

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES

**DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE
ET MICROBIOLOGIE**

N° :.....



**DOMAINE : SCIENCES DE LA
NATURE ET DE LA VIE**

FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES

**OPTION : NUTRITION ET SCIENCE
DES ALIMENTS**

**Mémoire présenté pour l'obtention
du diplôme de Master Académique**

Présenté par :

SOUICI Aicha

ARSLANE Douniya

FERHATI Zineb

Intitulé

**Effet de l'utilisation de sirop de datte sur les qualités
organoleptiques et sensorielles du Popcorn**

Soutenu devant le jury composé de :

| | | |
|-----------------------|----------------------|------------|
| Dr. GUETOUACHE Mourad | Université de M'sila | Président |
| Dr. MEDJEKAL Samir | Université de M'sila | Rapporteur |
| Dr. REGGAMI Yassine | Université de M'sila | Examineur |

Année universitaire : 2021 /2022

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions Dieu Le Tout-Puissant de nous avoir donné Courage, santé, souffle et patience pour accomplir ce travail. Merci beaucoup, surtout à nos chers parents pour leur amour, leur aide, leur soutien et leurs encouragements Que Dieu les garde en bonne santé.

Nous exprimons notre profonde gratitude et nos sincères remerciements au Dr . **MEDJEKAL Samir** pour avoir accepté de nous encadrer et pour sa bienveillance de diriger ce travail, pour ses notes et ses conseils fructueux, et surtout sa patience, sa disponibilité constante tout au long de nos travaux, et ses compétences.

Je remercie tous ceux qui ont contribué à revoir et évaluer ce travail, de près ou de loin, en particulier **Mme ARICHE MOUNIRA et HAMOUI Yasmina** sans oublier également de remercier nos experts spécialisés officiels et gourmands et les naïfs qui participent à une séance d'analyse sensorielle à partager active, sans laquelle cette étude n'aurait pas été possible

Dédicaces

Je dédie ce travail :

*A mes très chers parents pour leurs dévouements : Rabiaa
Et mon cher père AL Ayachi « que dieu lui fasse miséricorde », A toute ma
famille ARSLANE.*

À mes chères binômes "Aicha et Zineb".

*A Tous mes chères sœurs et mes frères : Zoulika, Louiza Abdelaziz, Mounir,
Haizia, Oussama, Nasira, Adel, Teyma »*

Les meilleurs amis.

*À tous mes collègues : de la promotion NSA " 2020-2021 "vous étiez la toujours
à mes côtés et mes professeurs.*

Douniya

Dédicaces

Je dédie cet ouvrage

A ma mère qui m'a soutenue et encouragée durant ces années d'études

Qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance

A ma sœur Linda et mon mari ; ceux qui ont partagé avec moi tous les moments

d'émotion lors de la réalisation de ce travail ; ils m'ont chaleureusement

supporté et encouragé tout au long de mon parcours

A mon frère l'ingénieur Mr : Imad kouraichi et Meme HAMOUI Yasmina qui

m'ont aidé à réaliser ce travail

A tous mes professeurs qui m'ont toujours encouragé, merci pour tous vos

précieux conseils.

Aicha

Dédicaces

Je dédie ce travail en premier :

A Mon père

Louange à Dieu tout puissant, qui m'a permis de voir ce jour tant attendu. Je dédie cette thèse : A mon très cher père ALLAH yarhamu. Tu as toujours été pour moi un exemple du père respectueux, honnête, de la personne méticuleuse, je tiens à honorer l'homme que tu es. Grâce à toi papa j'ai appris le sens du travail et de la responsabilité. Je voudrais te remercier pour ton amour, ta générosité, ta compréhension ... Ton soutien fut une lumière dans tout mon parcours Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour et l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour toi. Ce modeste travail est le fruit de tous les sacrifices que tu as déployés pour mon éducation et ma formation. Je t'aime papa ALLAH yarhamek

Ma mère qui m'a entouré d'amour, d'affection et qui fait tout pour ma réussite, que dieu la garde que Dieu vous donne santé et longue vie, afin que je puisse vous combler à mon tour.

À mes très chères sœurs : Donya et IKram

À mes chers frères : Jihad, haider, Sohaib

À toute ma famille (FERHATI)

À mon fiancé :

Merci pour tout l'encouragement et pour l'effort a motivation, l'homme qui, m'ouvrant ses bras dans les sombres moments et m'aidant à aller de l'avant vers le meilleur, je souhaite le bonheur dans notre vie (Ramzi)

À tous mes amis et amies de la NSA et d'ailleurs.

À tous ceux qui se dévouent sans cesse pour m'éclairer la voie et les immenses horizons du savoir et dont la vocation mérite largement mes respects

Zineb

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 01 : Compositions biochimiques de sirop de datte..... | 08 |
| Tableau 02 : Composition chimique du maïs | 14 |
| Tableau 03 : Composition chimique approchée des principales parties des grains de maïs... | 15 |
| Tableau 04 : Composition chimique approchée des différents éléments nutritifs du maïs grain..... | 18 |
| Tableau 05 : Les types des pops cornes et les numéros correspondants..... | 26 |
| Tableau 06 : Les résultats des paramètres physico-chimiques..... | 28 |
| Tableau 07 : Résultats d'analyses microbiologiques des produits finis | 30 |
| Le tableau 08 : Permet de faire ressortir les moyennes, quand les différents produits et les caractéristiques (attributs sensorielles) sont croisés..... | 34 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 01: Coupe longitudinale d'une datte..... | 02 |
| Figure 02 : Composition de la datte..... | 05 |
| Figure 03 : Diagramme de fabrication du rob à Biskra..... | 10 |
| Figure 04: Miel des dattes | 10 |
| Figure 05 : Diagramme de fabrication du rob l'usine de Biskra..... | 10 |
| Figure 06 : Diagramme de fabrication du sirop de datte Rob..... | 20 |
| Figure 07 : Les pops cornes avec le sirop des dattes | 20 |
| Figure 08 : La détermination de la matière sèche..... | 22 |
| Figure 09 : La détermination du pH..... | 22 |
| Figure 10 : Détermination de la teneur en sucres totaux du pop-corn..... | 23 |
| Figure 11 : Détermination de la teneur en phénols totaux du pop-corn..... | 24 |
| Figure 12 : Photographie de la salle de déroulement de l'évaluation sensorielle..... | 27 |
| Figure 13 : Pouvoir discriminant par descripteur des produits préparés nommés "ECHANTILLON A, "ECHANTILLON B et "ECHANTILLON C..... | 31 |
| Figure 14 : Coefficients des modèles du produit popcorn (A)..... | 32 |
| Figure 15 : Coefficients des modèles du produit popcorn (B) | 32 |
| Figure 16 : Coefficients des modèles du produit popcorn (C)..... | 33 |
| Figure 17 : Les attributs sensoriels pénalisés pour l'échantillon du pop-corn A..... | 35 |
| Figure 18 : Les attributs sensoriels pénalisés pour l'échantillon du pop-corn B..... | 35 |
| Figure 19 : Les attributs sensoriels pénalisés pour l'échantillon du pop-corn C..... | 36 |
| Figure 20 : La corrélation entre les variables et les facteurs du panel expert, pour les produits préparés A, B et C, et leurs attributs sensoriels..... | 37 |

Liste des abréviations

ACP : Analyse de la Composante Principale

CAH : Classification Ascendante Hiérarchique

JAR : Just About Right ; À peu près juste

PREFMAP : External Preference Mapping ; cartographie externe de préférence

Résumé

L'Algérie a produit lors de la dernière saison 1.2 millions de tonnes de dattes, ce qui équivaut à 14 % de la production mondiale. La consommation nationale en dattes reste faible : 5 kg / habitant / an hors régions oasiennes et 30-40 kg / habitant dans les zones de production. La pâte de dattes et tout récemment le Rob, restent les produits les plus présents sur le marché national, comme produits transformés à base de dattes. Notre étude aura pour objectif principal la description des modes et des techniques de préparation d'un produit alimentaire le maïs éclaté « le pop-corn » enrobé à base de sirop de dattes « Rob » issu de trois variétés dans la région de M'sila. Nous avons fait une analyse physico-chimique (teneur en eau, le pH, la teneur en sucres totaux et la teneur en phénols totaux (PT) et microbiologiques (les moisissures et la flore aérobie mésophile totale « FAMT »). Par conséquent, toutes les analyses d'évaluation microbiologiques ont confirmé la qualité hygiénique de nos produits acceptables et conformes aux normes.

L'analyse sensorielle a été réalisée durant 1 journée avec la présence de nombreux consommateurs pour découvrir la qualité organoleptiques du pop-corn issu de notre innovation. L'évaluation sensorielle avait montrés que le pop-corn à base de sirop de datte variété Mech_degla est le produit le plus apprécié auprès des consommateurs (panel naïf) par rapport aux produits (Degla Beida et Gers).

Mots clés : dattes, sirop de datte, le popcorn, évaluation sensorielles, Rob

ملخص

;

في الواقع ، أنتجت الجزائر خلال الموسم الماضي 1.2 مليون طن من التمور ، أي ما يعادل 14% من الإنتاج العالمي (المجلس الدولي للتمور). لا يزال الاستهلاك الوطني من التمور منخفضاً: 5 كجم / ساكن / سنة خارج مناطق الواحات و30-40 كجم / ساكن في مناطق الإنتاج. لا يزال وحديئاً روب معجون التمر ، أكثر المنتجات حضوراً في السوق الوطنية ، كمنتجات قائمة على التمر. سيكون هدف دراستنا الرئيسي هو وصف طرق وتقنيات تحضير منتج غذائي (الفشار) مصنوع من تمر "روب" بمنطقة المسيلة. لقد أجرينا تحليلاً فيزيائياً كيميائياً (محتوى الماء ، ودرجة الحموضة ، ومحتوى السكر الكلي ، وإجمالي محتوى الفينول ((PT) والميكروبيولوجي (العفن ، (FMAT، ومع ذلك ، فقد أكد التقييم الميكروبيولوجي أن جودة منتجاتنا مقبولة من خلال المساهمة للمعايير.

تم إجراء التحليل الحسي لمدة يوم واحد مع وجود العديد من المستهلكين لاكتشاف الجودة الحسية للفشار وقد أظهر التقييم الحسي أن الفشار المصنوع من شراب التمر mech_degla هو المنتج الأكثر شعبية لدى المستهلكين (لوحة ساذجة) فيما يتعلق بالمنتجات (دجلة البيضاء و الغرس)

التمر ، الفشار ، التقييم الحسي ، التقييم الميكروبيولوجي ؛ الكلمات المفتاحية

Abstract

Algeria has produced during the last season 1.2 million tons of dates, which is equivalent to 14% of world production. The national consumption of dates remains low: 5 kg / inhabitant / year outside the oasis regions and 30-40 kg / inhabitant in the production areas. The date paste and recently the Rob, remain the most present products on the national market, as processed products based on dates. The main objective of our study is to describe the modes and techniques of preparation of food product popcorn "popcorn" coated with date syrup "Rob" from three varieties in the region of M'sila. We made a physico-chemical analysis (water content, pH, total sugar content and total phenol content (TP) and microbiological (molds and total aerobic mesophilic flora "FAMT"). Therefore, all microbiological evaluation analyses confirmed the hygienic quality of our products acceptable and in compliance with the standards.

The sensory analysis was carried out during 1 day with the presence of many consumers to discover the organoleptic quality of the popcorn resulting from our innovation. The sensory evaluation had shown that the popcorn based on syrup of date variety Mech_degla is the product the most appreciated by the consumers (naive panel) compared to the products (Degla Beida and Gers).

Keywords: dates, date syrup, popcorn, sensory evaluation, Rob

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Listes des tableaux et figures

Résumé

Introduction 01

Chapitre I Revue bibliographique

Partie I : Les dattes

1. Production des dattes dans le monde et en Algérie 02

1.2. Production de la datte en Algérie..... 02

2. Description de la datte..... 02

2.1 Aspect botanique..... 02

3. Formation et maturation de la datte 03

3.1 Stades de maturation des dattes..... 03

4. Les variétés des dattes..... 03

5. Caractéristiques physico-chimiques des dattes 04

5.1 Teneur en eau 05

5.2 Le pH..... 05

5.3 Acidité..... 05

5.4 Sels minéraux..... 05

5.5 Fibres..... 06

Chapitre II : Sirop de dattes

1. Généralités.....

2. Situation de la production de sirop de datte..... 06

2.1 Dans le monde..... 06

2.2 En Algérie..... 06

3. Méthodes de préparation du miel de dattes 07

3.1 Procédé par pressurage (méthode traditionnelle) 07

3.2-Procédé par trempage dans de l'eau, à basse température..... 07

3.3 -Procédé par trempage dans l'eau à haute température..... 07

3.3 -Procédé par trempage dans l'eau à haute température..... 07

| | |
|---|----|
| 3.5- Extraction par diffusion | 07 |
| 4. Composition biochimique du sirop des dattes | 08 |
| 5. Propriétés du miel des dattes | 08 |
| 5.1- Propriétés organoleptiques | 08 |
| 6. Le protocole de fabrication de Rob dans la région de Biskra | 08 |
| 6.1. Bienfaits et valeur nutritionnelle du miel de dattes | 10 |
| 7. Utilisations du miel de dattes | 11 |
| 8. Modes de consommation | 11 |

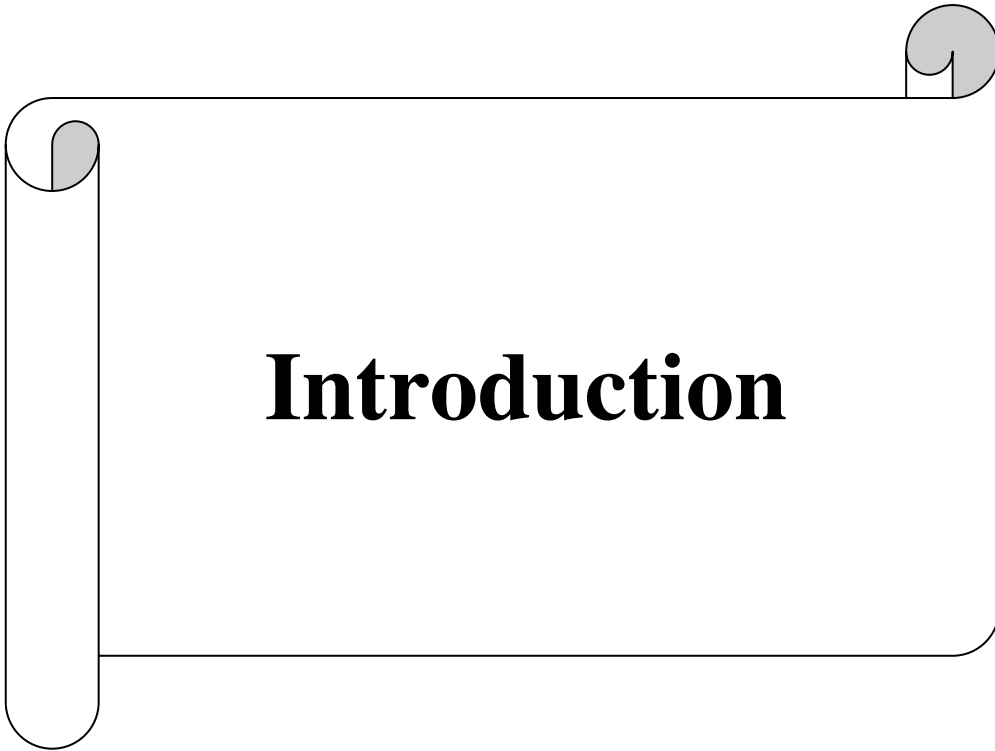
Partie III : Le maïs

| | |
|---|----|
| 1. Description et origine du maïs | 11 |
| 2. Importance du maïs | 12 |
| 3. Les différents types de maïs | 13 |
| 3.1. Le maïs à grains dentés | 13 |
| 3.2. Le maïs farineux | 13 |
| 3.3. Le maïs perlé (éclaté) | 13 |
| 3.4. Maïs hi-lysine | 13 |
| 4. Propriétés nutritionnelles du maïs grain | 13 |
| 5. La structure du grain et les composants majeurs du maïs | 14 |
| 6. Les différentes parties du grain de maïs | 15 |
| 7. Production et importance du maïs | 15 |
| 8-Classification botanique du maïs | 16 |
| 9-Production mondiale | 18 |

