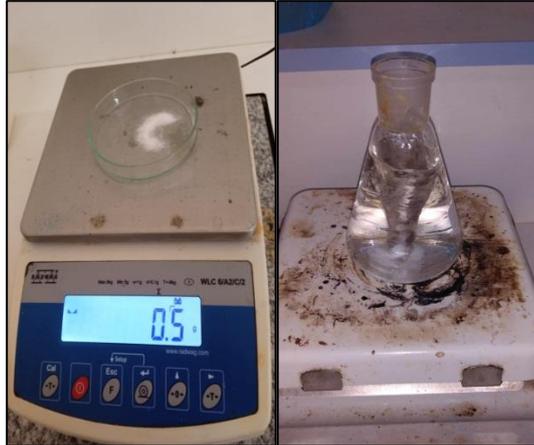


Figure 6 : Solution mère de glucose

- ✓ Préparation des solutions de différentes concentrations à partir de la solution mère (0,05 g/l, 0,10 g/l, 0,15 g/l, 0,20 g/l) chacune dans un tube.
- ✓ Dans chaque tube nous avons ajouté 1 ml de phénol à 5 % et 5 ml d'acide sulfurique à 96 %.

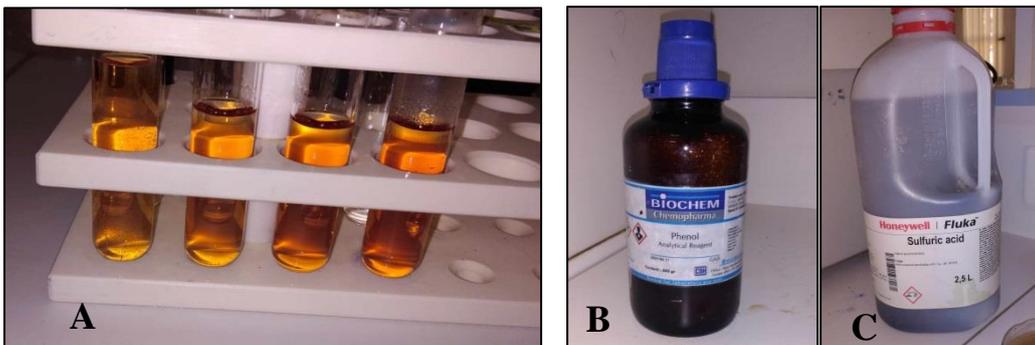


Figure 7 : A : le mélange préparé, B : phénol à 5 %, C : acide sulfurique à 96 %

- ✓ Les tubes ont été placés au bain-marie à 25-30°C pendant 20 minutes puis refroidis sous eau à 20°C et lecture de l'absorbance à 485 nm.



Figure 8 : Bain-marie, Spectrophotomètres UV visible

- ✓ A partir des valeurs d'absorbance en trace la courbe d'étalonnage.

4.1.2 Préparation de solution d'échantillon (sirop de datte et betterave)

- ✓ A 5 g de l'échantillon on ajoute 20 ml de l'eau distillé.



Figure 9 : Préparation de l'échantillon

- ✓ À partir de cette solution mère on prépare 4 tubes à essai de dilution, on prend 100 ml d'échantillon et 200 ml de l'eau distillé.
- ✓ A 2 ml de chaque essai (dilué), nous avons ajouté 1 ml de phénol à 5 % et 5 ml d'acide sulfurique (H₂SO₄).



Figure 10 : Préparation de dosage

- ✓ Ensuite, Les tubes sont placés au bain-marie à 25-30°C pendant 20 minutes puis refroidis sous eau à 20°C et lecture de l'absorbance à 485 nm.



Figure 11 : les tubes dans bain-marie

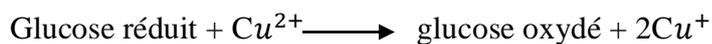
- ✓ Les teneurs sont déterminées en référence de la courbe d'étalonnage du glucose.

4.2 Mise en évidence des sucres réducteurs par la liqueur de Fehling

➤ Principe

Le complexe oxyde cuivrique acide est soluble en milieu basique et il est bleu. L'ion cuivrique (Cu^{2+}) est réduit en cuivreux (Cu^+) par la fonction aldéhyde ($-\text{C}=\text{O}$) des sucres réducteurs pour donner l'oxyde cuivreux (Cu_2O) qui est rouge et qui précipite.

Exemple pour le glucose



Cu_2O précipite avec une coloration rouge brique

➤ Mode opératoire

4.2.1 Protocole pour la solution diluée de glucose

- ✓ En ajoute 5 ml de solution A de Fehling avec 5 ml de solution B dans un tube à essai.



Figure 12 : Les solutions de Fehling (solution A et B)

- ✓ On prépare 1 de tube à essai de dilution de solution mère de glucose.
- ✓ On Chauffe le tube de solution de Fehling sur un Agitateur magnétique et Nous remplissons la burette graduée par notre échantillon et en l'ajoutent sur la solution préparer progressivement jusqu'à l'apparition de précipite rouge brique.

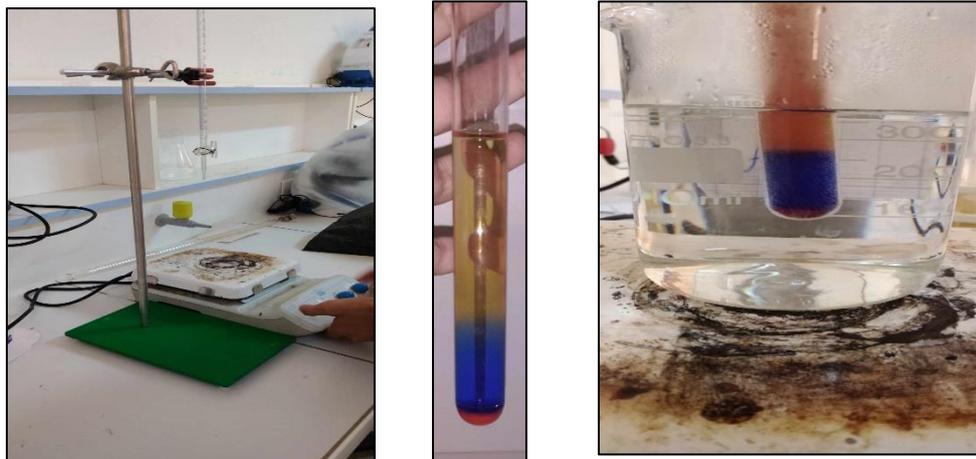


Figure 13 : Etapes de formation des sucres réducteurs par la liqueur de Fehling

4.2.2 Protocole pour l'échantillon (sirop de datte et betterave)

- ✓ On prépare 4 de tube à essai de dilution de l'échantillon (la solution de sucre à tester).
- ✓ On Chauffe le tube de solution de Fehling sur un Agitateur magnétique et Nous remplissons la burette graduée par notre échantillon et en l'ajoutent sur la solution préparer progressivement jusqu'à l'apparition de précipite rouge brique.



Figure 14 : le sucre réducteur sur les quatre tubes

5 Détermination de l'index glycémique

L'index glycémique (IG) d'un aliment est calculé en fonction d'une consommation glucidique standard. Il évalue, en fonction de la quantité de glucides, l'effet hyperglycémiant d'un aliment par rapport à un aliment de référence en utilisant le rapport suivant :

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

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

Cette méthode implique l'utilisation de volontaires qui sont soumis à des tests visant à évaluer leur taux de sucre dans le sang à jeun et après la journée, après avoir ingéré l'aliment de référence, à savoir le glucose (1^{ère} visite), ainsi que l'aliment test, à savoir le sirop de dattes (deglelet nour, hmira, tantboucht) et betterave rouge, à partir de la deuxième visite, et ce pendant 120 minutes.

5.1 Recrutement des volontaires

Deux femmes volontaires de 22 à 23 ans sont sélectionnées pour évaluer l'index glycémique de chaque échantillon de sirop de dattes et de betterave. ; ayant une glycémie à jeun supérieure à 6,1 Mmol/l (1,10 g/L). Les participantes sélectionnées pour les tests doivent prendre un repas pendant 12 heures la veille du test.

5.2 Préparation de la solution de référence (solution de glucose)

Le glucose est utilisé comme « aliment de référence » pour évaluer l'index glycémique. Les volontaires doivent consommer une dose de 10 g de sirop de glucose.

5.3 Préparation de l'aliment test aliment de référence

Consommation d'une quantité de sirop de betterave rouge et des dattes de cultivars différentes (deglet noir, tantboucht, hmira), qui représente 10 g de glucides.

5.4 Mesure de la glycémie

La glycémie est mesurée à l'aide d'un lecteur de glycémie (BIONIMEGM550), qui est équipé d'un stylo auto piqueur et de bandelettes pour mesurer la glycémie.



Figure 15 : Appareil glucomètre (BIONIME GM550)

5.5 Déroulement des tests

Les tests ont débuté à 08h00 avec une analyse sanguine de base et une mesure de la glycémie à jeun.