Chapitre II Matériel et méthodes

| | |
|--|----|
| 1. La préparation des popcorns à base de sirop de datte « Rob » | 19 |
| 1.1. La préparation des sirops de datte | 19 |
| 1.2. La méthode de préparation du pope corne avec le sirop des dattes | 20 |
| 2. Les propriétés physico-chimiques du popcorn | 21 |
| 2.1. Détermination de la teneur en eau | 21 |
| 2.2. Détermination du pH | 22 |
| 2.3. Détermination de la teneur en sucres totaux | 23 |
| 2.4. Détermination de la teneur en phénols totaux du popcorn | 23 |
| 3. Analyses microbiologiques du popcorn | 24 |
| 3.1. Flore aérobie mésophile totale | 25 |

| | |
|--|----|
| 3.2. Moisissures..... | 25 |
| 4. Analyse sensorielle..... | 25 |
| 4.1. Méthodologie..... | 26 |
| 4.2. Les éléments nécessaires pour l'analyse sensorielle (l'essai triangulaire)..... | 26 |
| 4.2.1. Sujets..... | 26 |
| 4.2.2. Les produits..... | 26 |
| 4.2.3. Lieu des séances de l'analyse sensorielle..... | 26 |
| 4.2.4. Fiche d'évaluation des produits (Questionnaires d'analyses sensorielles)..... | 27 |
| Chapitre III Résultats et discussion | |
| 1. Analyses physico-chimique des échantillons de popcorn..... | 28 |
| 1.1. Teneur en eau..... | 28 |
| 1.2. Le pH..... | 28 |
| 1.3. Teneur en sucres totaux..... | 28 |
| 1.4. La teneur en phénols totaux (PT)..... | 29 |
| 2. Analyses microbiologiques et dénombrement des microorganismes recherchés dans les produits..... | 29 |
| 2.1. Flore aérobie mésophile totale moisissures..... | 29 |
| 3. Analyses statistiques..... | 30 |
| 4. Les résultats d'analyse sensorielle..... | 30 |
| 4.1. La caractérisation des produits..... | 30 |
| 4.1.1-Le pouvoir discriminant par descripteur "attribut sensoriel"..... | 30 |
| 4.1.2 Le coefficient des modèles..... | 31 |
| 4.1.3 Les moyennes ajustées par les produits..... | 34 |
| 4.2. L'Analyse de pénalités..... | 34 |
| 4.3. La cartographie externe de préférence (PREFMAP)..... | 36 |
| 4.4. Analyse de la composante principale..... | 37 |
| 5. Conclusions..... | 39 |
| Références bibliographiques..... | 40 |
| Annexes | |



Introduction

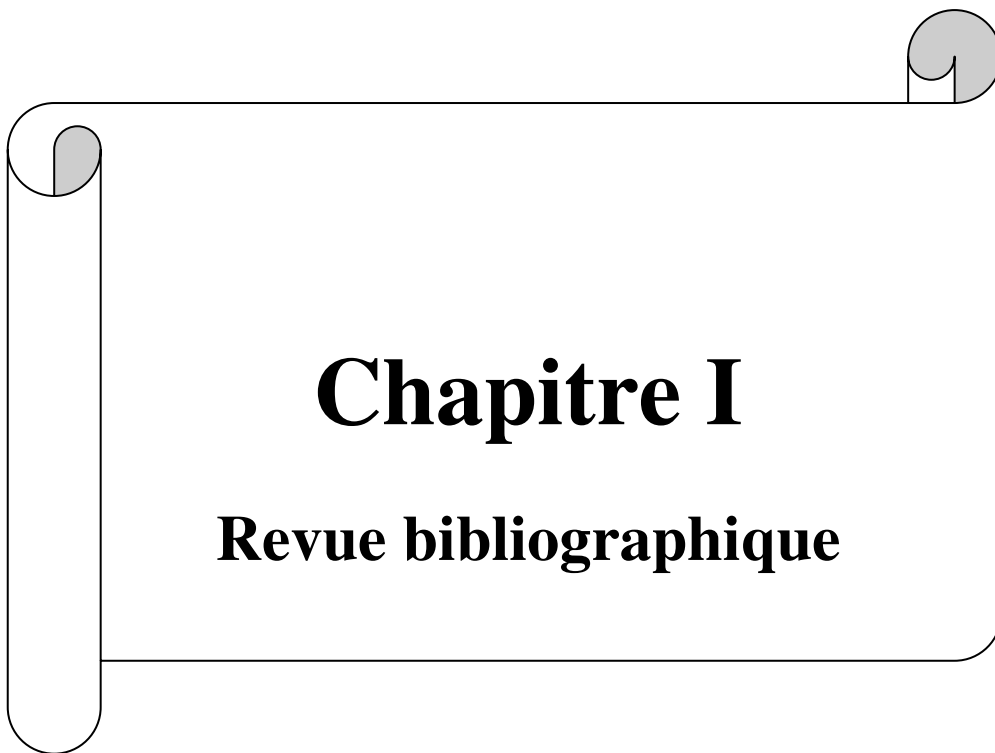
La datte a été depuis des temps immémoriaux un élément très important dans l'alimentation, tant pour les humains (les dattes molles) que pour les animaux (les dattes sèches). L'Algérie est l'un des plus importants producteurs de dattes dans le monde. La production a été estimée à 492 217 tonnes, dont 244 636 tonnes (50%) de dattes semi-tendres (Deglet-Nour) très appréciées des consommateurs (MA/DSAEE., 2001), 164 453 tonnes (33%) de dattes séchées (Degla, Pékin et similaires) et 83 128 tonnes soit 17% de dattes molles (Ghars et similaires).

Le sirop de dattes est un produit naturel extrait des dattes, il est appelé Rub Al Tamr dans le monde arabe il est liquide et très concentré, il peut être utilisé comme un édulcorant. Il peut être fabriqué avec toutes les variétés de dattes de qualité secondaires préférentiellement, il peut être considéré comme un sucre inversé naturellement, car il contient des proportions en glucose et fructose presque égales, et une faible quantité de saccharose, qui peut être inversé en sucres simples lors de l'extraction sous l'effet thermique et acidité du milieu.

Le maïs (*Zea mays* L.) est une plante tropicale herbacée annuelle de la famille des graminées (Poacées). Constituant historiquement l'alimentation de base des civilisations d'Amérique Centrale d'où la plante est originaire. Aujourd'hui, le maïs est devenu la première céréale cultivée dans le monde, devant le riz et le blé. Récolté en grain ou avec toute la plante, le maïs est largement utilisé dans l'alimentation animale et humaine, et pour des usages industriels.

Le pop-corn, popcorn, maïs soufflé, ou maïs éclaté, est une céréale soufflée produit par un chauffage fort de grains de maïs. Il existe une seule variété de maïs capable de produire du pop-corn : le maïs à éclater (*Zea mays* var. *everta*). Ce maïs donne des grains plus petits que le maïs commun, mais ceux-ci ont un albumen beaucoup plus résistant. Le pop-corn se consomme nature, au beurre, salé ou sucré, mais on peut aussi le consommer assaisonné, avec du chocolat et du caramel entre autres d'autres produits d'innovation telle que le Rob ou sirop de dattes.

Dans cet objectif notre étude vise à améliorer les qualités organoleptiques et sensorielles du popcorn assaisonné au sirop de dattes issu de trois variétés à savoir : Mech degla, Degla beida et Gers. Pour se faire, notre travail est subdivisé en trois chapitres : une revue bibliographique sur les dattes, le sirop ou Rob et le maïs, un second chapitre matériel et méthodes et on termine par le troisième chapitre des résultats et discussion.



Chapitre I

Revue bibliographique

Partie I : Les dattes

1. Production des dattes dans le monde et en Algérie

1.2. Production de la datte en Algérie

L'Algérie est l'un des plus importants producteurs de dattes dans le monde. La production a été estimée à 492 217 tonnes, dont 244 636 tonnes (50%) de dattes semi-tendres (Deglet-Nour) très appréciées des consommateurs (MA/DSAEE., 2001), 164 453 tonnes (33%) de dattes séchées (Degla Pékin et similaires) et 83 128 tonnes soit 17% de dattes molles (Ghars et similaires). Actuellement, la palmeraie algérienne compte plus de 11 millions de palmiers répartis dans les 09 wilayas sahariennes : Biskra, El-Oued, Ouargla, Ghardaïa, Adrar, Béchar, Tamanrasset, Illizi et Tindouf (Buelguedj., 2007). Près de 58,14 % de la production nationale de dattes est réalisée par deux wilayas : El-Oued (29,54%) et Biskra (28,6%) (Anonyme., 2002). Ces variétés sont les fruits du choix des agriculteurs et elles sont classées comme "variétés indigènes".

2. Description de la datte

2.1 Aspect botanique

Les dattes sont le fruit du palmier dattier, généralement allongées ou rondes. Il se compose d'un noyau dur entouré de pulpe. La partie comestible d'une datte, appelée pulpe est constituée de :

- Le mésocarpe généralement charnu, dont la consistance varie en fonction de la teneur en sucre et est de couleur plus foncée.
- L'endocarpe est de couleur plus claire et de texture fibreuse, parfois se transformant en membrane amniotique entourant le noyau (ESPIARD., 2002).

Les dattes varient considérablement en taille, allant de 2 à 8 cm de longueur et de 2 à 8 grammes de poids, selon la variété. Leurs couleurs vont du jaune-blanc au noir, en passant par l'ambre, le rouge et le marron plus ou moins foncé (Djerbi., 1994).

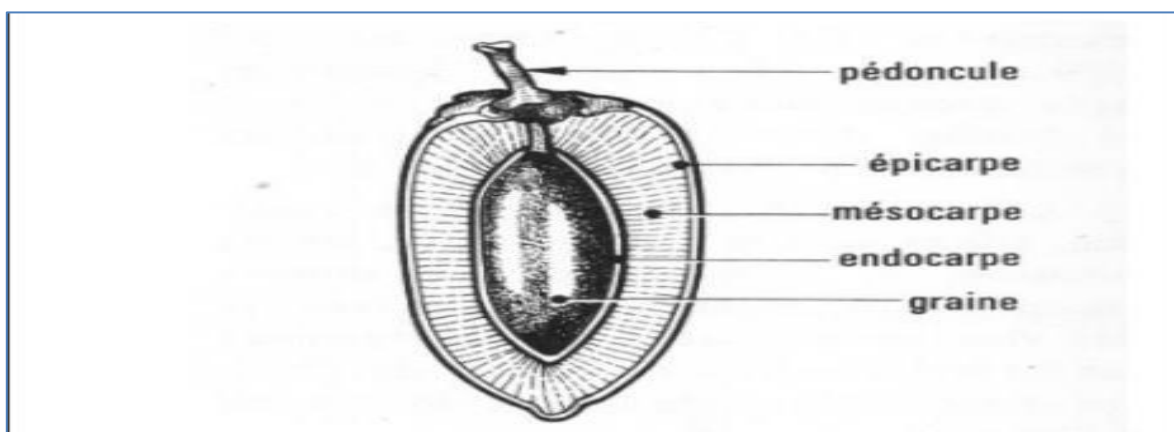


Figure 01 : Coupe longitudinale d'une datte (Richarde., 1972)

3. Formation et maturation de la datte

Au cours de sa formation et de sa maturation, le fruit passe par un certain nombre d'étapes, résumées en quatre étapes, connues sous ses noms arabes : Kimri, khalal, Routab et tamar (Booij et al., 1992). On peut distinguer différentes étapes d'évolution de la datte (Sawaya et al., 1983 ; Al-Shahib et al., 2003) ; chaque étape porte un nom spécifique, selon le pays. En Algérie : Loulou, Khalal, Bser, Martouba et Tmer ; cependant, la plupart des auteurs utilisent la terminologie utilisée en Irak et dans de nombreux pays arabes. Cinq stades de maturation phénologique ont ensuite été utilisés dans (Dawson, 1963 ; Munier, 1973 ; Akidi., 1987 ; Barreveld, 1993 ; Beker, 2002 ; Belguedj, 2002; IPIGRI., 2005), Ils sont:

3.1 Stades de maturation des dattes : Les différents stades de maturation des dattes peuvent être définis comme suit:

- **Bounoune, Lou Lou**

Cette étape commence immédiatement après la fécondation et dure environ cinq semaines. A ce stade, le fruit est entièrement recouvert de fleurs et sa croissance est lente (Djerbi, 1994).

- **Blah, Khalal ou Kimri**

Cette phase dure environ sept semaines et se caractérise par une augmentation rapide du poids et du volume des dattes. Le fruit a un goût vert vif et piquant dû à la présence de tanins (Djerbi, 1994).

- **Bser ou suffar**

Les sucres totaux atteignent leur maximum en fin de phase. Selon le clone, le vert vire au jaune, au rouge et au marron. La datte atteint son poids maximum au début de cette phase. Elle dure en moyenne quatre semaines (Djerbi, 1994).

- **Nokar, Routab ou Martouba**

Le jaune ou le rouge du stade khalal devient sombre ou noir. Les caractéristiques de cette étape sont qu'avec la diminution de la teneur en eau, le degré de gonflement du fruit diminue, les tanins attachés à la peau externe du fruit ne sont pas dissous et la teneur en monosaccharide augmente, de sorte que le fruit a un goût sucré. Cette phase dure deux à quatre semaines (Djerbi, 1994).

- **Tamr ou Tamar**

C'est la dernière étape de maturation des dattes. Les fruits perdent beaucoup d'eau, d'où un rapport sucre/eau élevé (Djerbi, 1994).

4. Les variétés des dattes

Ils sont nombreux et varient en saveur, consistance, forme, couleur, poids et taille (Belguedj, 2002). En Algérie, il existe plus de 940 variétés de dattes, les principales variétés cultivées sont :

- **Deglet Nour**

Excellente variété commerciale. C'est une datte semi-molle et est considérée comme la meilleure variété pour son apparence, sa douceur et sa saveur. A maturité, la datte est brun ambré, avec un exocarpe lisse légèrement ridé et brillant et un mésocarpe fin légèrement fibreux (Hanachi et al., 1998).

- **variétés communes**

Ces variétés sont moins importantes économiquement que Deglet-Nour. Les plus courants sont : Ghars, Degla-Beïda et Mech-Degla (Hanachi et al., 1998).

5. Caractéristiques physico-chimiques des dattes

Selon Estanove (1990), la datte se compose essentiellement, comme le montre la figure 2:

- d'eau
- de sucres : Saccharose, Glucose, Fructose
- de non sucres : protides, lipides, cellulose, sels minéraux, vitamines... etc.

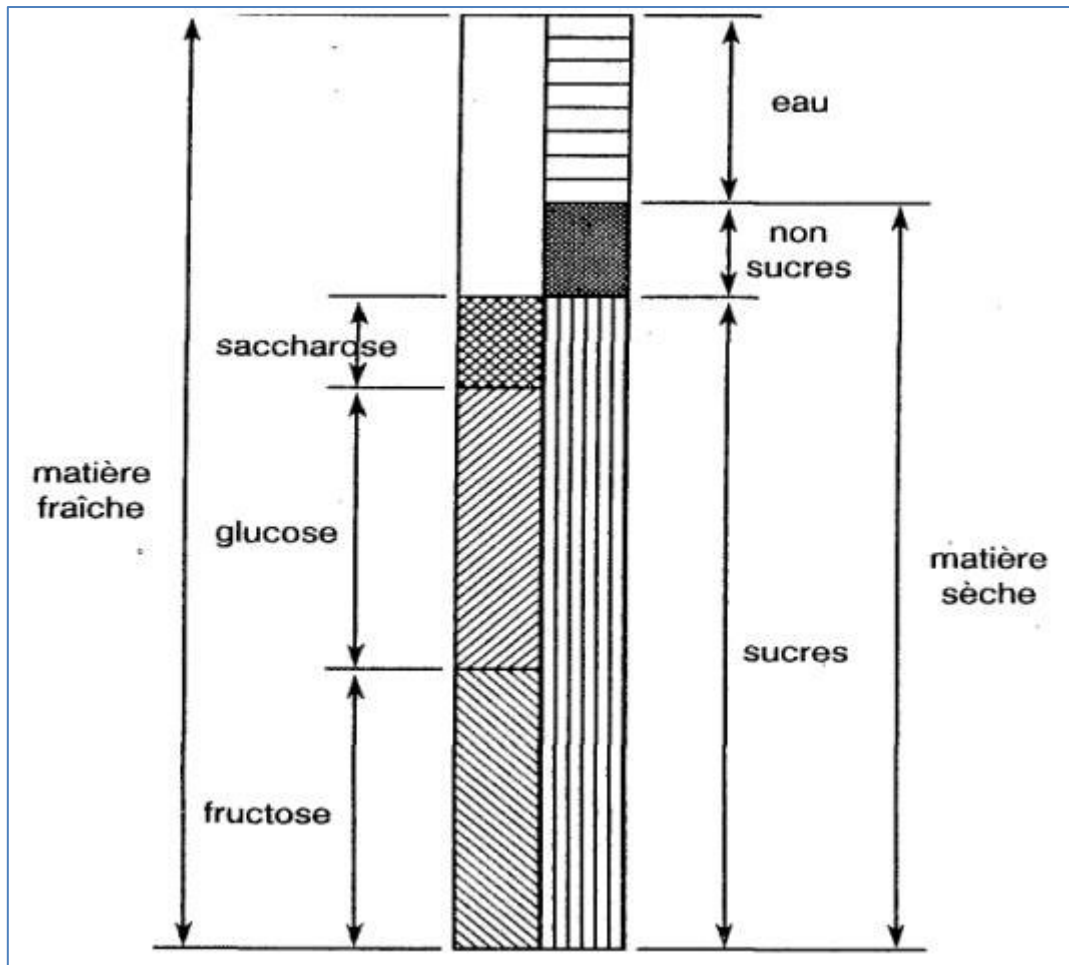


Figure 02 : Composition de la datte (Estanove, 1990)

5.1 Teneur en eau

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

5.2 Le pH

Le pH de la datte est légèrement acide, il varie entre 5 et 6. Ce pH est préjudiciable aux bactéries mais approprié au développement de la flore fongique (Reynes et al., 1994).

5.3 Acidité

L'acidité de la datte est faible et varie entre 2.02 et 6.3 g d'acide/Kg (Bessas, 2008).

5.4 Sels minéraux

Les minéraux et oligo-éléments sont remarquablement abondants dans ce fruit ; la datte renferme 1.5 à 1.8 g par 100 g. C'est un fruit le plus riche en potassium (plus de 670 mg par 100 g), en calcium (62 mg) et en magnésium (58 mg) ainsi qu'en fer (3mg). Cuivre, zinc, manganèse sont également présents à des niveaux intéressants (Messaid, 2008).

5.5 Fibres

Parmi les agents qui interviennent dans les changements de fermeté de la datte au cours de l'affinage et de la conservation, on trouve les composants pariétaux : la pectine, la cellulose, l'hémicellulose et la lignine (Benchabane et al., 1995).

Plusieurs auteurs ont étudié l'évolution des fibres au cours de la maturation : la teneur en fibres totales oscille en moyenne entre 3 % et 14 % de matière sèche ; la teneur en fibres totales (TF) (définies comme la pectine, l'hémicellulose, la cellulose et la somme de lignine) dépend du stade de maturité de la datte. Cette proportion varie de 13.7 % au premier degré à 3,6 % au quatrième degré (El-Zogby, 1994). Il en est de même pour la pectine (Rygg, 1946).

La teneur en fibres totales (TF) diminue à mesure que les dattes perdent leur fermeté (El Zoghbi, 1994). La pectine favorisant la formation de gélatine, la fibre contenue dans les dattes a une signification technique, d'où les confitures, gelées, etc. Cependant, les fibres (substances insolubles ou pectiques) peuvent gêner l'extraction du jus de dattes, surtout lorsqu'il fait froid.

Chapitre II : Sirop de dattes :

1. Généralités :

Le sirop de datte, appelé aussi « dibs » ou « miel de datte » connu dans le monde arabe comme « Rob AT-Tamr » il peut être fabriqué avec toutes les variétés de dattes de qualité secondaires (rebuts des dattes) (Mimouni, 2015). Le sirop de dattes, une denrée alimentaire sucré marron épais- foncé extrait à partir des dattes ; Son goût est plus doux que celui du sirop de saccharose et il a une bonne saveur unique (Alanazi, 2010). Le sirop de dattes est un produit naturel extrait des dattes, il est liquide et très concentré, il peut être utilisé comme un édulcorant (Munier, 1973). Il peut être considéré comme un sucre inverti naturellement, car il contient des proportions en glucose et fructose presque égales, et une faible quantité de saccharose, qui peut être inverti en sucres simples lors de l'extraction sous l'effet thermique et acidité du milieu (El-Ogaidi, 1987).

2. Situation de la production de sirop de datte :

2.1 Dans le monde :

Le sucre de canne et de betterave fait l'objet d'une importante production industrielle, tandis que le sirop de dattes commence tout juste à être produit industriellement, bien qu'il soit depuis longtemps fabriqué par les dattiers. Les Irakiens se sont intéressés à la technologie moderne pour réduire leur dépendance vis-à-vis des pays étrangers (Wagued, 1973).

2.2 En Algérie

La quantité de dattes produites varie d'une année à l'autre dans les Wilayas concernées. L'Algérie est prête à mettre tous les moyens matériels et financiers afin d'améliorer cette

filière, notamment les conditions générales pour valoriser les dattes. Mielleusement, le traitement des dattes pour produire le sirop et d'autres produits dattier reste toujours conséquent (Mimouni, 2009).

3. Méthodes de préparation du miel de dattes :

3.1 Procédé par pressurage (méthode traditionnelle) :

Le principe de ce procédé repose sur la méthode de conditionnement. Généralement placé dans un sac en toile (Btana), qui est un moyen de conservation de la datte doux (Ibrahim et Khalil, 1997). Après le nettoyage et l'hydratation des dattes, le miel s'attire sous l'effet de la température, l'humidité et le poids des fruits ; le rendement de ce dernier est très faible variant entre 10 à 15% du poids des dattes (Mimouni, 2015). Le miel obtenu (miel traditionnel) est un produit naturel très concentré (de l'ordre de 82%), avec une odeur, goût et couleur de la datte utilisé (Atef et Mohamed, 1998).

3.2-Procédé par trempage dans de l'eau, à basse température :

Les dattes sont trempées dans de l'eau ni chaud ni froid pendant environ 8 heures et plus. L'extrait obtenu, après filtration et élimination des fibres et des noyaux, est porté à chauffage de nouveau sur un feu doux, pour éliminer l'excès d'eau et le condenser. L'inconvénient de cette procédés c'est le sirop qui n'a pas toujours la même texture et concentration. En plus il y un risque de fermentation (El-Ogaidi, 2000).

3.3 -Procédé par trempage dans l'eau à haute température :

Ce procédé est fréquemment utiliser, spécialement en Irak. Il consiste à mettre les dattes dans l'eau à haute température (environ 90°C), en utilisant directement ou indirectement la vapeur d'eau, le chauffage permet une extraction très intense ; après la filtration de l'extrait, le jus obtenu contient des impuretés qui sont éliminer de la solution de sucre par carbonatation (Mimouni, 2009). Le miel obtenu est de couleur marron foncée, d'un goût et d'une odeur d'un sucre brûlé à cause d'utilisation de haute température (Hassan, 2000).

3.4- Extraction avec enzymes (cellulase et pectinase) :

Elle consiste à tremper d'une pâte de dattes dans l'eau puis porter à ébullition. Après la filtration la solution subit un traitement enzymatique (cellulase et pectinase) pour la clarification (Chikhrouhou et al., 2006 ; AL-Sharnoubi et al .,2014).

3.5- Extraction par diffusion :

Cette méthode repose sur la macération de dattes dans l'eau maintenue à 80°C pendant 24 heures. Le principe est basé sur le passage, selon les lois de diffusion par transport passif, le jus est ensuite obtenu après décantation et passage à travers une gaze. Pour l'obtention de

miel concentré, il faut faire une condensation de jus récupéré à une température de 60°C (Mimouni et Siboukeur , 2011).

4. Composition biochimique du sirop des dattes :

Les dattes contiennent un mélange de sucres dont la majorité est sous forme de sucres réducteurs, mais du point de vue alimentaire, ils ont globalement la même valeur énergétique. Le miel de dattes se caractérise par une teneur en eau de 25% du poids frais et une teneur élevée en sucres totaux qui représente 96% (Mimouni, 2009). Les éléments minéraux et les protéines sont présents en faibles quantités ; et les substances bioactives comme les polyphénols totaux qui sont élevées par rapport à celles des matières premières (Mimouni, 2009). Généralement ; les compositions biochimiques du miel de dattes se présentes dans le **tableau 01**.

Tableau 01 : Compositions biochimiques de sirop de datte.

| Composants | Benharzallah et Bouhoureira (2014) | Bouhoureira (2014) Mimouni et Siboukeur (2011) (variété Ghars) |
|-------------------|------------------------------------|--|
| Teneur en eau | 16 | 13.7 |
| Solides solubles | 84 | 86.3 |
| Sucres totaux | 79.45 | 80.73 |
| Sucres réducteurs | 4.87 | 79.96 |
| Protéines | 0.83 | 1.15 |
| Pectines | 1.46 | 3.86 |

5. Propriétés du miel des dattes :

5.1- Propriétés organoleptiques :

➤ Goût :

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

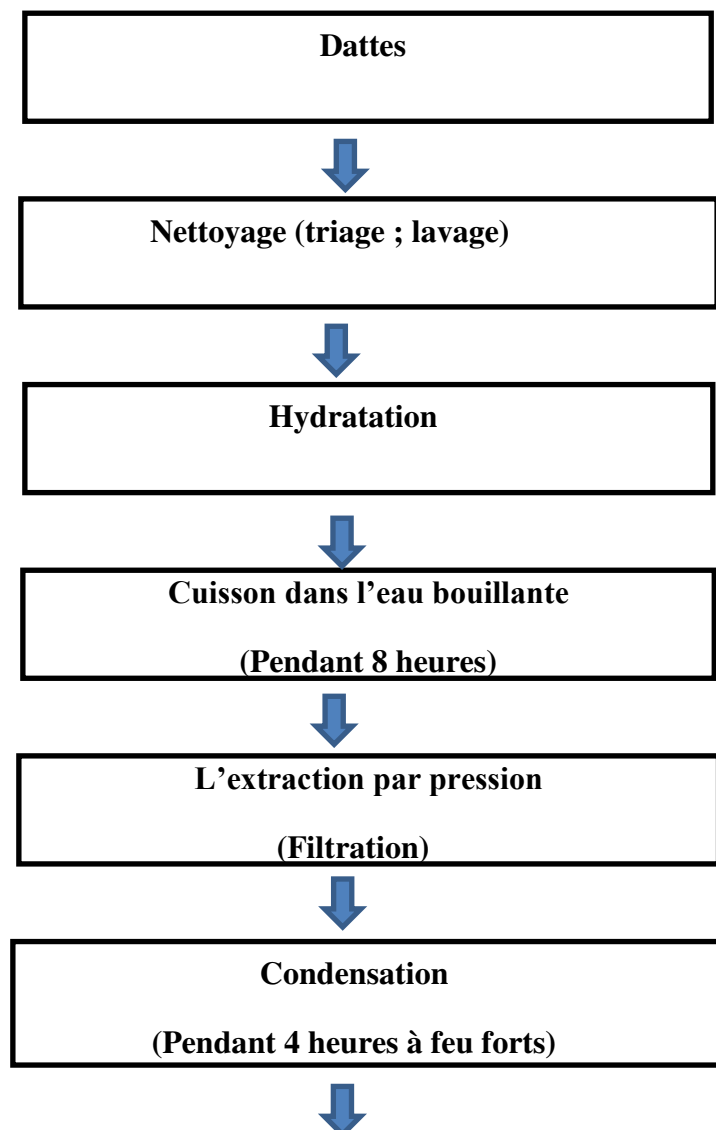
➤ Couleur :

Le miel de datte peut prendre une couleur noir rougeâtre dans des flacons transparents (Abdelfattah, 1990). Selon Munier (1973), le miel de dattes est un produit stable d'une couleur brune.

6. Le protocole de fabrication de Rob dans la région de Biskra :

Obtenir les dattes des producteurs ; la variété choisie c'est le (mech degla); la première étape c'est le Nettoyage des dattes avec l'eau et l'élimination des impuretés (triage et lavage). Ensuite, faire tremper les dattes dans l'eau pendant 8 heures ; pour l'hydratation de ce dernier et faciliter sa cuisson ; après ça porter les dattes à la cuisson dans un grand récipient (mettre 1/3 volume des dattes dans 2/3 volume d'eau) pendant 8 heures à une température d'environ 75-80 °C jusqu'à l'obtention d'un sirop de couleur marron et les dattes deviennent très doux et s'écrasent facilement. A l'aide d'une gaze ou un morceau de tissu ; faire l'extraction par pression ou bien la filtration pour prendre le sirop des dattes non concentré ; et porter le à l'ébullition pendant 4 heures sur un feu fort afin de condenser.

L'étape suivante c'est la deuxième filtration pour éliminer les fibres ; laisser le miel des dattes refroidir un peu de temps ; et finalement faire l'emballage dans des bouteilles en verre pour une meilleure conservation.