Une glycémie à jeun de 0,64 à 1,03 g/l et une glycémie postprandiale de 0,80 à 1,20 g/l suggèrent que le sujet n'est pas atteint de diabète, et son évolution de glycémie peut être utilisée pour évaluer l'index glycémique. Pendant 120 minutes, on évalue l'évolution de la glycémie à partir de l'ingestion de l'aliment de référence ou de l'aliment test pour chaque participant.

Au moins un jour d'intervalle entre un test et le suivant a été respecté pour la même personne.

5.6 Calcul d'index glycémique

L'index glycémique est défini comme la variation de l'aire sous la courbe causée par une consommation de 50 g d'hydrates de carbone d'un aliment spécifique, exprimée en pourcentage de la même quantité d'hydrates de carbone d'un aliment standard (glucose ou 50g de pain blanc) par le même individu (Schlienger, 2014).

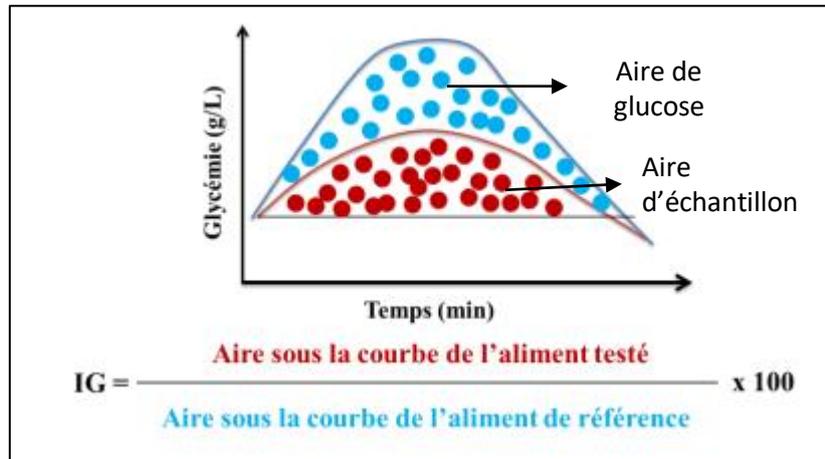


Figure 16 : Calcul d'index glycémique

5.7 Calcul de charge glycémique

Un aliment à fort IG consommé en très faible quantité n'a pas le même effet qu'un aliment à fort IG fortement consommé. C'est la raison pour laquelle la charge glycémique a été introduite, qui correspond à la combinaison de l'IG et de l'apport en glucides de l'aliment en question (Schlienger, 2014). On peut la calculer en utilisant la formule suivante :

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

CG : Charge Glycémique

IG : Index Glycémique

TG : Teneur en Glucides

6 Analyse statistique

Calculer la différence absolue entre ces deux pourcentages :

$$| P_A - P_B |$$

Calculer l'écart-type S des deux pourcentages :

$$S = \sqrt{PQ / n_A + PQ / n_B}$$

P et Q : proportions estimés sur l'ensemble de deux échantillon

$$P = X_A + X_B / n_A + n_B$$

Calculer l'écart-réduit z :

$$Z = | P_A - P_B | / S$$
$$z = \frac{| P_A - P_B |}{\sqrt{\frac{PQ}{n_A} + \frac{PQ}{n_B}}}$$

Si $z \geq 1,96$, différence statistiquement significative

Si $z \leq 1,96$, différence statistiquement non significative

Conditions d'application :

$$n_A P, n_A Q, n_B P \text{ et } n_B Q \geq 5$$

Résultats et interprétation

Résultats et interprétation

7 Rendement

Tableau 2 : Rendement

Echantillon	DN	TNT	HM
Rendement	40 %	51 %	43,2 %

Un faible rendement pour la betterave rouge

8 Analyse sensorielle

Cette analyse a été réalisée en utilisant 3 tests : hédonique, descriptif et comparatif.

On a travaillé avec 4 échantillon qui sont (sirop de datte Deglet Nour, Tantboucht, Hmira et sirop de Betterave rouge).

8.1 Test hédonique

Ce test était réalisé par 60 volontaires d'âge différentes [18ans-57ans], chaque échantillon avait un code (A, B, C, D) et le panel ne doit pas renseigner de la qualité de l'échantillon.

A : sirop de datte « Deglet Nour ».

B : sirop de datte « Tantboucht ».

C : sirop de datte « Hmira ».

D : sirop de betterave rouge

Tableau 3: les valeurs de test hédonique

	Non apprécier	Acceptable	Bon	Trop bon
A	0%	15%	45%	40%
B	0%	15%	36,66%	48,33%
C	3,33%	15%	58,33%	23,33%
D	25%	40%	30%	5%

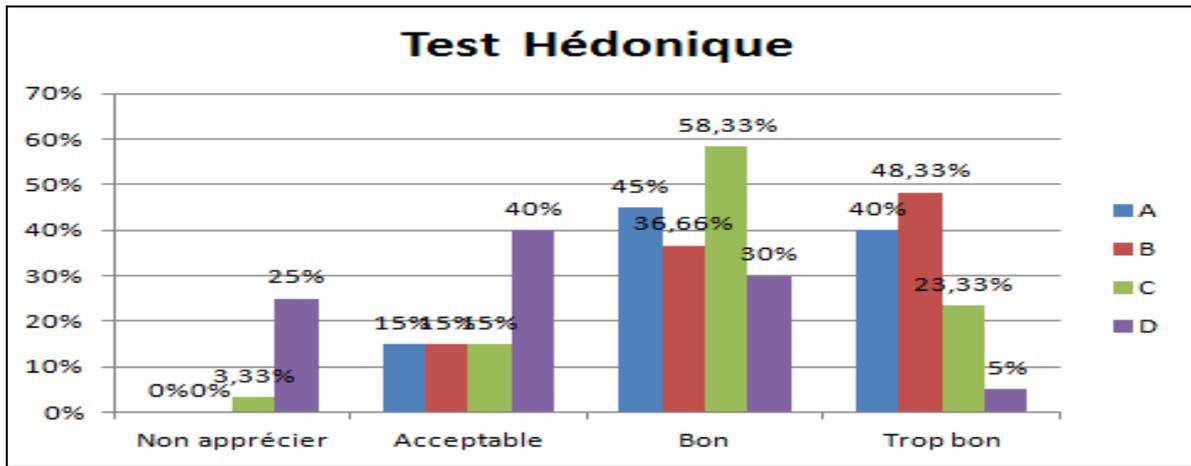


Figure 17 : Test hédonique par 60 volontaires

Ces résultats peuvent représenter une évaluation qualitative de différents échantillons :

Échantillon A (Deglet Nour) : 45 % des personnes trouvent que le sirop est bon cette différence est non significative par rapport à 40 % qui dit que très bon, et 15 % acceptable cette différence est significative en ce qui concerne aucune personne se trouve que non apprécié.

Échantillon B (Tantboucht) : 36,66 % représente les personnes qui voté sur bon cette différence est non significative par rapport à 48,33 % qui dit que très bon, 15 % sur acceptable cette différence est significative par aucune personne trouve l'échantillon non apprécié.

Échantillon C (Hmira) : 58,33 % des personnes ont sélectionné la case bon cette différence significative par rapport à 23,33 % qui dit que trop bon, 15 % acceptable cette différence est significative par rapport à 3,33 % qui dit que non apprécié.

Échantillon D (betterave rouge) : 40 % des personnes ont voté sur acceptable cette différence non significative par rapport à 30 % qui dit que bon, 25 % sur non apprécier cette différence est significative que 5 % personnes dit trop bon.

8.2 Teste descriptif :

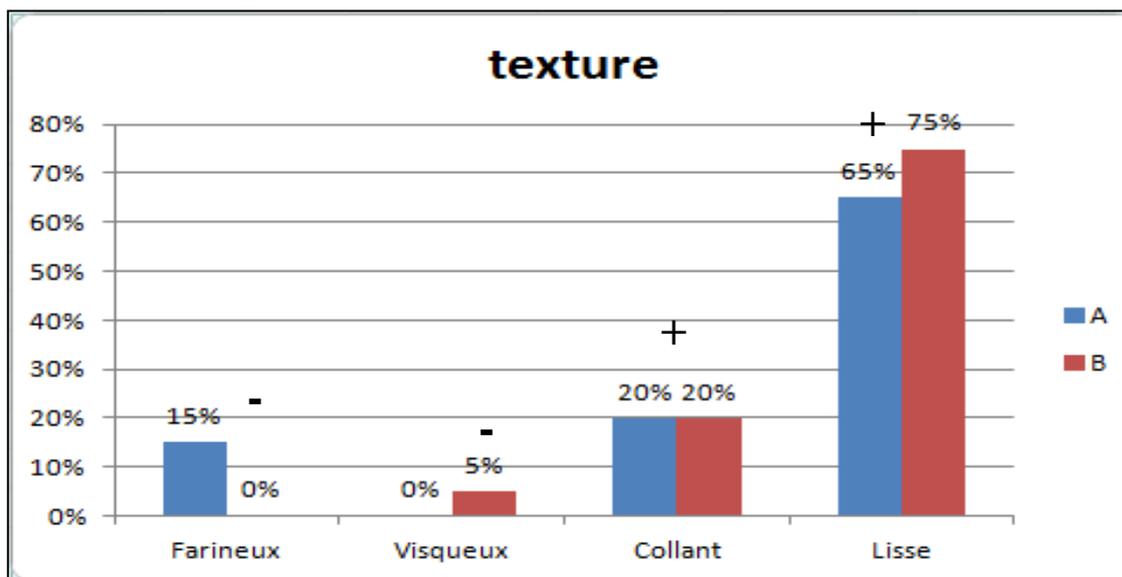
Ce test est composé de 20 personnes des deux sexes (femmes et hommes) dont l'âge est compris entre 18 et 57 ans et sont habitués à la consommation des sirops de datte.