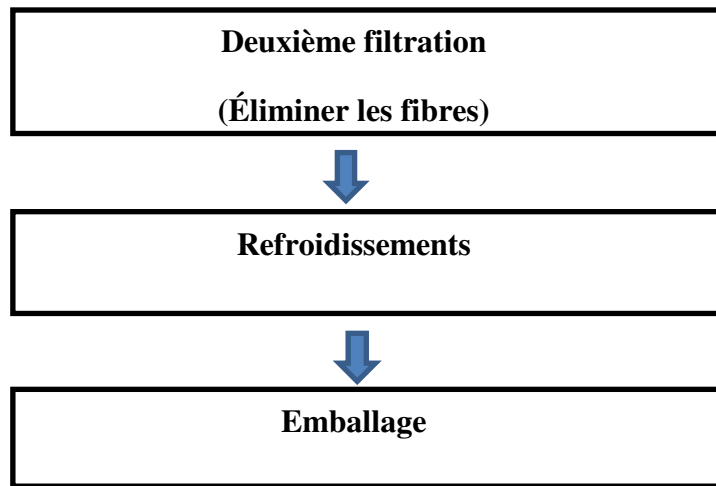


Figure 03. Diagramme de fabrication du rob à Biskra



Figure 04 : Miel des dattes

6.1. Bienfaits et valeur nutritionnelle du miel de dattes :

La composition chimique et la valeur nutritionnelle du sirop de dattes ont été bien étudiées (Al Hooti et al., 2002; Abbès et al., 2011). Le miel de dattes est un aliment avec une valeur nutritionnelle très élevée et donne l'énergie nécessaire pour l'activité quotidienne de l'individu. Puisqu'il est riche en minéraux et les fibres solubles et insolubles ; les acides aminés ; les acides organiques ; ainsi il contient un mélange complexe des autres polysaccharides, les polyphénols et les caroténoïdes. Le miel des dattes contient des antioxydants. L'activité antioxydant de ce composant a été attribuée à divers mécanismes tels que piégeage des radicaux ; la décomposition des peroxydes, la liaison des catalyseurs aux ions de métaux de transition, et la capacité réductrice (Fontaine et al., 2002 ; Atmani et al., 2009). Le miel de dattes est riche en vitamines du groupe B : vitamine B₃ (1,7 mg), vitamine B₅ (0,8 mg), vitamine B₆ (0,15 mg) et vitamine B₂ (0,10 mg) (El Arem et al., 2011).

7. Utilisations du miel de dattes :

Des instituts diététiques modernes dans le monde entier recommandent l'utilisation régulière de dattes et ses sous-produits pour leurs effets sur l'organisme (Abbes et al., 2011). Le miel de dattes est riche en certains nutriments (sucres, composés phénoliques, etc.). En raison de sa forte teneur en sucre, il fournit une bonne source d'énergie rapide. En effet ; Une teneur élevée en sucre devrait justifier leur utilisation comme source de sucre liquide, convenant à de nombreux produits alimentaires tels que : bases de boissons, produits de boulangerie, glaces et bonbons (Abbes et al., 2011 ; Besbes et al., 2009). Également utilisé comme édulcorant et agent aromatisant pour les produits laitiers tels que le lait fermenté (Abbes et al. 2015).

Des recherches ont été faites pour utiliser le sirop de dattes dans la préparation des gâteaux, des biscuits et pains sucrés et pour une utilisation directe sur crêpes. En outre, le sirop de dattes peut être utilisé pour remplacer le caramel dans les bars de bonbons (Barreveld, 1993)

8. Modes de consommation :

Le rob peut remplacer toutes sources de matière grasse, de datte ou même de miel et sucre. En effet, selon Boussaid et al. (2020), le miel des dattes est riche en éléments nutritifs dont le taux de cendres varie entre 2,64% et 3,21% avec une teneur en glucides relativement élevée variant entre 69,7 à 72%. Plusieurs modes de consommation sont enregistrés :

- Il peut être consommé avec des crêpes ou du pain surtout en petit-déjeuner à la place de la confiture et le beurre.
- Il peut être additionné au « mesfouf » (couscous fin) et consommé surtout au ramadhan (Shour) à la place du miel, de la matière grasse et du raisin.
- Plusieurs autres plats traditionnels peuvent être consommés avec du rob tels que r'fis tounsi, aassida, corsa, etc.

Partie III : Le maïs

Le maïs (*Zea mays* L.) est une plante tropicale herbacée annuelle de la famille des graminées (Poacées). Constituant historique de l'alimentation de base des civilisations d'Amérique Centrale d'où la plante est originaire. Aujourd'hui, le maïs est devenu la première céréale cultivée dans le monde, devant le riz et le blé. Récolté en grain ou avec toute la plante, le maïs est largement utilisé dans l'alimentation animale et humaine, et pour des usages industriels.

1. Description et origine du maïs :

Le maïs aussi appelé blé d'Inde au Canada est une plante tropicale herbacée annuelle, largement cultivée comme céréale pour ses grains riches en amidon, mais aussi comme plante fourragère (Baubricourt et Hedin, 1988). Le maïs, *Zea mays*. L, appartient au genre *Zea*, famille des Poaceae, tribu des Andropogoneae. C'est une céréale herbacée annuelle, à tallage généralement faible ou même nul et au système racinaire fibreux abondant. Il existe plusieurs variétés de maïs cultivées pour l'alimentation humaine : le maïs doux, le maïs perlé, le maïs denté, le maïs farineux et le maïs vitreux, qui est également utilisé comme fourrage. Le maïs ordinaire immature, sur l'épi, fait l'objet d'une très grande consommation, soit bouilli, soit grillé. Le maïs farineux, quant à lui, a un grain à l'albumen tendre, très utilisé dans l'alimentation au Mexique, au Guatemala et dans les pays andins. Il est apparu plus récemment d'autres variétés: les maïs riches en huile (appréciée dans l'alimentation humaine par la présence d'antioxydants qui la rendent plus stable), les maïs cireux (forte teneur en amylopeptine, utilisés par certaines industries agroalimentaires ou papeteries comme épaississant), les amylo-maïs (forte teneur en amylose, utilisés par l'industrie comme films pour l'emballage des aliments), etc.

2. Importance du maïs :

Les utilisations du maïs varient beaucoup selon le niveau économique des pays. Il est utilisé pour :

- **L'alimentation humaine** : le maïs est consommé soit sec, frais ou sous forme de farine ou de semoule, soit sous forme d'épis immature, soit en bouillie, soit encore sous forme de biscuits en mélange avec le soja (Anonyme, 1998). Les germes de maïs donnent de l'huile qui sert pour l'alimentation humaine et pour la fabrication de margarines.
- **L'alimentation animale** : le maïs est consommé sous forme de farine, de brisures, en grains ou comme fourrage vert en plante entière (tiges-feuilles-épis) consommée par les animaux (Anonyme, 1998).
- **La production industrielle** : le maïs est utilisé en biscuiterie, en pâtisserie, en brasserie, en distillerie... pour l'industrie agro-alimentaire ; l'industrie de la semoule et celle de l'amidon, fabrication de la colle pour l'industrie textile, édulcorant, produits de l'industrie pharmaceutique, des plastiques biodégradables, de savons, de vernis, de papetiers, de textiles artificiels et est aussi utilisé dans l'industrie chimique pour la production de biocarburants et de plastiques.

- **L'ornementation** : comme plante ornementale pour certaines formes de maïs surtout des variétés curieuses par leur épi panaché de différentes couleurs, ou de forme particulière comme le maïs-fraise, ou par leur taille, variétés géantes (Anonyme, 2012)
- **Plante pour la décoration** : en utilisant le maïs comme plantes décorative dans les jardins et la raison est due à l'épi avec des couleurs différentes ou en raison de la longueur atteint jusqu'à 3,6 m (Girardin, 1999).

3. Les différents types de maïs :

Il existe cinq principales variétés de maïs :

3.1. Le maïs à grains dentés : C'est l'espèce la plus cultivée aux U.S.A. L'extrémité de sa graine contient de la féculé molle qui se rétrécit et forme une dent en haut du grain.

3.2. Le maïs farineux : Composé essentiellement de féculé molle et largement cultivé dans la région des Andes en Amérique du Sud. Il est plus susceptible à l'attaque des insectes d'entreposage et se casse plus facilement que les espèces plus dures.

3.3. Le maïs perlé (éclaté) : C'est en fait une forme extrême du maïs vitreux. Le maïs sucré: Son contenu en sucre est au moins deux fois plus élevé que celui du maïs ordinaire. Il est consommé sous forme immature lorsque son rendement en grains n'en est qu'à un tiers de son potentiel. Il est plus susceptible à l'attaque des insectes lors de sa culture, ceux-ci s'attaquant particulièrement aux épis.

3.4. Maïs hi-lysine : À haute teneur en lysine, dont le contenu en lysine est plus du double. Cette espèce en est presque au stade d'application en masse, maïs il faudra résoudre certains problèmes de culture et d'entreposage avant d'en arriver à ce stade (Gay, 1978).

4. Propriétés nutritionnelles du maïs grain :

Chaque fraction anatomique du grain de maïs possède des atouts nutritionnels ;

- **L'amande** contient l'amidon (constituant majoritaire), source de glucides complexes, qui est absorbé plus lentement dans l'intestin que la plupart des glucides simples tels que le sucre et qui représente le nutriment énergétique principal essentiel au fonctionnement des muscles et du cerveau. L'amidon contient également des protéines, présentes en quantités intéressantes. Les caroténoïdes, aux propriétés anti-oxydantes, sont également concentrés dans l'amande du grain.

- **Le germe** est riche en lipides insaturés, qui sont à privilégier par rapport aux autres classes d'acides gras (les acides gras insaturés, ne représentant que 13% des acides gras totaux, en vitamine E et oligo-éléments (fer, zinc, magnésium, potassium).
- **Les parties périphériques**, péricarpe et couche à aleurone, contiennent des fibres alimentaires, facteurs de régulation du transit intestinal, ainsi que des phytostérols qui limitent l'absorption intestinale du cholestérol, et des acides phénoliques aux vertus anti- oxydantes (Benetrix, 2006).

Le maïs a la particularité d'être très riche en micronutriments antioxydants, qui neutralisent les effets néfastes des radicaux libres. Les caroténoïdes, la vitamine, les composés phénoliques ou encore le zinc contribuent à protéger notre organisme des agressions externes (pollution, stress, tabac, UV, etc.). Le maïs peut également contribuer, de par sa variabilité de teneur et de composition en amidon, à une meilleure gestion de la glycémie. Le magnésium, qui joue de nombreux rôles physiologiques, puisqu'il intervient notamment dans la synthèse des protéines, la transmission de l'influx nerveux ou encore la contraction musculaire, est présent dans le maïs à des concentrations déjà intéressantes sur le plan nutrition-santé (Benetrix, 2006).

5. La structure du grain et les composants majeurs du maïs :

Le grain de maïs est caractérisé par une grande hétérogénéité et une complexité de sa structure physique. Comparativement à d'autres céréales (riz, blé, avoine), le maïs est couvert d'une pellicule qui occupe une proportion relativement faible (~5%) de la masse totale du grain. Son embryon (germe), qui occupe une position subcentrale, représente environ 11% de poids total du grain et est constitué de 33% d'huile ainsi que des protéines autres que celles de stockage (Tableau 01) (Li et Vassal, 2004)

Tableau 02 : Composition chimique du maïs

| | Amidon | Protéines | Lipides | Sucre libers | Cendres |
|---------------------|---------------|------------------|----------------|-------------------------|----------------|
| Grain entier | 71.50 | 10.30 | 4.80 | 1.97 | 1.44 |
| Endosperme | 86.40 | 9.40 | 0.80 | 0.64 | 0.31 |
| Germe | 8.20 | 18.80 | 34.50 | 10.81 | 10.10 |
| Enveloppe | 7.30 | 3.70 | 1.00 | 0.34 | 0.84 |
| Funicules | 5.30 | 9.10 | 3.8 | 1.61 | 1.59 |

L'endosperme qui constitue la fraction pondérale la plus importante du grain est constitué en majeure partie de l'amidon et de protéines. L'endosperme farineux, friable, occupe les parties centrales du grain et entoure l'embryon. L'endosperme corné, plus dur, occupe quant à lui la périphérie.

6. Les différentes parties du grain de maïs :

Le grain de maïs se compose de 3 parties principales ;

- **Le péricarpe ou enveloppe:** c'est la pellicule cellulosique qui protège le grain pendant sa formation dans l'épi, au cours de sa conservation et aussi pendant la levée, dans le sol, en limitant l'entrée des moisissures et des bactéries. Toutefois le péricarpe n'est pas étanche et permet le passage de l'air et de l'eau.
- **L'endosperme ou amande:** constitue presque tout l'intérieur du grain et se compose principalement de minuscules grains d'amidon. On y trouve l'essentiel des réserves énergétiques qui nourrissent la plantule au moment de la germination.
- **Le germe ou embryon comprend 2 parties:** la plantule (future plante) et le cotylédon (réserve de nourriture très facilement assimilable, destinée à la plantule) qui contient l'essentiel des matières grasses du grain dans le cas des céréales (Maybelline et Abdou, 2012).

Tableau 03 : Composition chimique approchée des principales parties des grains de maïs (%) (Godon et Willim, 1988).

| Composant chimique | Périscarpe | Mésocarpe | Germe |
|-----------------------|------------|-----------|-------|
| Protéines (%) | 3,7 | 8.0 | 18,4 |
| Extrait à l'éther (%) | 1.0 | 0.8 | 33.2 |
| Fibres brutes (%) | 86.7 | 2.7 | 8.8 |
| cendres (%) | 0.8 | 0.3 | 10.5 |
| amidon (%) | 7.3 | 81.6 | 8.3 |
| sucre (%) | 0.34 | 0.62 | 10.8 |

7. Production et importance du maïs :

Le maïs est aujourd'hui la première céréale cultivée dans le monde avec 638 043 432 millions de tonnes en 2003 (Dewaminou, 2004). En Afrique, le maïs est cultivé sur l'ensemble du continent où il constitue la céréale la plus produite avec une superficie de 27 113 910 ha et une production de 43 522 313 millions de tonnes en 2003 (Dewaminou, 2004). En ASS, le maïs est produit principalement pour l'alimentation humaine, soit frais ou produit transformé. En outre, le maïs est produit pour l'alimentation animale et les utilisations industrielles telles que l'amidon, la farine, l'éthanol, le sirop de cuisson et croustillante. Selon le FAO-STAT (2013) un total de 885,3 millions de tonnes métriques de maïs a été réalisé à travers le monde. Sur ce total, l'Afrique a contribué à 65,7 millions de tonnes soit 7,2%. La faible contribution de l'Afrique à la production de maïs est principalement due au faible rendement moyen par unité de surface, au manque de connaissances scientifiques et pratiques adéquates (Law-Ogbomo et Remisons, 2008) et à la faible utilisation de fertilisants (Fakorede et al., 2001). Selon l'étude réalisée par CIMMYT (2009), la demande pour le maïs dans les pays en développement dépassera celle de blé et de riz à l'horizon 2020. Par ailleurs, entre les périodes 1995 et 2020 la consommation mondiale et de l'Afrique subsaharienne du maïs devrait augmenter de 50% et 93% respectivement, indiquant l'importance de la culture à la fois en Afrique et dans le monde.