Les sirops ont étaient soumis à l'appréciation conformément à une fiche sur laquelle sont inscrites les annotations suivantes : texture, odeur, goût et couleur.

8.2.1 La texture

Tableau 4 : les valeurs de test descriptif (texture)

	Texture			
	Farineux	Visqueux	Collant	Lisse
A	15%	0%	20%	65%
B	0%	5%	20%	75%



- : différence est non significative, + : différence est significative (A, B)

Figure 18 : Test descriptif par 20 volontaires (texture)

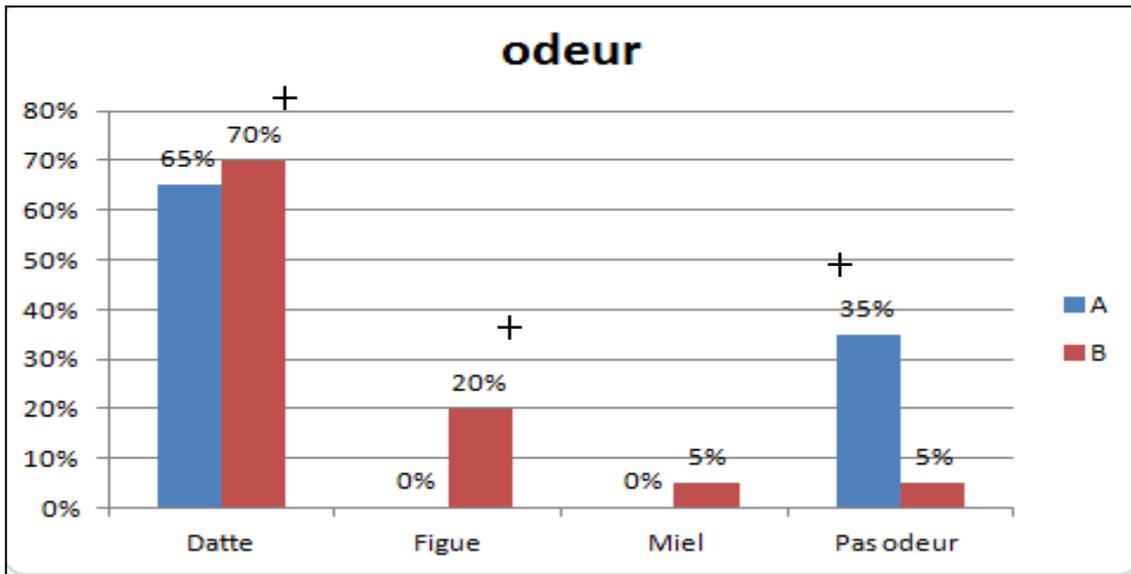
Echantillon A (sirop Deglet Noir) : 15 % des personnes disaient que la texture est farineuse, 20 % collant et 65 % voté sur lisse.

Echantillon B (sirop Tantboucht) : 5 % notaient que le sirop visqueux, 20 % collant et 75 % personnes voté sur lisse.

8.2.2 L'odeur

Tableau 5: Les valeurs de test descriptif (odeur)

	Odeur			
	Datte	Figue	Miel	Pas odeur
A	65%	0%	0%	35%
B	70%	20%	5%	5%



+ : différence est significative (A, B)

Figure 19 : Test descriptif par 20 volontaires (odeur)

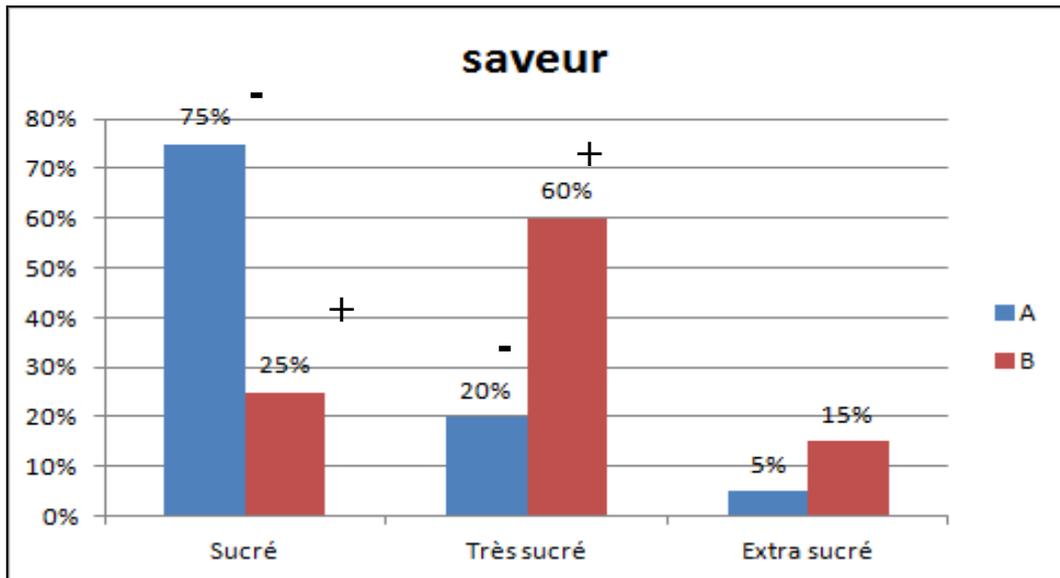
Echantillon A (sirop Deglet Noir) : 65 % des personnes voté pour odeur de datte, 35 % dis que n'a pas d'odeur.

Echantillon B (sirop Tantboucht) : 70 % des personne voté sur l'odeur de datte, 20 % à dis figue et 5 % voté sur miel, 5 % sur pas odeur.

8.2.3 La saveur

Tableau 6 : valeurs de test descriptif (saveur)

	Saveur		
	Sucré	Très sucré	Extra sucré
A	75%	20%	5%
B	25%	60%	15%



- : différence est non significative, + : différence est significative (A, B)

Figure 20 : Test descriptif par 20 volontaires (saveur)

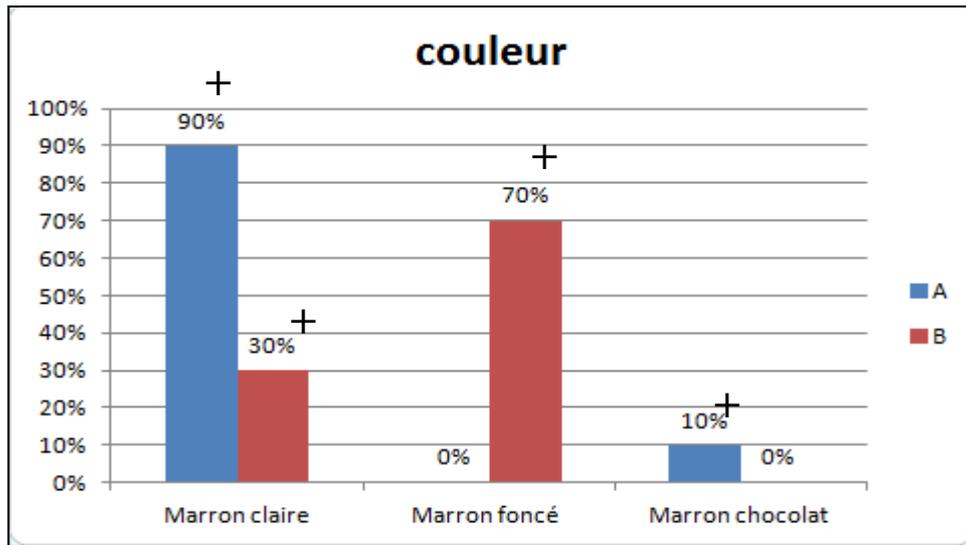
Echantillon A (sirop Deglet Noir) : on remarque que 75 % des personnes ont voté que A est sucré, 20 % voté sur très sucré et 5 % dit qu'est extra sucré.

Echantillon B (Tantboucht) : 60 % des personnes ont dit que B est très sucré, 25 % voté sur sucré et 15 % des personnes sur extra sucré.

8.2.4 La couleur

Tableau 7 : Valeurs de test descriptif (couleur)

	Couleur		
	Marron clair	Marron foncé	Marron chocolat
A	90%	0%	10%
B	30%	70%	0%



+ : différence est significative (A, B)

Figure 21 : Test descriptif par 20 volontaires (couleur)

Échantillon A (Deglet Noir) : 90 % remarquaient que A était de couleur marron clair, tandis que 10 % disaient que sa couleur est de marron chocolat.

Échantillon B (Tantboucht) : 70 % remarquaient que B était de couleur marron foncé et 30 % d'autres disaient que la couleur marron clair.

8.3 Teste comparatif

Pour analyser les points de vue des consommateurs sur deux échantillons dans ce test comparatif, nous examinons les résultats pour les caractéristiques de goût, de texture et de couleur pour les échantillons A et B.

8.3.1 Le goût

Tableau 8 : Valeurs de test comparatif (le gout)

	Sucré
A	20 %
B	80 %

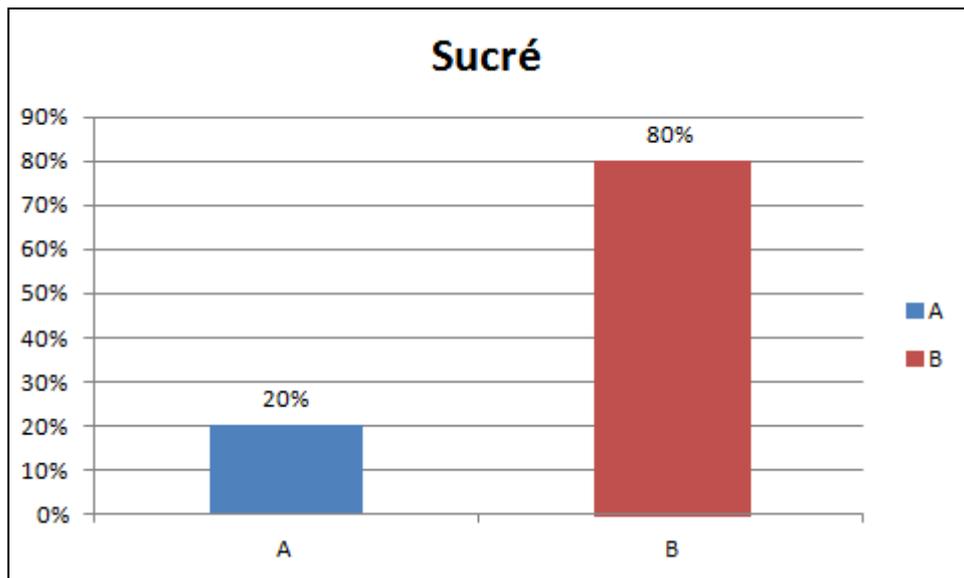


Figure 22 : Test comparatif (le goût)

Le goût sucré semble être plus apprécié dans l'échantillon B, avec 80 % des personnes le préférant cette différence est significative par rapport à seulement 20 % pour l'échantillon A.

8.3.2 La texture

Tableau 9 : Valeurs de test comparatif (la texture)

	Texture		
	Pâteux	Collant	Visqueux
A	100%	70%	0%
B	0%	30%	0%

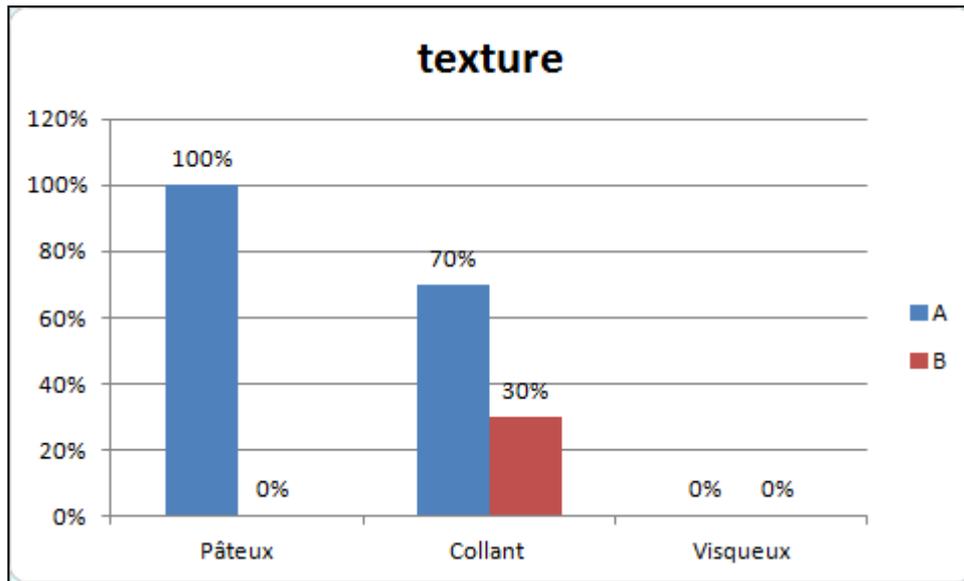


Figure 23 : Test comparatif (la texture)

Pour la texture, les résultats montrent que l'échantillon A est préféré pour sa texture pâteuse 100 % des personnes contre 0 % pour B. Tandis que l'échantillon A semblé être préféré pour sa texture collante 70 % préférences cette différence significative par rapport à 30 % pour B).

8.3.3 La couleur

Tableau 10 : Valeurs de test comparatif (la couleur)

	Coloré
A	0 %
B	100 %

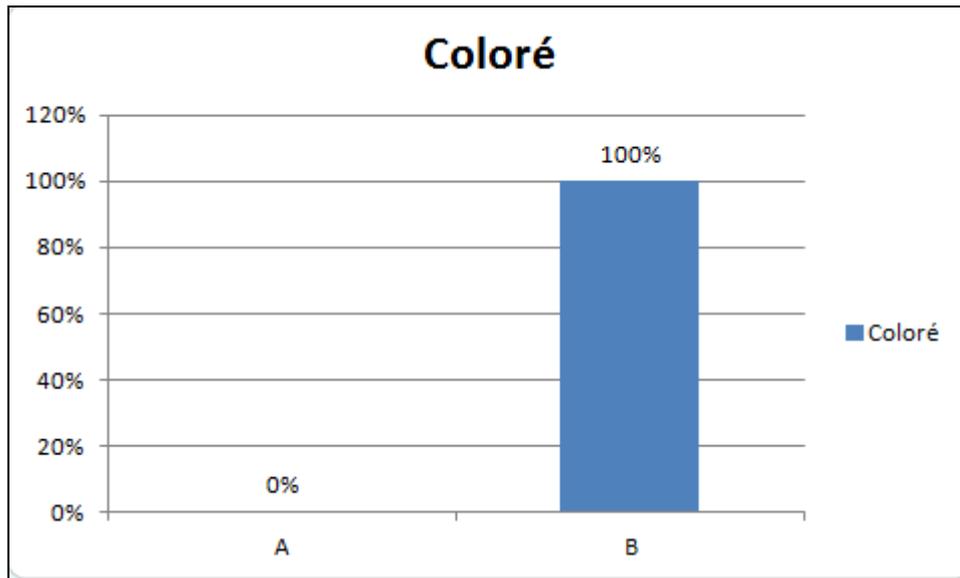


Figure 24 : Test comparatif (la couleur)

Concernent la couleur, toutes les 100 % votées sur l'échantillon B.

9 Analyse physico-chimique

9.1 Teneur en sucres totaux

Tableau 11 : Teneur de sucres totaux

Echantillon	1	2	3	4
Concentration	0,05	0,1	0,15	0,2
Absorbance	1,24	1,67	2,73	3

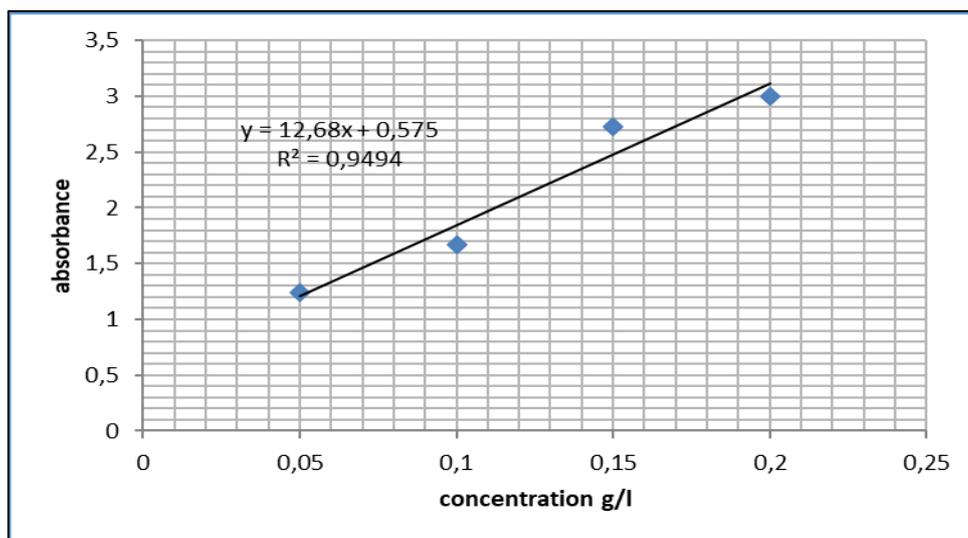


Figure 25 : Courbe d'étalonnage des sucres totaux (glucose)

Tableau 12 : Les concentrations des sirop étudiées

Echantillon	Sirop de Deglet Nour	Sirop de Tantboucht	Sirop de Hmira	Sirop de betterave rouge
Absorbance (A)	1,69	1,77	2,01	1,25
Concentration g/l	0,08	0,09	0,11	0,05
Concentration en pourcentage	64%	72%	88%	40%