8-Classification botanique du maïs

Le maïs (*Zea mays* L.) appartient à la classe des Liliopsida, de la famille des graminées, de la sous famille des panicoidae comme le sorgho et la canne à sucre et au genre *Zea*. Plus de cinq mille variétés de maïs ont été répertoriées dans le monde, plus de trois cent d'entre elles étaient déjà développées en Amérique au cours de la période pré colombienne. Ces variétés sont traditionnellement regroupées en sept types selon les particularités de l'albumen des caryopses et la morphologie de l'épi femelle. (Ten Hoopen Et Maïga, 2012)

a)-Le maïs tunique ("Pod corn") :

Il est le seul type à posséder des glumelles non réduites qui enveloppent complètement chaque caryopse, ce type de maïs assez peu connu est le résultat d'une mutation contrôlée par un seul gène dominant (Tu) localisé dans le chromosome 4 et, contrairement à ce que l'on pourrait supposer, il n'est pas considéré comme une forme primitive. La plante n'est fertile qu'à l'état hétérozygote (Tu/tu).

b) -Le maïs fulminant ("Popcorn") :

Il est considéré comme le type le plus primitif, possède un albumen durci entourant une zone restreinte d'amidon mou (plus hydraté) qui à la cuisson provoque son expansion et "l'explosion" violente du caryopse exposant l'intérieur de celui-ci. Ce trait est contrôlé par un gène dominant localisé sur le chromosome 3 bien que plusieurs gènes régulateurs influencent aussi son expression.

c)-Le maïs à albumen corné ("Flint corn") :

La totalité de l'albumen est de type dur, non hydraté. Ce caractère est contrôlé par un gène récessif localisé dans le chromosome 3 et plusieurs gènes régulateurs dans d'autres chromosomes.

d)-Le maïs indenté ("Dent corn") :

Il est composé d'un albumen mou dans la région distale de la graine qui a tendance à s'invaginer à cause de la déshydratation partielle lors du développement de l'épi ; un gène récessif au chromosome 2 contrôle ce caractère.

e)-Le maïs amylicé ("Soft corn") :

La totalité de son albumen est composé d'amidon fortement hydraté ; contrôlé par un gène récessif localisé dans le chromosome 2.

f)- Le maïs sucré ("Sweet corn") :

Il contient un pourcentage plus élevé de sucres (6-10 %) que les autres types de maïs; contrôlé par un gène récessif localisé dans le chromosome 4.

g)- Le maïs visqueux ("Waxy corn") :

Contrairement à celui des autres types dont l'amidon est formé par une structure contenant 71-72 % d'amylopectine et 28-29 % d'amylose, l'amidon de ce type est constitué exclusivement d'amylopectine, contrôlé par un gène récessif localisé sur le chromosome 9.

Tableau 04 : Composition chimique approchée des différents éléments nutritifs du maïs grain

| | |
|----------------------------|-------|
| Composants | |
| Eau | 12.00 |
| calories | 362 |
| Protéines | 9.00 |
| Graisses | 3.40 |
| Hydrates de carbone | 74.50 |
| Amidon, Fibres | 1.00 |
| Cendres | 1.10 |
| Calcium | 6.00 |
| Fer | 1.80 |
| Zinc | 4.60 |
| Phosphore | 178 |
| Thiamine | 0.30 |
| Riboflavine | 0.08 |
| Niacine | 1.90 |

Source Adapté de Miracle, 1996 : Paliwal et al, 2002

9-Production mondiale

Le maïs est la céréale la plus cultivée au monde, la production de grains devant légèrement celles du riz et du blé. D'importantes surfaces sont également consacrées à la production de maïs-fourrage destiné à l'alimentation du bétail soit en vert, soit sous forme d'ensilage (Gay J.P ; 1984). La culture du maïs en Afrique du nord remonte au 16^{ème} siècle, elle aurait été introduite d'Espagne par les arabes. En Algérie et durant la période coloniale, les emblavements étaient de l'ordre de 35%, après cette période et jusqu'en 1972 on assistés à une baisse de rendement [18 à 14,1 qx] due au manque d'eau assurant l'irrigation et à la réduction des surfaces cultivées au détriment du développement de la production animale. Parmi les régions ayant un fort potentiel pour la production du maïs, Naâma, Biskra, Ouargla et Ghardaïa avec des rendements qui sont estimés entre 80 et 100 quintaux/h.



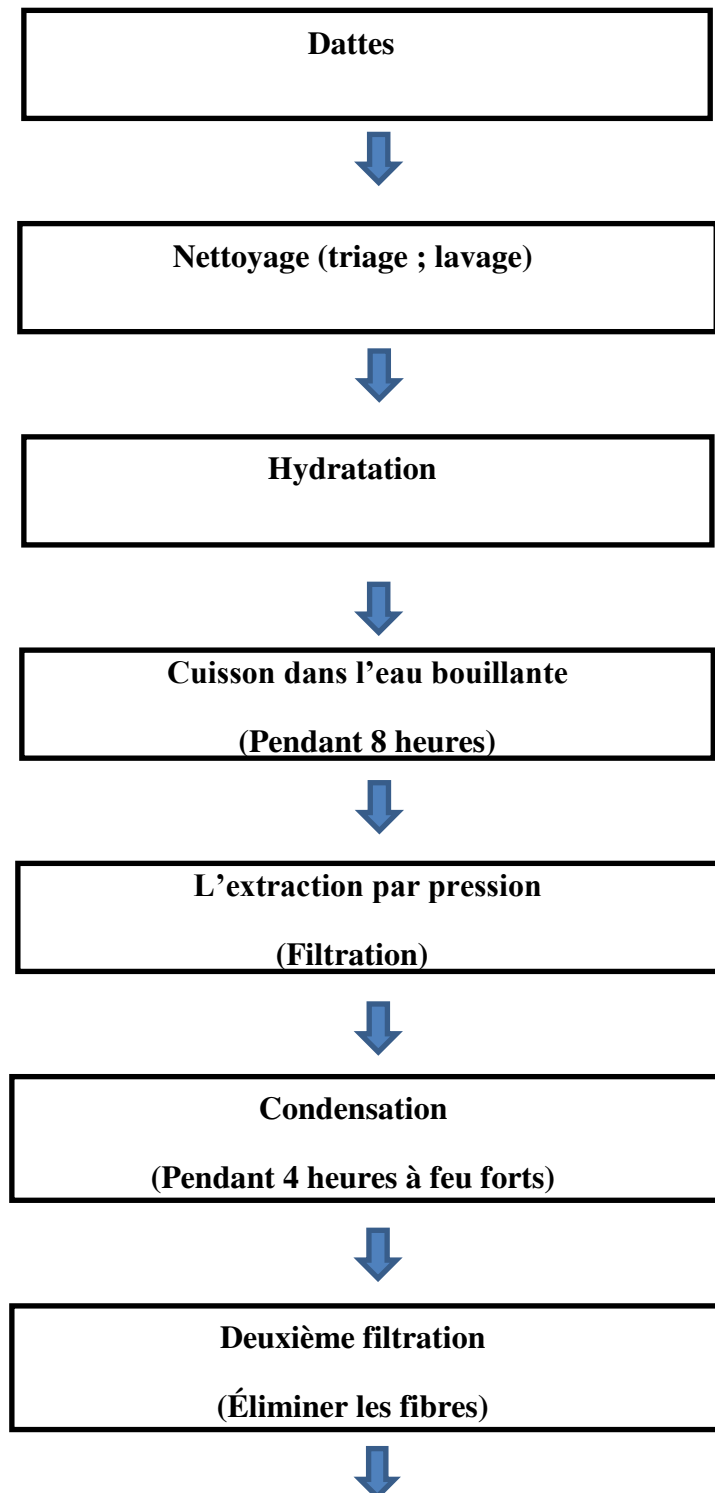
Chapitre II

Matériel et méthodes

1. La préparation des popcorns à base de sirop de datte « Rob »

1.1. La préparation des sirops de datte :

Trois variétés de dattes bon marché ont été choisies pour produire des sirops : Mech_degla, Degla Beida et Gers suivant le diagramme ci-dessous.



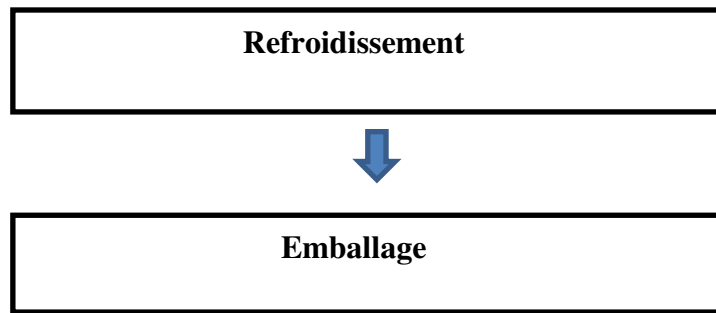


Figure 06. Diagramme de fabrication du sirop de dattes Rob

1.2. La méthode de préparation du pope corne avec le sirop des dattes :

Les pops cornes ont été préparés selon notre savoir de préparation dans la cuisine de notre maison toute en respectant les mesures d'hygiène et de propreté en vigueur comme suit :

- Mettre 100g de maïs dans une casserole et ajouter de 2 cuillère huile végétale ;
- À feu doux ; faire cuire les graines de maïs et laisser les éclater ; en parallèle faire griller des grains de sésame dans une poêle et les laisser refroidir ;
- Ajouté 4 cuillère de miel des dattes (rob) et laisser les pops cornes s'imprégner ; ensuite ajouté 2 cuillère de sésame.
- Après 15 minutes, nous mettons le pop-corn dans le four et le laisser se sécher à feu doux jusqu'à ce qu'il devient sec et croustillant (environ 10 minutes).

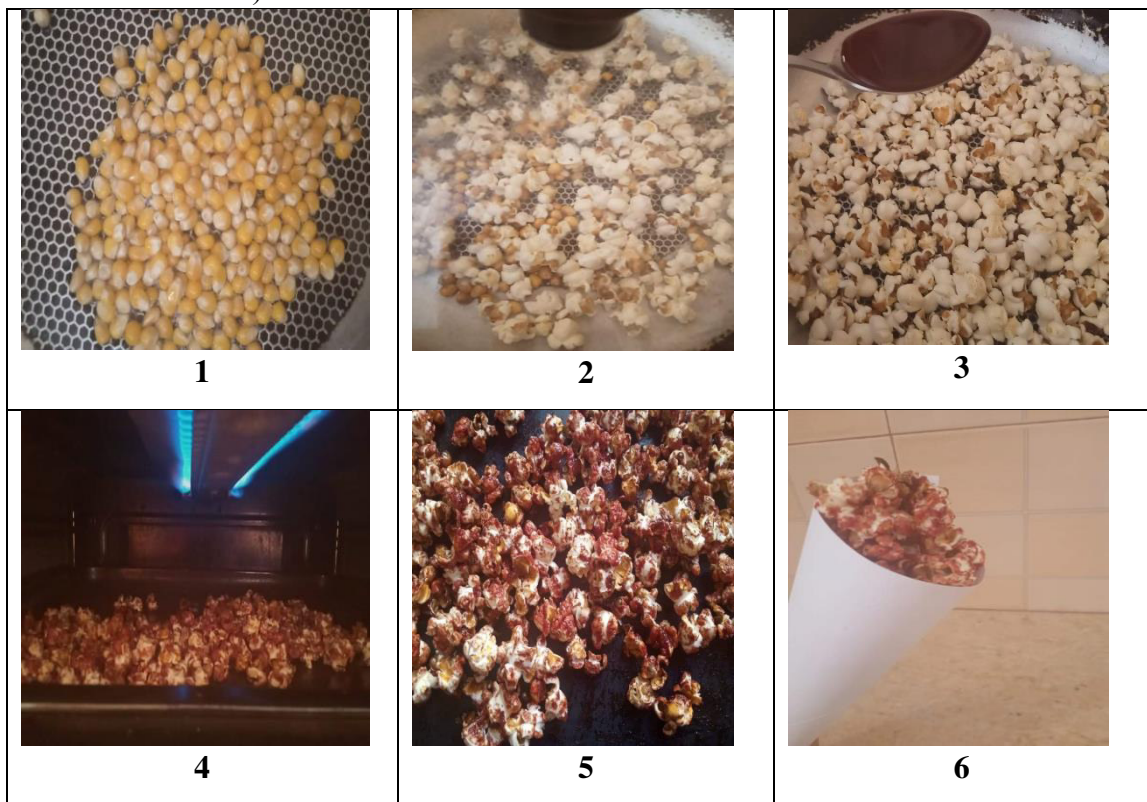


Figure 07: Les pops cornes avec le sirop des dattes (photos original)

2. Les propriétés physico-chimiques du popcorn :

2.1. Détermination de la teneur en eau

L'humidité d'une matière englobe toutes les substances qui s'évaporent par chauffage en entraînant une perte de poids de l'échantillon. La perte de poids est mesurée par une balance et interprétée comme taux d'humidité. Par conséquent, cette notion d'humidité concerne outre l'eau, d'autres pertes de masses comme les solvants organiques, alcools, graisses, huiles, composants aromatiques et produits de décomposition et de combustion, évaporés. (Anonyme, 2002). Elle est déterminée par dessiccation, d'une masse connue du produit, dans une étuve maintenue à 105°C jusqu'à ce que le poids devient constant. La différence de poids correspond à la perte d'humidité et le résidu caractérise la teneur en matière sèche de l'échantillon.

➤ Mode opératoire ;

5g du popcorn humide sont pesés séparément dans des creusets en porcelaine préalablement tarés, ils sont par la suite placés dans une étuve maintenue à 105.5°C pendant 24 heures jusqu'au poids constant. Après 24 heures, les creusets sont mis dans un dessiccateur pendant au moins une demi-heure pour se refroidir. La matière sèche (MS) est calculée selon l'expression suivante :

$$MS (\%) = P_2 - T_c / P_1 - T_c * 100$$

Où : P_1 : poids de l'échantillon avant séchage (g).

P_2 : poids de l'échantillon après dessiccation (g).

T_c : poids de creuset vide taré (g).

Le taux d'humidité est calculé à partir de la formule suivante :

$$\% \text{ d'humidité} = 100 - \% MS$$



Figure 08 : La détermination de la matière sèche

2.2. Détermination du pH

Le pH du popcorn issu des trois variétés de dattes est déterminé à l'aide d'un pH mètre. Les pH-mètres sont apparemment faciles à utiliser et donnent une lecture directe du pH d'une solution d'essai. Cependant, pour des résultats fiables, il est important que toutes les mesures de pH soient effectuées de manière légère et cohérente. Une électrode de verre dont le potentiel dépend de la concentration en H_3O^+ de la solution, est plongée dans la solution (5g dans 50 ml d'eau distillée). Une fois le pH-mètre étalonné, on relève la valeur du pH (Lawn et Prechard, 2003). Nos échantillons analysés n'étant pas des produits liquides, nous avons préparé pour chaque échantillon une solution mère à partir de 1 g de l'échantillon rendu préalablement poudreux et 9 ml l'eau physiologique.

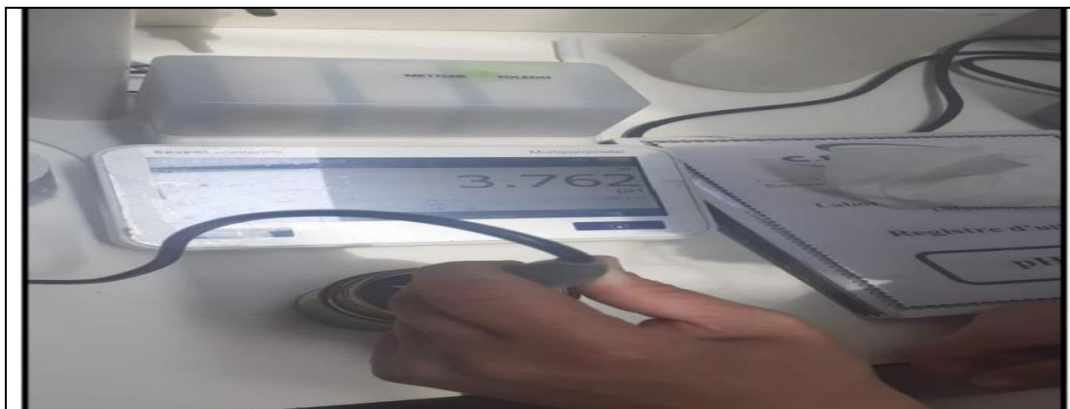


Figure 09 : La détermination du pH.

2.3. Détermination de la teneur en sucres totaux

Dans des tubes à essai on introduits 1 ml de l'échantillon (5g dans 50 ml) et 1 ml de phénol 5% ; 5 ml d'acide sulfurique (H_2SO_4) à 96%, après une phase d'agitation dans le vortex, les tubes sont maintenus dans l'étuve à 105°C pendant 3min, puis laissés dans l'obscurité pendant 30min. La lecture de l'absorbance est faite à 487 nm ; avec un spectrophotomètre (Cary 60 UV-VIs). La teneur en sucres totaux est exprimée en se référant à la courbe d'étalonnage établie à différentes concentrations du glucose.