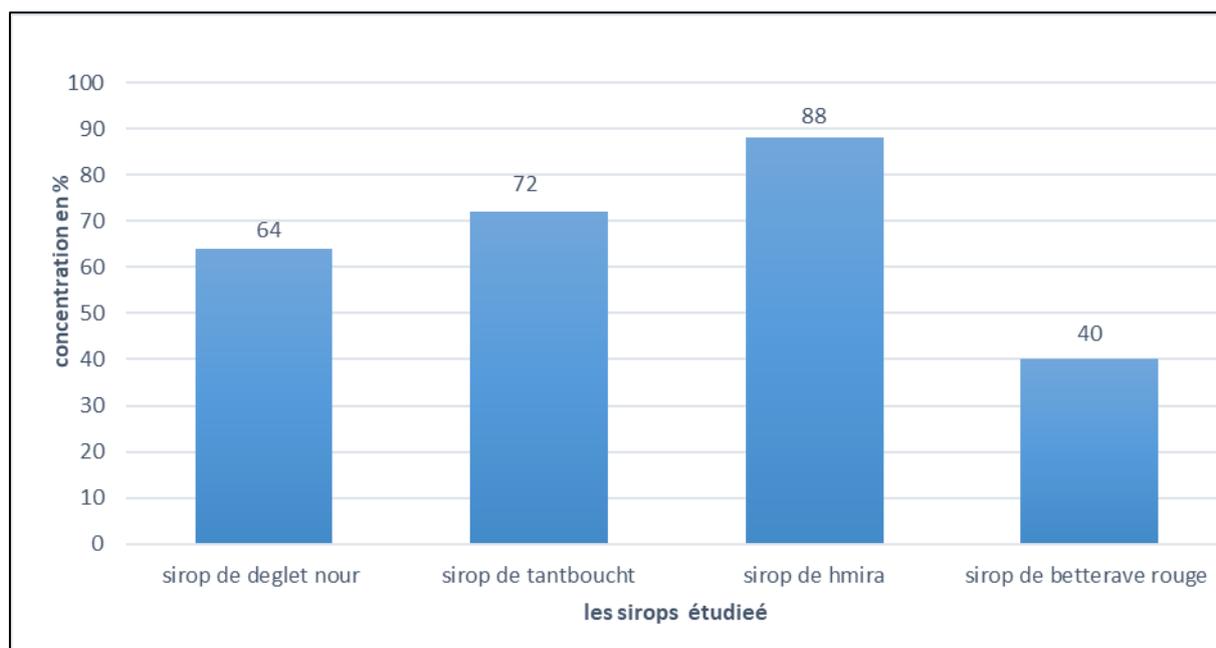


Figure 26 : les concentrations des sirops en g/l

D'après les résultats indiqués sur histogramme, la concentration de sucres totaux du sirop A est de 64 %, sirop B la concentration 72 % et sirop C la concentration de sucre totaux 88 % le plus élevé, le sirop D est avec une faible concentration environ 40 %.

9.2 Mise en évidence la présence de sucres réducteur

Tableau 13 : Teneur de sucre réducteur

échantillon	glucose	Deglet Nour	Tantboucht	Hmira	Betterave rouge
précipité	+	+	+	+	+

D'après les résultats le précipité Présent en tous les échantillons

10 Index glycémique et la charge glycémique

L'index glycémique permet d'évaluer la capacité d'un aliment à augmenter la glycémie par rapport à un glucose de référence. Il offre ainsi la possibilité d'analyser les conséquences physiologiques de la consommation de différents aliments (**Basdevant et al, 2001**).

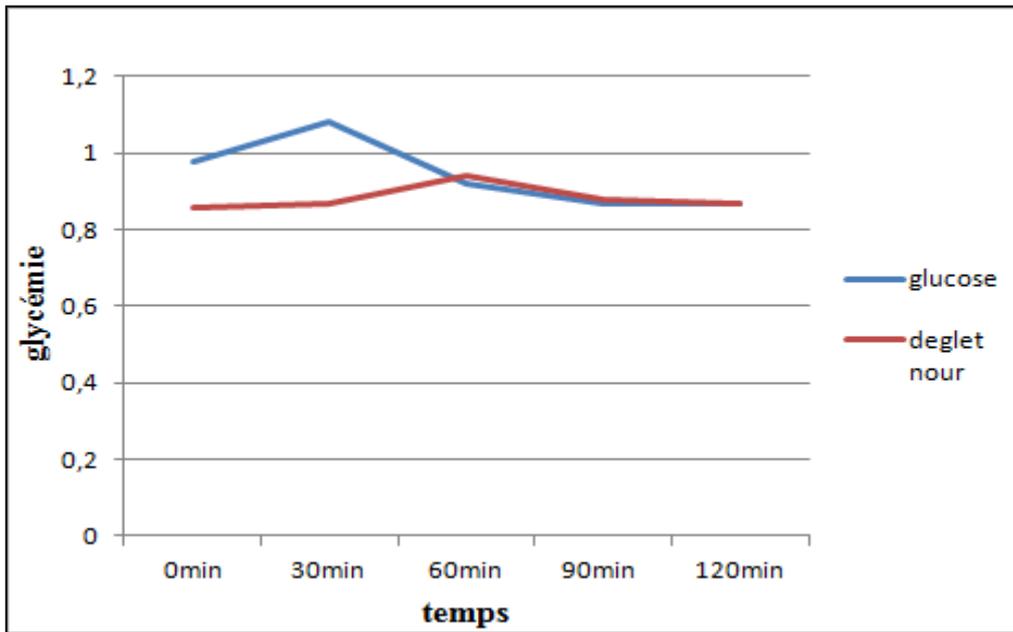


Figure 27 : Courbes d'évolution de glycémie après ingestion de Deglet Nour

La glycémie à jeun est égale à 0,86 g/l et à 60 min une pic glycémie de 0,94 g/l et à 120 minute la glycémie est basse avec 0,87 g/l.

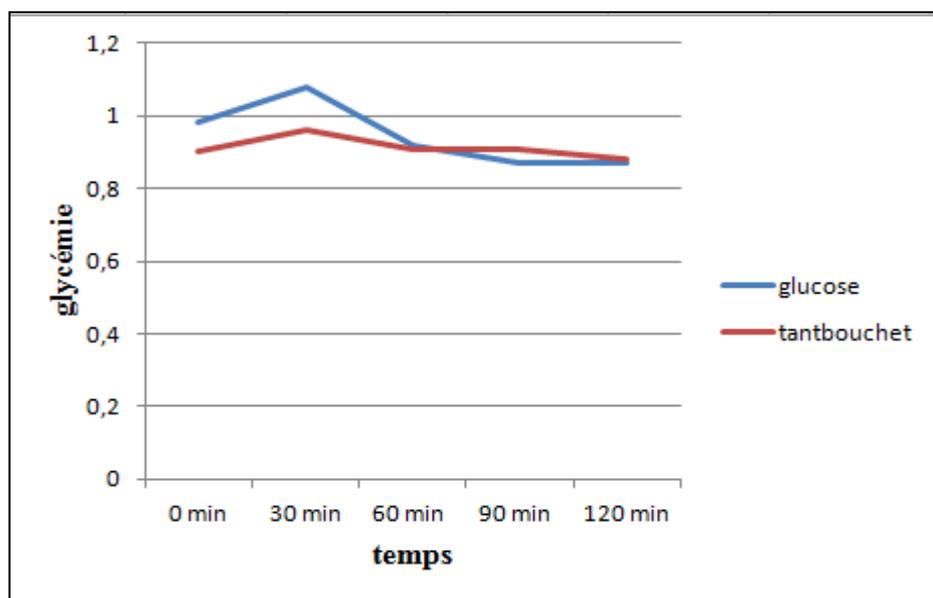


Figure 28 : Courbes d'évolution de glycémie après ingestion de Tantbouchet

La glycémie à jeun est égale à 0,90 g/l et a 30 minute une pic glycémie de 0,96 g/l et à 120 minute la glycémie est basse avec 0,88 g/l.

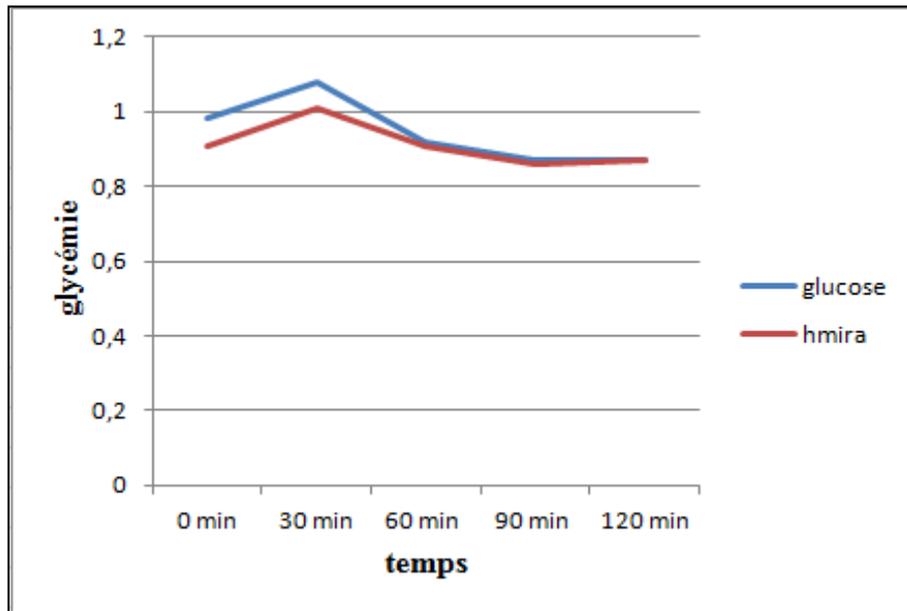


Figure 29 : Courbes d'évolution de glycémie après ingestion de Hmira

La glycémie à jeun est égale à 0,91 g/l et a 30 minute une pic glycémie de 1,01 g/l et à 120 minute la glycémie est basse avec 0,87 g/l.

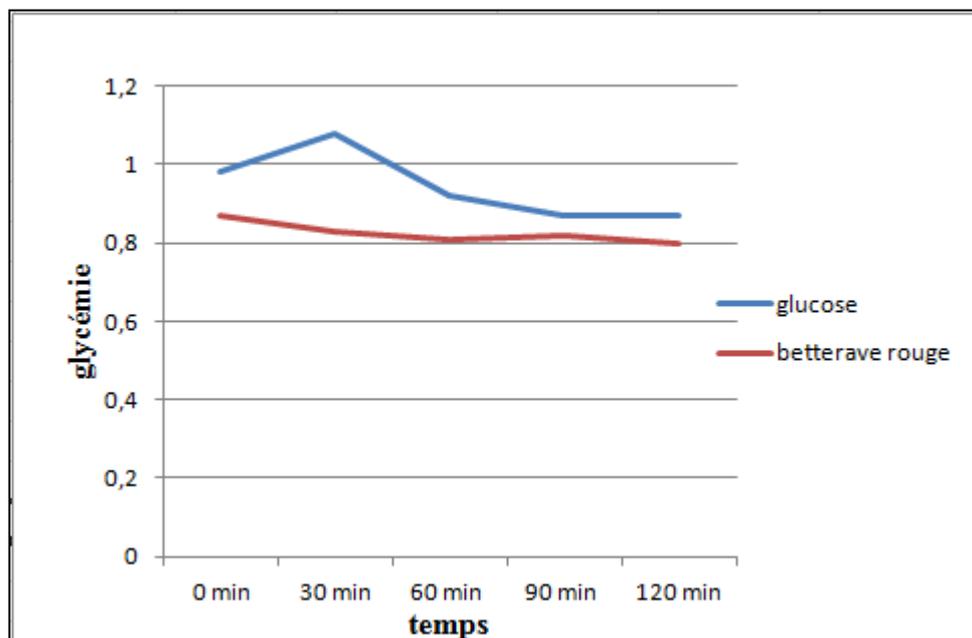


Figure 30 : Courbes d'évolution de glycémie après ingestion de betterave rouge

La glycémie à jeun est égale à 0,87 g/l et a 60 minute une pic glycémie de 0,81 g/l et à 120 minute la glycémie est basse avec 0,80 g/l.

Tableau 14 : Index glycémique

Echantillon	DN	TNT	HM	BR
IG	24	45	57	33

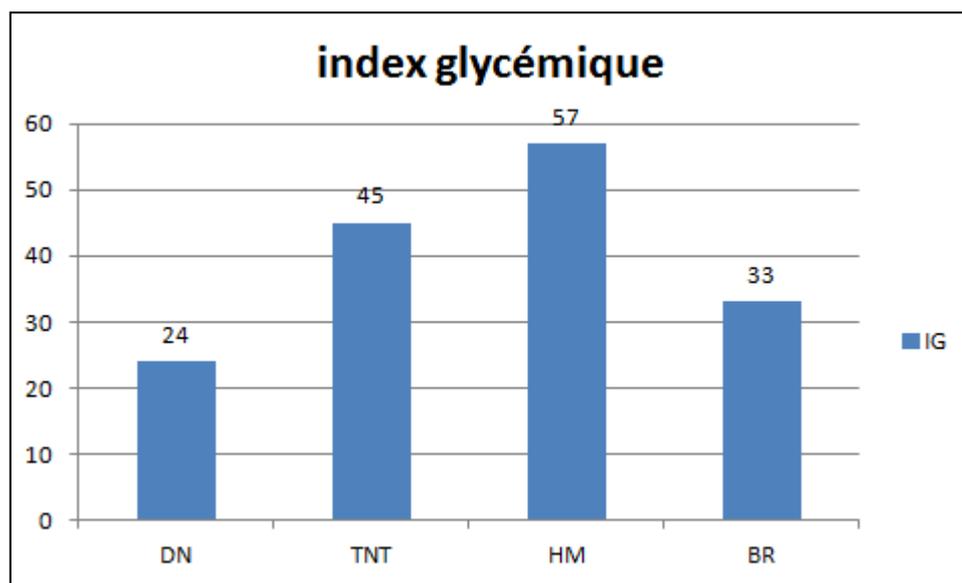


Figure 31 : Index glycémique des sirops étudiés

Tableau 15 : La charge glycémique.

Echantillon	DN	TNT	HM	BR
CG	2,4	4,5	5,7	3,3

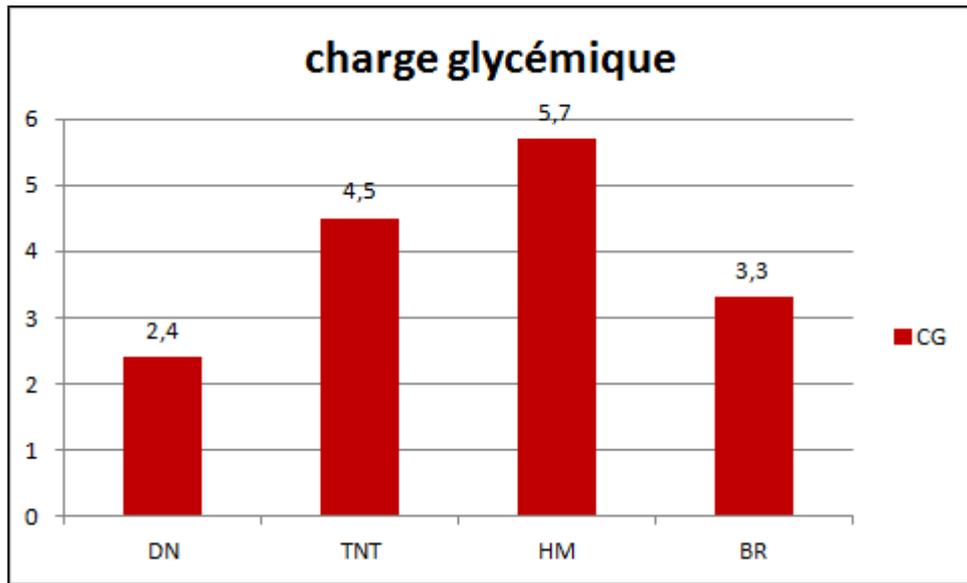


Figure 32 : Charge glycémique des sirops étudiés

Sirop de Deglet Nour

L'index glycémique de DN est 24 est inférieur à 55 ce qui en fait un aliment à IG faible. Sa charge 2,4 est inférieur à 10 démontre qu'il s'agit d'un aliment de CG faible.

Sirop de Tantboucht

L'index glycémique de TNT est 45 inférieurs de 55 donc est un aliment à IG faible. Sa charge est de 4,5 qu'il s'agit d'un aliment à CG faible.

Sirop de Hmira

L'index glycémique de HM est 57 plus de 55 donc est un aliment à IG moyen. Sa charge est 5,7 est inférieur à 10 indique qu'il s'agit d'un aliment à CG faible.

Sirop de betterave rouge

L'index glycémique de BR est 33 moins que 55 donc est un aliment à IG faible. Sa charge est 3,3 qu'il s'agit d'un aliment à CG faible.

Discussion

Les sucres sont la principale substance présente dans les dattes. Selon (**Bensayah, 2014**), il y a des sucres importants tels que le glucose, le fructose et le saccharose, ainsi que d'autres mineurs en faibles quantités comme le galactose et la xylose.

Le saccharose, le fructose et le glucose sont trois sucres présents dans la datte. (**Ben cheikh, 2011**) affirme que le glucose et le fructose sont des sucres réducteurs issus de l'hydrolyse du saccharose.

La betterave, quant à elle, à une valeur nutritionnelle élevée grâce à sa forte teneur en glucose sous forme de saccharose. Elle est une excellente source de fibres, de minéraux (potassium, sodium, fer, cuivre, magnésium, calcium, phosphore et zinc) et de vitamines B et C (**Baiao et al., 2017 ; Vargas-Ruboczki, 2020**).

Alors dans ce travail on a étudié les sirops des dattes et la betterave rouge comme alternative naturelle sur trois tests (analyse sensorielle, analyse physico-chimiques et index glycémiques).