**Figure 10** : Détermination de la teneur en sucres totaux du pop-corn

2.4. Détermination de la teneur en phénols totaux du popcorn (PT)

La teneur en phénols totaux du popcorn est déterminée par la méthode de Singleton et Rossi (1965) en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu (FC). 20 μ l de solution de popcorn (5g dans 50 ml) sont introduits dans une microplaque de 96 puits (200 μ l pour chaque puits) auxquels 100 μ l de Folin Ciocalteu (10%) sont ajoutés. Après 3min, 75 μ l de carbonate de sodium (7,5%) sont additionnés. Le mélange est laissé à l'obscurité pendant 2h à température ambiante. L'absorbance est mesurée par la suite à 765nm via un spectrophotomètre. La teneur en phénols totaux est exprimée (μ g Eq de l'acide gallique/mg MS) en se référant à la courbe d'étalonnage établie à différentes concentrations de l'acide gallique (**Annexe 1**).

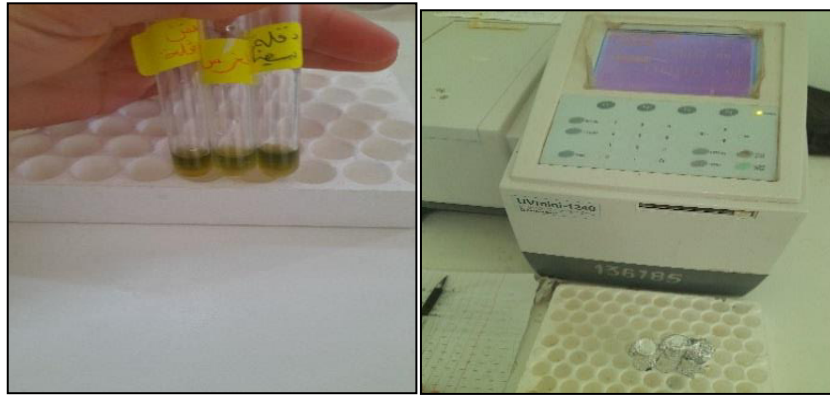


Figure 11 : Détermination de la teneur en phénols totaux du pop-corn

3. Analyses microbiologiques du popcorn

Ces échantillons analysés n'étant pas des produits liquides, nous avons préparé pour chaque échantillon une solution mère à partir de 1 g de l'échantillon rendu préalablement poudreux et 9 ml l'eau physiologique. La technique utilisée est celle des dilutions décimales dont la procédure est la suivante:

- ✓ 1ml de la solution mère est introduit aseptiquement à l'aide d'une seringue, dans un tube stérile contenant au préalable 9 ml de diluant. Cette dilution est alors au 1/10 ou 10^{-1} ;
- ✓ 1ml de la dilution 10^{-1} précédente est introduit aseptiquement par la suite dans un tube stérile contenant au préalable 9 ml du même diluant; cette dilution est alors au 1/100 ou 10^{-2} ;
- ✓ 1ml de la dilution 10^{-2} est introduit enfin, aseptiquement à l'aide d'une seringue, dans un tube stérile contenant au préalable 9ml du même diluant; cette dilution est alors au 1/1000 ou 10^{-3} ;
- ✓ 1ml de la dilution 10^{-3} est introduit enfin, aseptiquement à l'aide d'une seringue, dans un tube stérile contenant au préalable 9ml du même diluant; cette dilution est alors au 1/10000 ou 10^{-4} ;
- ✓ 1ml de la dilution 10^{-4} est introduit enfin, aseptiquement à l'aide d'une seringue, dans un tube stérile contenant au préalable 9ml du même diluant; cette dilution est alors au 1/100000 ou 10^{-5} ;
- ✓ 1ml de la dilution 10^{-5} est introduit enfin, aseptiquement à l'aide d'une seringue, dans un tube stérile contenant au préalable 9ml du même diluant; cette dilution est alors au 1/1000000 ou 10^{-6} ;

3.1. Flore aérobie mésophile totale

La flore aérobie mésophile totale représente l'ensemble des microorganismes se développant en présence d'oxygène à une température optimale de 30°C (multiplication active de 10°C à 45°C). Cette appellation peut donc regrouper aussi bien des microorganismes pathogènes que d'altération. Le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale est fait selon la Norme (NF/ 08-05). Faire couler 10 à 15 mL du milieu Plate Count Agar (PCA OXOID CM0463) puis l'ensemble est homogénéisé. Ensuite, 0,1 mL de la dilution 10^{-3} et 0,1 mL de sa dilution 10^{-6} , sont prélevés à l'aide de seringues et ensemencées en surface dans différentes boîtes de Pétri stériles. Les essais sont effectués en double dans les boîtes de pétri. Après solidification complète, les boîtes de Pétri sont retournées et incubées à 30°C pendant 72 heures.

3.2. Moisissures

Moisissures regroupées sous le nom de "Mycètes" ou "champignons" forment, comme les bactéries, un groupe imposant de micro-organismes. Un grand nombre de moisissures sont présents dans les aliments. Ceux-ci sont contaminés dans les champs de culture, pour les aliments d'origine végétale, ou durant leur préparation et leur entreposage. Les mycètes trouvent dans nos aliments les nutriments nécessaires à leur croissance. Si les conditions environnementales le permettent, ils peuvent se développer, ce qui entraîne habituellement une détérioration rapide du produit. Le dénombrement des moisissures est fait suivant la norme 1988. e NF ISO 7954. Deux boîtes de Pétri dans lesquelles est coulée de la gélose de Sabouraud sont ensemencées en surface respectivement avec 0,1 ml de la dilution 10^{-3} et 0,1 mL de sa dilution 10^{-6} , puis sont incubée à 25°C pendant 5 jours. Les essais sont effectués en double dans les boîtes de pétri. La lecture est faite tous les jours et les moisissures sont dénombrées.

4. Analyse sensorielle

Dans le vocabulaire français de l'analyse sensorielle, le mot « préférence » est employé avec l'acceptation du sens du mot « liking » en anglais. Il s'agit de l'évaluation affective du plaisir procuré par la dégustation immédiate d'un aliment qui apporte une stimulation sensorielle, ou encore de l'anticipation de ce plaisir. Cette préférence joue un rôle important dans le comportement alimentaire, car elle peut être à l'origine de ce que les auteurs anglo-saxons appellent le « wanting » c'est-à-dire le désir de manger un aliment (Schlich et al., 2010). Mais ce désir est aussi sous la dépendance d'autres facteurs tels que l'état de faim

ou des variables contextuelles (Schlichet al., 2010). D'un point de vue pratique, la mesure des préférences utilise soit un test déclaratif (questionnaire) soit un test d'analyse sensorielle (dégustation) (Schlichet al., 2010).

4.1. Méthodologie

L'évaluation sensorielle d'un produit permet, soit la mesure de ses caractéristiques sensorielles, soit la mesure du plaisir qu'il procure au consommateur. Les épreuves discriminatives visent à détecter la présence ou l'absence de différences sensorielles entre deux produits. On peut citer par exemple l'essai triangulaire, l'essai par paire, le test duotrio, le test « A », non « A » (Lefebvre et Bassereau, 2003).

4.2. Les éléments nécessaires pour l'analyse sensorielle (l'essai triangulaire)

4.2.1. Sujets

Effectuée à l'aide un panel expert étudiants en 2^{ème} année Master Nutrition et Sciences des Aliments (NSA), ayant des âges entre 20 et 57 ans et un panel naïf selon habitudes alimentaires; Sexe et âge.

4.2.2. Les produits

Les produits préparés au niveau de la maison (les pops cornes) conditionnés dans des boîtes. L'analyse consiste à présenter les échantillons étiquetés sous forme de chiffres par trois chiffres : **52** « **popcorn de sirop Gers** », **20** « **Mech degla** » et **19** « **Degla Beida** » pour assurer leurs anonymat et qui sont déchiffrer dans le tableau ci-dessous :

Tableau 05 : Les types des pops cornes et les numéros correspondants :

| Type de pops cornes | Numéro du produit |
|---------------------|-------------------|
| Mech-degla | 20 |
| Degla beida | 19 |
| El-gers | 52 |

4.2.3. Lieu des séances de l'analyse sensorielle

Au niveau du Département de Microbiologie et de Biochimie à l'Université MOHAMED BOUDIAF - M'SILA (**Figure.11**) pendant 1 jour, respectant les conditions d'analyse : le calme, l'hygiène...ect. Le matériel nécessaire : papier mouchoir, fiches d'évaluation et des gobelets de (l'eau et les échantillons). Au total 100 sujets ont participé et répondu à un questionnaire renfermant un ensemble de critères : saveur, couleur, odeur et texture.

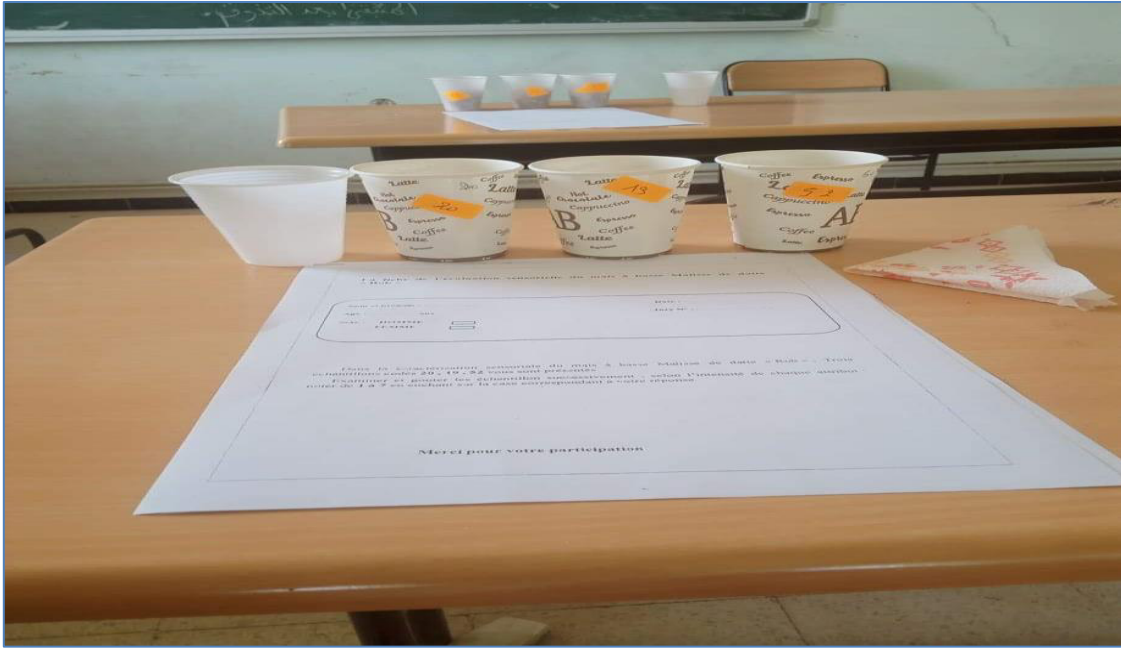


Figure.12 : Photographie de la salle de déroulement de l'évaluation sensorielle

4.2.4. Fiche d'évaluation des produits (Questionnaires d'analyses sensorielles) :

Une fiche a été élaborée pour décrire la nature des perceptions sensorielles. Le profil sensoriel plus au moins préféré de chaque produit a été élaboré. Les trois produits codés sur une échelle de "1 à 7" selon l'intensité de chaqu'un et de noter les produits selon leur préférence (échelle hédonique de "1 à 9").



Chapitre III

Résultats et discussion

1. Analyses physico-chimique des échantillons de popcorn

1.1. Teneur en eau

Les valeurs de l'humidité des popcorns préparés à base des sirops de dattes dans notre étude sont présentées dans le tableau 06. Ces dernières varient entre 59,30 et 62,9. Nos résultats sont supérieurs à ceux enregistrés par AL-Hooti et al., (2002), avec des valeurs de l'ordre de 16,76 et 16,25 % pour deux sirops préparés à partir de deux variétés de dattes Birhi et Safri, respectivement. Les variations des taux d'humidité sont probablement dues aux différents procédés d'extraction (conditions de température, de pression...etc.) et ainsi que la variété des dattes utilisées.

Tableau 06 : Les résultats des paramètres physico-chimiques

| Les différents popcorns | Les paramètres physico-chimiques | | | | |
|-------------------------|----------------------------------|-------------------|------|----------------------|-----------------------|
| | Teneur en eau (%) | Matière Sèche (%) | pH | Sucres Totaux (mg/g) | phénols totaux (µg/L) |
| A (Mech degla) | 59,30 | 40,70 | 6,94 | 0,52 | 650 |
| B (Gers) | 52,37 | 47,63 | 6,74 | 0,40 | 500 |
| C (Degla beida) | 62,90 | 37,10 | 6,90 | 0,45 | 610 |

1.2. Le pH :

L'acidité de la mélasse des dattes est extrêmement importante dans l'industrie car le pH est un facteur déterminant pour les caractères organoleptiques et hygiénique du produit (Madani et Seddiki, 2019). Les valeurs du pH du popcorn avec le sirop des dattes est de 6,94, 6,74 et 6,90 pour les produits A, B et C respectivement. Cette acidité plus ou moins élevée est probablement due à la présence des acides organiques dans les fruits des dattes ainsi qu'à la quantité d'eau utilisée durant les procédés d'extraction (Farahnaky et al., 2016). Les résultats enregistrés dans notre étude semble très élevés par rapport à ceux rapportés par Benahmed, (2012) pour la variété Ghers avec une valeur de pH=de 5,64).

1.3. Teneur en sucres totaux

Les résultats des teneurs en sucre figurent dans le tableau 06 et varient entre 0,40 et 0,52 mg/l. Nous constatons que la variété Mech degla enregistre la valeur la plus élevés, 0,52 mg/l et la variété Gers la valeur la plus faible de l'ordre de 0,40 mg/l.

La mélasse des dattes contient des grandes proportions en sucres représentées majoritairement par le glucose et le fructose, et une faible quantité de saccharose, qui peut être inverti en sucres simples lors de l'extraction sous l'effet thermique et l'acidité du milieu

(Mimouni, 2009). Plusieurs auteures s'accordent sur le fait que les teneurs en sucres des dattes varient en fonction de la variété utilisée, du climat et du stade de maturation.

1.4. La teneur en phénols totaux (PT)

Les résultats du dosage des composés phénoliques totaux sont illustrés dans le tableau 06. Les teneurs en composés phénoliques totaux dans nos produits ; exprimée en μg équivalent d'acide gallique/ml sont de l'ordre de $650\mu\text{g/ml}$ pour le produit nommé A (Mech degla), $500\mu\text{g/ml}$ pour le produit B et $610\mu\text{g/ml}$ pour le produit C issue de la variété de datte Degla beida. Pour plusieurs variétés de mélasse de dattes algériennes, les différences constatées entre les taux de phénols totaux peuvent être expliquées par différents facteurs dont la variété, le stade de maturité des dattes, les conditions de culture, l'origine géographique, les conditions de stockage des dattes et la technique et le solvant d'extraction.

2. Analyses microbiologiques et dénombrement des microorganismes recherchés dans les produits

2.1. Flore aérobie mésophile totale moisissures

La flore aérobie mésophile totale représente l'ensemble des microorganismes se développant en présence d'oxygène à une température optimale de 30°C (multiplication active de 10°C à 45°C) et les moisissures regroupées sous le nom de "Mycètes" ou "champignons" forment, comme les bactéries, un groupe imposant de micro-organismes. Un grand nombre de moisissures sont présents dans les aliments.