D'après les résultats le rendement du sirop de deglet nour est de 40 % tandis que le sirop de tantboucht est un rendement élève de 51 % et pour le sirop de hmira est 43,2 %

Selon (**Djafri et al., 2020**), le rendement du sirop de la variété tantboucht est de 48,20 %, tandis que la variété deglet nour présente un rendement faible de 30 %, en raison de faible teneur en eau de la datte (**Mimouni, 2015**). De plus, le rendement de la variété hmira obtenue par (**Lamia et al., 2023**) est de 43,7 %.

D'après les résultats d'analyse sensorielle la plupart des gens considéré le sirop des dattes comme un produit apprécié, c'est parce qu'il riche en glucides environ 17,6-41,4 de glucose et 13,6-36,8 de fructose (**Al-farsi et Lee., 2008**) et D'après les résultats obtenus est une source riche en sucres (totaux et réducteur) par rapport au sirop de betterave rouge. Il contient 9,56 g des glucides environ 9 % des glucides (**Neha et al., 2018**).

Pour les sirops des dattes, le sirop de hmira et tantboucht considéré comme des sirops plus apprécié que deglet nour d'après les analyses de physico-chimiques le sirop HM contient un teneur en sucre totaux environ 88 % et TNT contient 72 %

La texture du sirop A est pâteuse, ce qui est dû à la variété des dattes de deglet nour, qui présente une texture demi- moelle qui est différente de celle des variétés de datte de sirop B (texture lisse)

En ce qui concerne le goût, le sirop Tantboucht est plus sucré que le sirop Deglet Nour, en raison de sa capacité à contenir plus de sucres totaux et plus de sucres réducteurs que le sirop A. La couleur du sirop B est en outre plus foncée que celle de A. Il s'agit d'antioxydants comme les polyphénols, dont la quantité peut différer en fonction du type de dattes. La quantité de polyphénols dans le sirop de Tantboucht est 770 mg, tandis que la quantité de polyphénols dans le sirop de Deglet nour est 240 mg. (**K. Djafri et al., 2020**).

Il y a deux types de sucres : le saccharose et les sucres réducteurs. Le fructose et le glucose sont les principaux sucres réducteurs, mais les dattes renferment également d'autres sucres tels que l'arabinose, le glucose et d'autres. (**Djoudi, 2012**).

Les sucres sont les principaux composants de la datte. On les retrouve sous deux formes différentes : le saccharose (sucre non réducteur) et les sucres réducteurs, principalement le fructose et le glucose. (**Al-khouli et al., 1998**).

Les résultats de dosage de sucre totaux le sirop A de Deglet Nour est contient 64% de teneur de sucre totaux la valeur obtenue est presque là même de (**Chouana et al., 2019**) qui est de 63.83 % et d'après (**Mimouni, 2015**), qui cite une proportion environ 73,68 % de teneur en sucre totaux.

Le sirop B de Tantbouchet est contenu 72 % de sucre totaux cette valeur est inférieure que d'autres obtenu par (**K. Djafri et al., 2020**) est environ 78,54 %.

Le sirop C de datte Hmira de 88% de sucre totaux est presque la même valeur que d'autres (**Lamia et al., 2023**) qui obtenu environ 79.15 % et D'après (**Louisa et al., 2020**), La quantité de sirop de Hmira est, avec une teneur de 72%.

Le sirop D de betterave rouge environ 40% de sucres totaux et selon (**R. Jarrige et al., 1973**) la betterave potagère (betterave rouge) ils ont cité 51.9 % en sucre totaux.

Les résultats de dosage de sucre réducteur montrent que tous les sirops contiennent de sucre réducteur.

D'après les autres travaux les sirops de la variété Tantbouchet (42,56 %) Alors que le sirop de rebuts de Deglet Nour s'est démarqué par sa teneur la plus basse en sucres réducteurs, avec une concentration de 22,77 %. (**Gourchala, 2015**) a trouvé les teneurs en sucres réducteurs 61.11 % pour la variété El Hmira et d'après (**R. Jarrige et al., 1973**) une faible teneur de sucre réducteur dans la betterave rouge avec une valeur de 1.2 %.

L'index glycémique est une méthode qui permet de classer es divers aliments contenant des glucides en fonction de leur capacité à influencer la glycémie après leur consommation. **(Scazzina et al., 2016)** et la charge glycémique revêt également une importance car elle permet de comprendre la quantité de glucides consommés **(David, 2011)**.

D'après les résultats d'index glycémique le sirop de HM est possèdent un IG plus moyen Cela concerne à la concentration élevée de sucre totaux et réducteurs que d'autres sirops.

Les sirops comme DN, TNT et BR contient un IG faible et cela est au teneur faible on glucides d'après nos résultats de (sucres totaux et réducteurs).

Le rôle des fibres solubles appelées « pectine » pourrait être à l'origine des IG bas, car elles forment un gel et réduisent la vitesse de digestion du glucose. **(Miller et al., 2003)**.

Conclusion

Cette étude consiste à étudier les alternatives naturelles (la betterave rouge et les dattes) au sucre blanc sous forme de sirop ou Rob, une étude sensorielle et physico-chimique et le test d'index glycémique a été réalisée dans ce travail

En premier nous avons étudiée les procédés d'extraction de sirops des dattes et betterave avec des méthodes traditionnelles. Dans l'analyse sensorielle des sirops, ce test montre que le sirop de tantboucht est plus favorable et apprécier que les d'autres sirops, Cela à cause de la composition biochimique des dattes

Notre étude montre que les sirops des dattes TNT, DN et HM ont une teneur en glucides différentes, Pour les sucres totaux de sirop HM contient 88 % une concentration élevée puis sirop TNT avec 72 % après DN 64 % et en dernier le sirop de BR 40 %, Une quantité de sucre réducteur a été présente après l'apparition du précipité rouge dans les quatre sirops

Les IG que nous avons enregistrés se situent entre 33 et 57, les variétés des dattes tantboucht, hmira, deglet nour et la betterave rouge sont classés de faible à modéré. Pour la CG les deux sirops de TNT et DN ont un CG faible

D'après nos résultats on peut considérer le sirop de tantboucht et hmira comme des alternatives naturelles mais avec une consommation modérée surtout pour les personnes diabétiques.

Référence bibliographique

Al Khouli MH, Ahmed FH, Sid Amhed TA. 1998. Analysis of the fruits of some Egyptian date palm cultivars. Proceedings of the first date palm symposium on date palm research. Date palm research and development network. Arab center for the studies in Arid Zones and Dry Lands (ACSAD). Marrakech Marrocco: 327–333

Baião D., Silva D., Aguila E., et Paschoalin V. 2017. Nutritional, bioactive and physicochemical characteristics of different beetroot formulations. Food additives. P 22, 23 27.

Barthélémy J., Clément J F., Danzart M., Issanchou S., Köster E P., Mac L e o d P., Nicod H., Sauvageot F., Sztrygler F., Touraille C. (1990). Évaluation sensorielle. Manuel méthodologique. Paris : Lavoisier, 328 p. Mme BELYAGOUBI Née BENHAMMOU Nabila Pour l'obtention d'un en Biologie "Activité antioxydante des extraits des composés phénoliques de dix plantes médicinales de L'Ouest et du Sud-Ouest Algérien", THÈSE Doctorat, Université Abou bakr Belkaïd-Tlemcen, (2012), P34

BASDEVANT A., LAVILLE M. et LERBOURE E. (2001). Traité de nutrition clinique de l'adulte. N.1. Ed. Médecine-Sciences Flammarion. Paris.

Ben Abbas F. 2011. Etude de quelques propriétés chimiques et biologiques d'extraits de dattes « *Phoenix dactylifera* L. ». Thèse Magister en Génie des procédés pharmaceutiques, Université Ferhat Abbas-Setif. 79 p.

Ben cheikh A., 2011. Les Champignons Accompagnés De L'embryon Du Palmier Dattier. Mémoire Magister. Sciences Agronomiques. Université Kasdi Merbah – Ouargla, p12.

BENSAYAH F., 2014. Influence des conditions de stockage au froid des dattes sur leur qualité organoleptique dans la région des Zibans (Cas des dattes -variété Deglet Nour). Mémoire Magister. Des Sciences Agronomiques. Université Kasdi Merbah-Ouargla, 128

Benzohra 2015 Le processus de libéralisation de la filière sucre en Algérie : impacts et enjeux n° 31 – 2015

Benzohra 2018(a) la filière sucre en Algérie dans le contexte de la mondialisation Vol 21, N° 1, P 157-176 2018-06-01

Chouna Toufik, kadri Meriem, ben khada noura,ould el hadj mohamed Didi Sirops (robb) de deux variétés de dattes, ghars et deglet nour comme substitut du sucre blanc dans la

fabrication de deux types de bonbons (loukoums et caramels), decembre 2019 vol. 9, n°2 : 66-79

Cummings JH, Stephen AM. Carbohydrate terminology and classification. Eur J Clin Nutr. 2007 Dec ;61(1) : S5–18

DAVID A., 2011. Index glycémique et fructose de fruit : une spécificité validée. NAFAS. VOL.9.N°5.OCT.2011. P 33-45.

Delvaux A. (1992). Les épreuves sensorielles. A n n. Gembloux 98, p. 105–115.

DJOUDI I.,2012. Contribution à l'identification et à la caractérisation de quelques accessions du palmier dattier (Phoenix Dactylifera.l) dans la région de Biskra. Thèse magister en sciences agronomiques. Université Mohamed Kheider Biskra Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la Vie.48-49p.

El-Ogaidi H. K. H., Date and confectionery products. Project for palm and dates research centre in the near East and North Africa, Baghdad, (1987) 32

FAURE S., MELIANI P. M., MARZELLIER. A., CAILLEMET H., et LERIVEREND H., 2013. L'autosurveillance glycémique. Elsevier Masson,522,20-26.

Flandrin Jean-Louis et MONTANARI Massimo (sous la direction de), Histoire de l'alimentation éd. Fayard, 1996.

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). Mémoire de Diplôme d'Etudes supérieures en Biochimie. Departement de biochimie. Universite Badji Mokhtar – Annaba, pp :41- 43.

Guy-Grand, B. (2008). Les sucres dans l'alimentation : de quoi parle-t-on ? Cahiers de In 8ème Colloque de l'Alliance (Vol. 7, pp. 29-33).

JARAR, Amjad H, Kamal- Afaf, BATAINEH, Mo'athet al., Glycémie index (GI) and glycémie load (GL)values for dried bisr and tamr dates. Emirates Journal of Food and Agriculture, 2019 P.88-94

K. Djafri, E. Khemissat, M. Bergouia, S. Hafouda Valorisation technologique des dattes de faible valeur marchande par la production du sirop 2020, vol 19, N° 1, p. 97-114

KELLER, A., B. L. HEITMANN et N. OLSEN (mai 2015). « Sugar-sweetened beverages, vascular risk factors and events : à systematic literature review », Public Health Nutrition, vol. 18, n° 07, p. 1145–1154

Lamia S. SEDDIKI., Salim SEDDIKI. Laboratoire des Molécules Bioactives et Séparation Chirale. Faculté des Science de la Nature et de la vie. Université Tahri Mohamed. Bechar 08000. Algeria 2023 Vol.12, N°02 : 80-89.

Louisa Boussaid, M’hammed Bouallala, Hakim Aguedal, Abdelkader Iddou, Nouredine Bouras Aperçu sur les caractéristiques physicochimiques et biochimiques de trois sirops de Dattes (Rob) élaborés traditionnellement dans la région d’Adrar (Algérie) 2020

Mac Leod P., Sauvageot F. (1986). Bases neurophysiologiques de l’évaluation sensorielle des produits alimentaires. Les Cahiers de l’Ensbana 5. P a r i s : Lavoisier, 165 p.

Martine Champ. Les glucides : classifications et dénominations diverses. Médecine des Maladies Métaboliques, 2018, 12 (5), pp.400-404. 10.1016/S1957-2557(18)30113-5

Miller C. J., Dunn E. V and Hashim I. B. (2003). The Glycaemic index of dates and date/

Mimouni Y., 2015. Développement de produits diététiques hypoglycémisants à base de dattes Molles variété « Ghars », la plus répandue dans la cuvette de Ouargla thèse de doctorat université Kasdi Merbah.

<https://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/bitstream/123456789/8694/1/Mimouni-Yamina-Doctorat.pdf>

Mimouni, Y. 2009. Mise au point d’une technique d’extraction de sirops de dattes ; comparaison avec les sirops à haute teneur en fructose (HFCS) issus de l’amidonnerie. Mémoire de Magister. Université Kasdi Marbah Ouargla

Mme BELYAGOUBI Née BENHAMMOU Nabila Pour l’obtention d’un en Biologie "Activité antioxydante des extraits des composés phénoliques de dix plantes médicinales de l’Ouest et du Sud-Ouest Algérien", THÈSE Doctorat, Université AboubakrBelkaïd-Tlemcen, (2012), p34

Mohamed Ali Al-Farsi & Chang Yong Lee (2008) Nutritional and Functional Properties of Dates : A Review, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 48 :10, 877-887

Monro JA. Glycaemic glucose equivalent: combining carbohydrate content, quantity and glycaemic index of foods for precision in glycaemia management. *Asia Pac J Clin Nutr* 2002 ; 11(3) :217-25

MULTON J. L. (1992). Le sucre, les sucres, les édulcorants et les glucides dans les I.A.A.Ed. Lavoisier, Paris, 264 p.

Munier P., Le palmier dattier. Techniques agricoles et productions tropicales, Maisonneuve et Larose, Paris, France, 1973 221.

Neha P., Jain S-K., Jain N-K., Jain H-K et Mittal H-K. 2018. Chemical and functional properties of Beetroot (*Beta vulgaris L.*) for product development: A review. *International Journal of Chemical Studies* 2018 ; 6(3) : 3190-3194 *Nutrition et de Diététique*, 43, 2S7-2S11.

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE (2015). Guideline: Sugars intake for adults and children, [En ligne], Geneve, <[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/149782/1/9789241549028_eng.pdf? ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/149782/1/9789241549028_eng.pdf?ua=1)> (Consulte le 1 decembre 2015).

Pawłowska K., Kuligowski M., Kuligowska J., Kidoń M., Siger A., Rudzińska Met Nowak J. 2018. Effect of replacing cocoa powder by carob powder in the muffins on sensory and physicochemical properties. *Plant foods for human nutrition* 73 :196–202

Payne. J.H., (1982). Unit Operations in Cane Sugar Production

R. Jarrige, G. Fauconneau. Les constituants glucidiques et azotés des racines de betteraves de différents types. *Annales de biologie animale, biochimie, biophysique*, 1973, 13 (1), pp.141-146.

ROCK W., ROSENBLAT M., BOROCHOV-NEORI H., VOLKOVA N., JUDEINSTEIN S., ELIAS M., AVIRAM M., 2009. Effects of date (*Phoenix dactylifera L.*, Medjool or Hallawi Variety) consumption by healthy subjects on serum glucose and lipid levels and on serum oxidative status: a pilot study, *J. Agri. Food. Chem.* 57 : 8010-8017.

SCAZZINA F., DALASTA M., CASIRAGHI C.M., SIERI S., DEL RIO D., PELLEGRINI N., BRIGHENTI F., 2016. Glycemic index and glycemic load of commercial Italian foods. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 5, 419–429.

Schlienger, Jean-Louis. Nutrition clinique pratique : chez l'adulte et l'enfant. Elsevier Masson, 2014.

Seguí, L., Calabuig-Jiménez, L., Betoret, N., & Fito, P. 2015. Physicochemical and antioxidant properties of non-refined sugarcane alternatives to white sugar. *International journal of food science & technology*, 50(12), 2579-2588.

Singh JP, Kaur A, Shevkani K, Singh N. Composition, bioactive compounds and antioxidant activity of common Indian fruits and vegetables. *Journal of Food Science and Technology*. 2016 ;53(11) :4056–66.

STRATULAT, S. (2023). Le doux danger du sucre, Chişinău, Republica Moldova, 5-7 aprilie 2023, Vol. IV

TE MORENGA, L. A., S. MALLARD et J. MANN (2013). « Dietary sugars and body weight: systematic review and meta-analyses of randomized controlled trials and cohort studies », *BMJ (Clinical research ed.)*, vol. 346, p. e7492.

Vargas-Rubóczki T. 2020. Evaluation of important quality parameters of different beetroot genotypes and their possible role in processing. Thèse de doctorat, université de Debrecen Hongrie. P : 1, 11, 15.

Vieira Teixeira da Silva D, dos Santos Baião D, de Oliveira Silva F, Alves G, Perrone D, Mere Del Aguila E, et al. Betanin, a Natural Food Additive : Stability, Bioavailability, Antioxidant and Preservative Ability Assessments. *Molecules*. 2019 ;24(3) : 458. weight: systematic review and meta-analyses of randomised controlled trials and cohort

WOLEVER TM, JENKINS DJ, JENKINS AL, JOSSE RG., 2008. The glycemic index methodology and clinical implications. *Am J Clin Nutr*, 54 :846-854p.

WORLD CANCER RESEARCH FUND INTERNATIONAL (2015). Curbing global sugar consumption : Effective food policy actions to help promote healthy diets & tackle obesity, [en ligne], London, World Cancer Research Fund International, <<http://www.wcrf.org/sites/default/files/Curbing-Global-Sugar-Consumption.pdf>> (consulte Le 18 novembre 2015). Yoghurt Mixed Meals. Are Dates „The Candy That Grows On Trees. *Eur. J. Clin. Nutr.* 57,427-430

Annexes

Teste Hédonique

Age :

Sexe :

Echantillon	Appréciation			
	non apprécier	acceptable	bon	trop bon
A				
B				
C				
D				

Teste descriptif

Age :

Sexe :

Echantillon	L'aspect (sens)	Critères
A	Texture	1- farineux 2- visqueux 3- collant 4- Lisse
	odeur	
	saveur	1- sucré 2- très sucré 3-extra sucré
	couleur	
B	Texture	1- farineux 2- visqueux 3- collant 4- Lisse
	Odeur	
	Saveur	1- sucré 2- très sucré 3-extra sucré
	Couleur	

Le test par paire

Quel est le plus :

	A	B
Saveur : Sucré :		
Texture : Pâteux : Collant : Visqueux :		
Aspect visuel : Coloré :		