Les résultats exprimés dans le **tableau 07** pour le dénombrement des microorganismes dans le produit fini montrent une absence des microorganismes recherchés ce qui montre la qualité satisfaisante de nos produits et la pratique de respect des règles d'hygiène tout au long du cycle d'extraction du sirops et la production des popcorn qui s'avère toujours conformes aux normes adaptées selon le décret du journal officiel de la république Algérienne n°39, de 2017.

Tableau 07: Résultats d'analyses microbiologiques des produits finis

| Microorganismes recherchés | Produits | | |
|-----------------------------------|-------------------|-------------|--------------------|
| | A (Mech degla) | B (Gers) | C (Degla beida) |
| Flore aérobie mésophile totale | <i>Abs</i> | <i>Abs</i> | <i>Abs</i> |
| Moisissures | <i>Abs</i> | <i>Abs</i> | <i>Abs</i> |

3. Analyses statistiques

La moyenne et l'écart type pour chaque test ont été calculés par Microsoft Excel 2016. Les données sensorielles obtenues pour les échantillons ont été réalisées à l'aide d'un logiciel XLSTAT utile est impliqué dans des études de marketing, analyse sensorielles. LSTAT- MX comprend plusieurs fonctionnalités tel que : le test de la caractérisation des produits, le test de classification ascendante Hiérarchique, le test de la composante principale et le test de la cartographie externe de préférence (Nicolau, 2006).

4. Les résultats d'analyse sensorielle

4.1. La caractérisation des produits

Ce test permet de caractériser rapidement les échantillons des produits nommés "ECHANTILLON A", "ECHANTILLON B" et "ECHANTILLON C" perçus par le jury composé d'experts, donc il s'agit d'identifier les descripteurs ou les attributs sensorielles qui discriminent le mieux les produits, et ainsi de déterminer les caractéristiques importantes de ces derniers (Husson et al., 2009).

4.1.1-Le pouvoir discriminant par descripteur "attribut sensoriel"

Ce test permet de représenter les attributs sensoriels des produits dégustés par le jury expert, ordonnés de celui ayant un pouvoir discriminatif fort jusqu'au celui ayant le pouvoir discriminatif le plus faible en fonction de P-value, les résultats sont représentés dans la figure12.

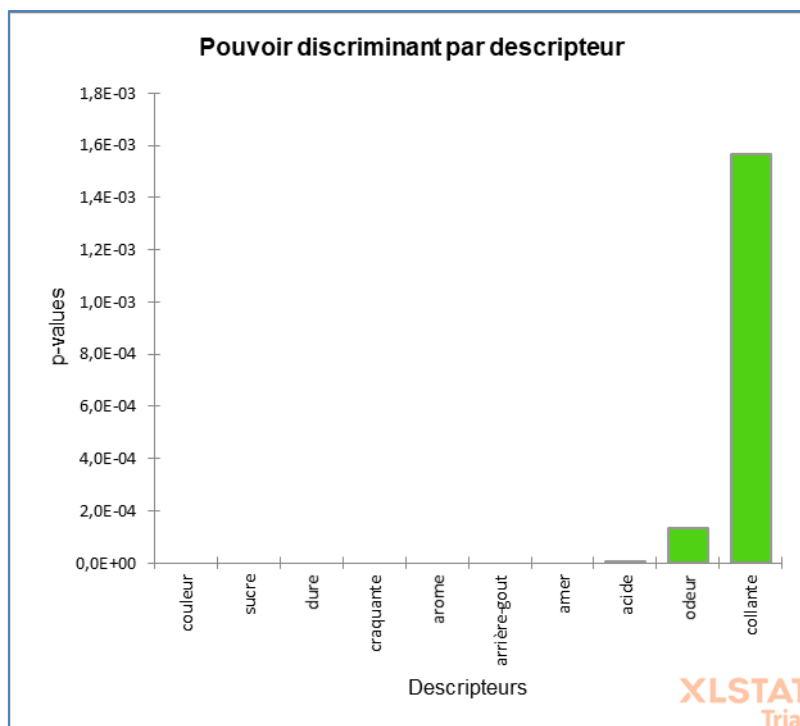


Figure 13 : Pouvoir discriminant par descripteur des produits préparés nommés “ECHANTILLON A, “ECHANTILLON B et “ECHANTILLON C

Les valeurs des P values obtenues Dans la **figure 13** montrent clairement que, les attributs sensoriels ayant le plus fort pouvoir discriminant sont “collante ” et “l’odeur ” pour l’appréciation des produits du popcorn enrobés des sirops de dattes. Cela signifie que les experts ont constaté des différences sensorielles au niveau de ces descripteurs pour les trois échantillons A, B et C. Pour ce qui est de l’acidité ; ce paramètre a un pouvoir discriminant moyen. Par conséquent, l’arôme sucre ; arrière-gout ; amer ; dur ; craquante ; couleur des différentes préparations n’a aucun pouvoir discriminant. Ce qui signifie que les experts n’ont constaté que de différences mineures entre les produits dégustés.

4.1.2 Le coefficient des modèles :

Dans ce test sont affichés, pour chaque descripteur et pour chaque produit, les coefficients du modèle sélectionné. Le modèle utilisé dans cette étude est “Note descripteur = effet produit + effet juge + effet session”. L’intérêt de ce dernier est d’évaluer la performance globale du panel expert selon trois facteurs (produit, juge et répétition) pour chaque descripteur (Pages et al., 2006). Pour chaque produit une représentation graphique des coefficients étaient associés aux différents descripteurs. Les résultats sont présentés dans les figures 14, 15 et 16 pour les (A), (B) et C respectivement.

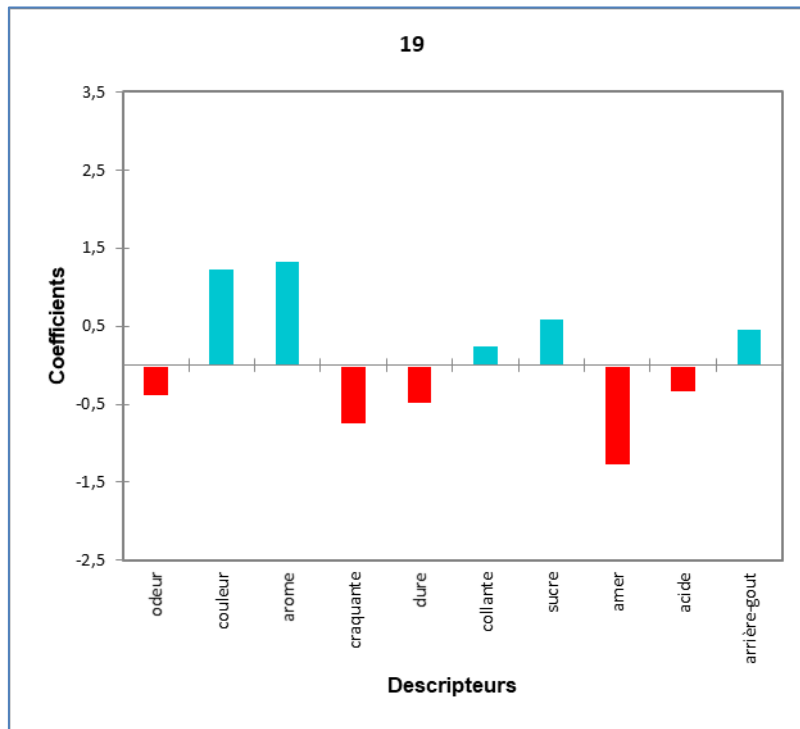


Figure.14 : Coefficients des modèles du produit popcorn (A)

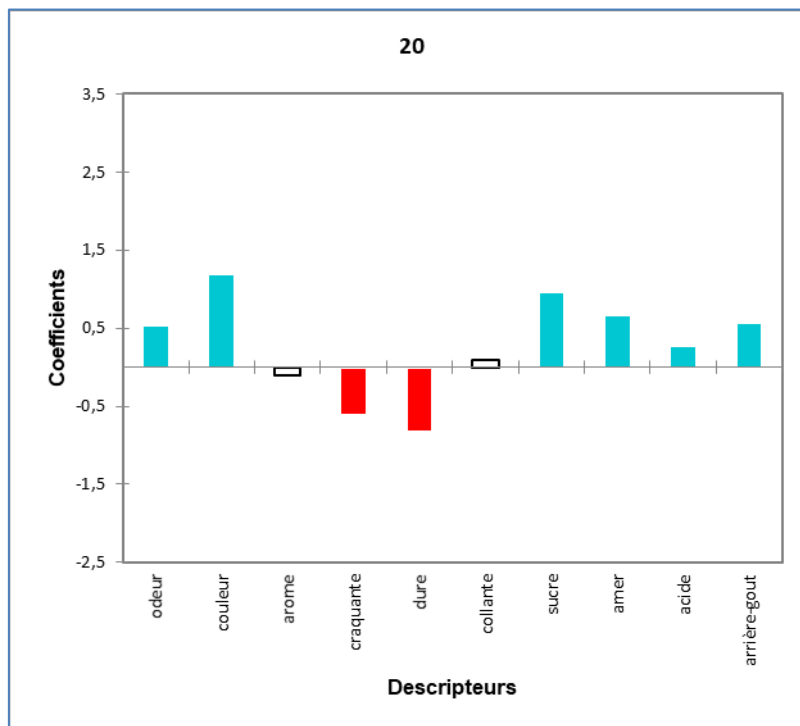


Figure 15 : Coefficients des modèles du produit popcorn (B)

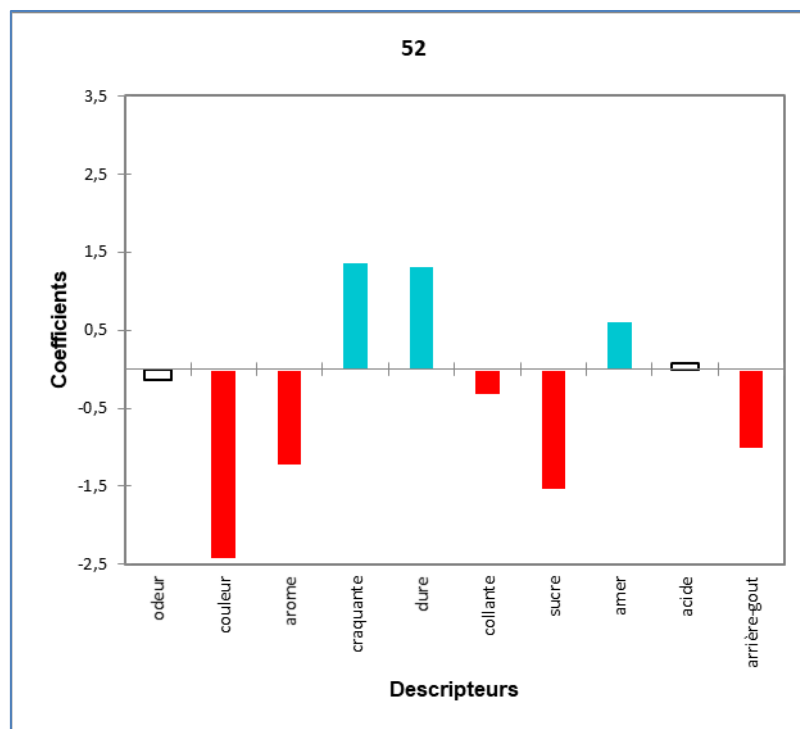


Figure 16 : Coefficients des modèles du produit popcorn (C)

Les figures montrent bien que les représentations graphiques précédentes permettent de visualiser et de définir l'appréciation ou la non appréciation des descripteurs des produits popcorn avec sirop des dattes, dégustés par un panel expert comme suit :

- En bleu, les coefficients dont les caractéristiques sont significativement positifs, ce qui signifie que les caractéristiques ont été appréciées.
- En rouge, les coefficients dont les caractéristiques sont significativement négatifs, ce qui signifie que les caractéristiques n'ont pas été appréciées.
- En blanc les coefficients dont les caractéristiques ne sont pas significatifs, ce qui signifie que les caractéristiques n'ont pas été détectées.

A partir des résultats de l'échantillon A (**figure 14**) qui correspond au produit popcorn à base de Degla beida, on constate que ce produit est caractérisé par "une couleur" ; "un arôme" ; "collante" ; "sucré" ; "arrière-gout" intense qui sont représentés en bleu, ce qui signifie que ces descripteurs ont été appréciés par le panel expert. Contrairement au descripteur "odeur" ; "craquant" ; "dur" ; "amer" et "acide" qui sont représentés en rouge est caractérisé par faiblement intense ; ainsi ces attributs sensorielles n'ont pas été appréciés par l'ensemble du panel expert.

Concernant l'échantillon B (**figure 15**) qui correspond au produit issu de la variété Mech degla. Ce produit est caractérisé par "une couleur" ; "une odeur" ; "sucré" ; "arrière-

gout” et “ l’acide” marqué et très intense suivi par “ craquant” et “dur ” ‘ très faiblement intense affichés en rouge, ainsi ces attributs sensoriels n’ont pas été appréciés par l’ensemble du panel expert.

Pour ce qui est du produit nommé C correspondant au popcorn enrobé à la variété Gers (**figure 16**), on constate que ce produit est caractérisé par “ craquant” ; “dur ” et “amer ” intense qui sont représentés en bleu. Suivi par “odeur” et “acide” moins intense, et qui sont présentés en blanc, ainsi ces descripteurs sont appréciés par l’ensemble de panel expert. Alors que les descripteurs ; “collante ” ; “ sucre” ; “couleur” ; “arôme” et “arrière-gout” sont très faiblement intense et males appréciés sont affichés en rouge, ces attributs sensoriels n’ont pas été appréciés par l’ensemble du panel expert.

4.1.3 Les moyennes ajustées par les produits :

Le tableau 08 : Permet de faire ressortir les moyennes, quand les différents produits et les caractéristiques (attributs sensorielles) sont croisés.

| Produit | Collante | Couler | Arrière-gout | Sucre | arome | Odeur | acide | Amer | Dur | craquants |
|---------|----------|--------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 19 | 2.320 | 6.040 | 5.610 | 6.090 | 5.810 | 3.200 | 1.010 | 1.210 | 4.040 | 3.930 |
| 20 | 2.150 | 5.990 | 5.700 | 6.460 | 4.360 | 4.130 | 1.630 | 3.160 | 3.710 | 4.070 |
| 52 | 1.730 | 2.360 | 4.110 | 3.940 | 3.230 | 3.450 | 1.430 | 3.120 | 5.870 | 6.060 |

Le **tableau 08**, permet de faire ressortir les moyennes, quand les différents produits et les caractéristiques (attributs sensorielles) sont croisés. Les résultats des moyennes ajustées par produit sont représentés comme suit :

Les cellules en bleu sont les moyennes qui sont significativement supérieur à la moyenne globale, et donc les descripteurs ont un effet discriminant significativement positif sur le produit. Les cellules en rouge sont les moyennes qui sont significativement inférieur à la moyenne globale, et donc les descripteurs ont un effet discriminant significativement négatif sur le produit. Les cellules en blanc sont les moyennes qui ne sont pas significatives, et donc les descripteurs n’ont aucun effet discriminant sur les produits.

4.2. L’Analyse de pénalités :

L'analyse des pénalités est utilisée en analyse sensorielle pour identifier des axes d'améliorations possibles pour des produits, suite à des enquêtes auprès des consommateurs ou d'experts. La pénalité est la différence de la moyenne des données de préférence pour la catégorie JAR (Just About Right), avec la moyenne des données pour les autres catégories (Popper et Gibes, 2004). Les résultats sont présentés dans la figure ci-dessous :

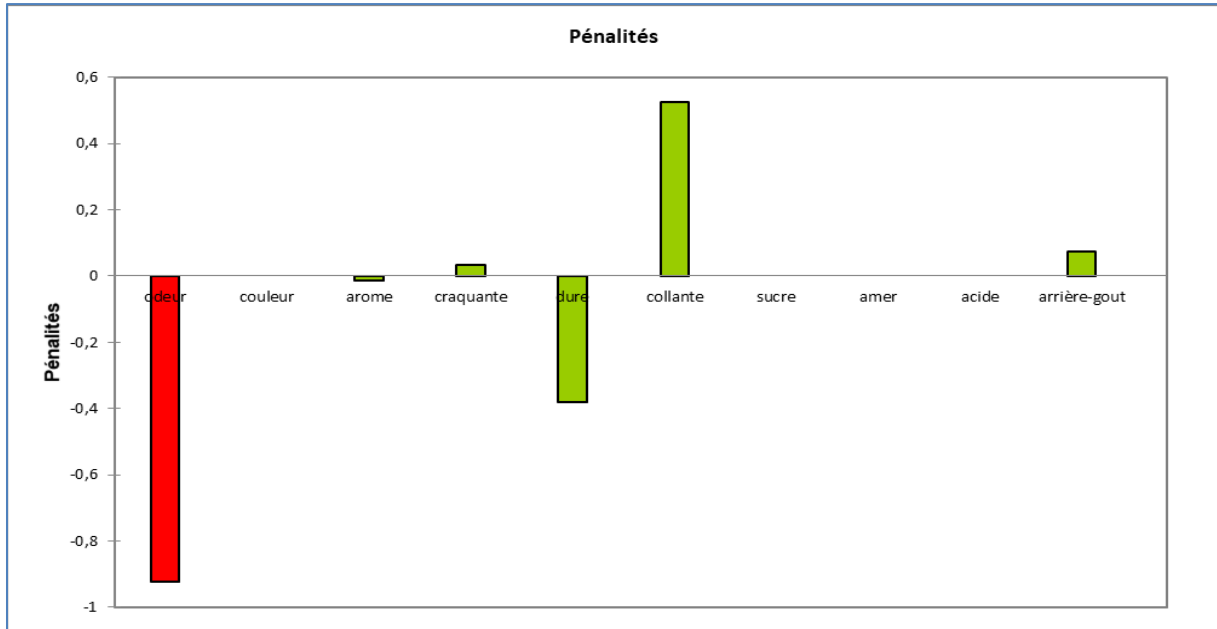


Figure 17 : Les attributs sensoriels pénalisés pour l'échantillon du pop-corn A

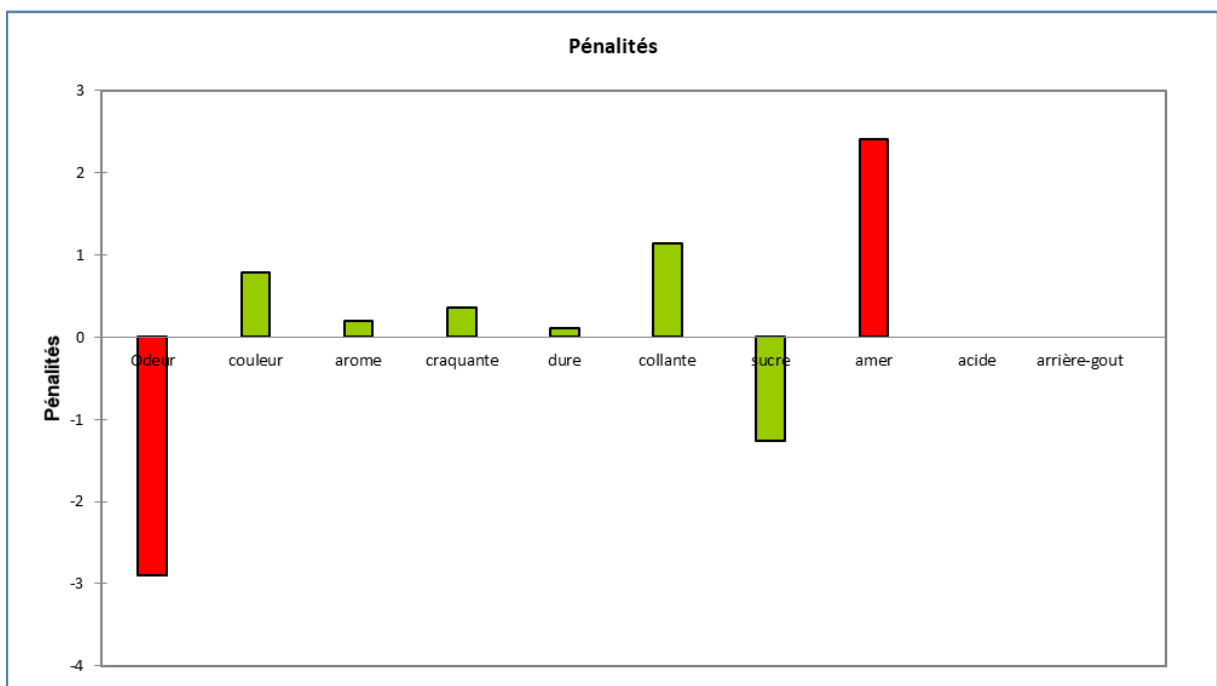


Figure 18 : Les attributs sensoriels pénalisés pour l'échantillon du pop-corn B

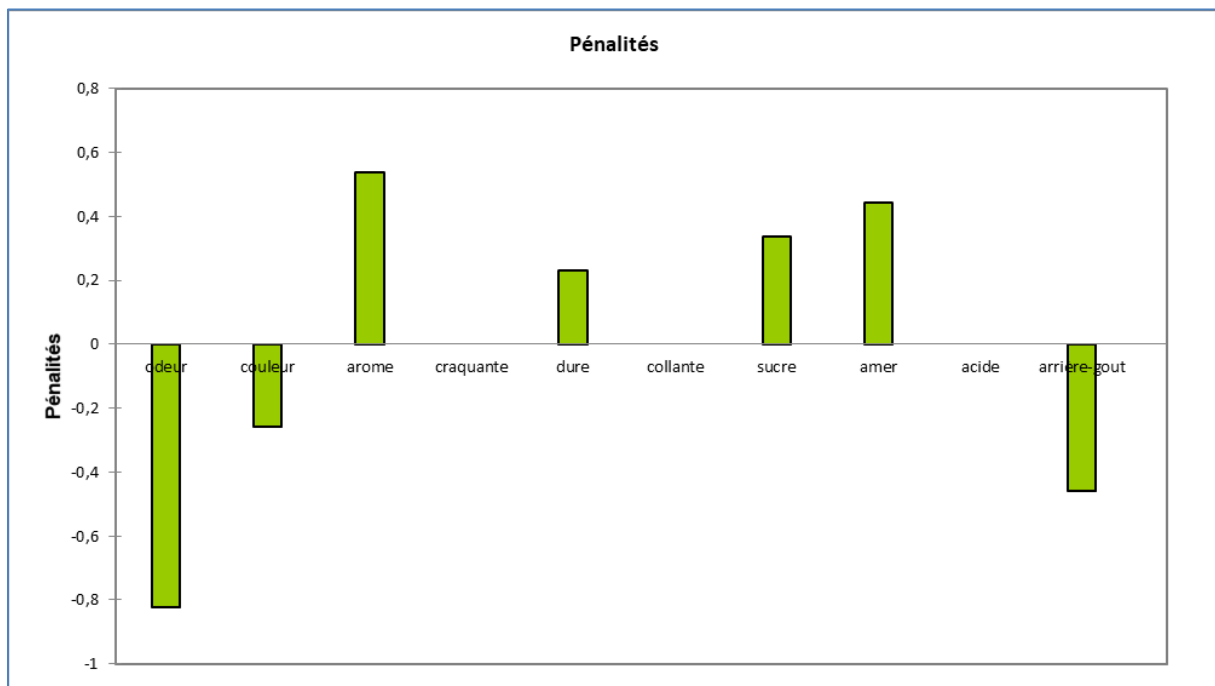


Figure 19 : Les attributs sensoriels pénalisés pour l'échantillon du pop-corn C

Dans la représentation graphique, lorsque la différence entre la moyenne des données de préférence pour la catégorie JAR (Just About Right) qui correspond la note « 4 » et la moyenne des données de préférence pour la catégorie « pas assez » qui correspond à la note « 2 » et « trop » qui correspond à la note « 6 », est significative les barres sont en rouge, en vert lorsque la différence n'est pas significative, alors qu'elles apparaissent en bleu lorsque l'effectif d'un groupe est inférieur au seuil choisi. En parallèle, si un descripteur possède un coefficient positif, ce dernier est pénalisé positivement par les membres de panel naïf. Au contraire si un descripteur possède un coefficient négatif, ce dernier est pénalisé négativement par les membres de panel naïf. Les résultats obtenus (figures 17 et 18) sont de couleur rouge, ce qui indique que la différence entre la moyenne des données de préférence pour la catégorie (Just About Right) et la moyenne des données de préférence pour la catégorie « pas assez » et « trop », ne sont pas significatif. Les attributs sensoriels des produits qui pénalisent négativement sont : « l'odeur » pour les produit A et B, codés respectivement 19 et 20 et « amer » pour le produit B. C'est-à-dire ces attributs sensoriels ont la responsabilité de l'insatisfaction de panel naïf pour les produits de pop-corn avec le sirop des dattes. Pour le produit C codés en 52 aucun attribut sensoriel ne peut le pénaliser négativement, car ces caractéristiques répondent aux attentes de panel naïf.

4.3. La cartographie externe de préférence (PREFMAP) :

Cette méthode permet de relier les préférences exprimées par les consommateurs (panel naïf) aux attributs sensorielles des produits sur une même représentation graphique (en deux ou trois dimensions). La réalisation d'une cartographie externe de préférence, nécessite deux types de données :

- Les notes d'acceptabilités attribuées par le panel naïf pour chaque échantillon afin de réaliser une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) ;
- Les moyennes données par les experts pour chaque attribut étudié pour effectuer une Analyse en Composante Principale (ACP).

4.4. Analyse de la composante principale (ACP)

L'ACP est l'une des méthodes d'analyse de données multi variées auxquels les observations (les produits) sont décrites par un ou plusieurs variables (les attributs sensorielles). Cette méthode consiste à transformer et réduire le nombre de variables corrélées en nouvelles variables non corrélées les unes des autres. Ces nouvelles variables sont nommées "composantes principales", qui peuvent être visualisées graphiquement, avec la conservation d'un maximum d'information (Jolliffe, 2016 ; Kassambara, 2017).

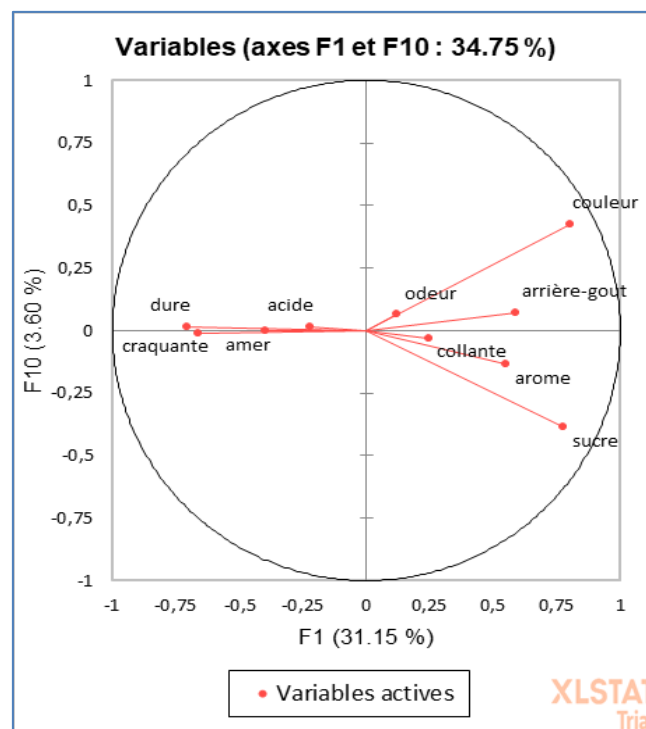


Figure 20 : La corrélation entre les variables et les facteurs du panel expert, pour les produits préparés A, B et C, et leurs attributs sensoriels.

La **figure 20** montre que la qualité de représentation est assez bonne puisqu'elle permet de représenter le niveau de variabilité des variables dans le cercle qu'est

respectivement de 3,60 et 31,15%, et qui permet de constater que les produits A, B et C ont été perçus par le panel expert comme produits assez différents.



Conclusions

5. Conclusions

Nous avons effectué un stage pratique au niveau de l'usine Djanet El temor (traitement et transformation des dattes) dans la wilaya de Biskra pendant une durée de deux semaines. Ce Stage nous a permis d'apprendre à préparer avec le moindre de détails les sirops de dattes dans un objectif de préparer un produit alimentaire sain et de bonne qualité, en occurrence sirop de datte ou communément appelé « Rob » qu'on va utiliser par la suite dans l'amélioration de de la qualité physicochimique sensoriel des popcorns. Dans ce contexte trois produits de popcorn ont été produit appelé produits A, B, C enrobé respectivement par les sirops de datte des variétés Mech degla, Gers et Degla beida.

Un ensemble d'analyses physico-chimiques et microbiologique a été effectuées. Du Point de vue microbiologique, nous avons constaté l'absence totale de germes indésirables dans toutes les préparations de même pour les paramètres physicochimiques les résultats Obtenus des produits sont conformes aux normes de l'entreprise, et à celles rapportées par le Journal officiel de la république algérienne en 1998.

L'évaluation de l'analyse sensorielle des produits préparés a été réalisée à l'aide d'un panel expert de vingt individus ainsi qu'un panel naïf de cent individus et les résultats de cette analyse avait conclu que le maïs apprécié par le panel naïf est le maïs de sirop de datte de Gers codé 52 et qui correspond au produit B.

En perspective de notre travail, les résultats de la présente étude restent préliminaires : toutes fois on peut améliorer nos produits, utilisant le même plan d'expérience afin de mieux se situé sur la formule optimale par l'utilisation d'autres variétés de datte toujours bon marché et qui vont probablement donner autre gout avec d'autres caractéristiques physico-chimiques et sensoriels. De plus, on peut conserver les propriétés organoleptiques et sensorielles des produits préparés et on essayera de caractériser d'avantage nos produits de popcorn ainsi préparés.

- Atef, M.I ; Mohamed , I. H . (1998) .Dates des palmiers: Culture, soins et production dans la région arabe. Université d'Alexandrie. Egypte.
- Anonyme. (1998). Memento de l'Agronome. Collection techniques rurales, 4è Edition : 1635pp.
- Abdelfattah, A. C. (1990). La datte et le palmier dattier, Ed. Dar El-Talae, Caire.
- Akidi ,H.K.H. (1978). Technique biotechnologique et les dattes. Bagdad.
- AL-Hooti, S. N., Sidav, J. S., Alsaqer, J. M., AL-Othman A. (2002). Chemical Composition and Quality of Date Syrup as Affected by Pectinase, Cellulose Enzyme Treatment. Biotechnology, Department Kuwait, Institute for Scientific Research Safa Kuwait : 215-220.
- AL-Shahib, W., Marshall, R.J., (2003); The fruit of the date palm: it's possible use as the best food for the future International Journal of Food Sciences and Nutrition, 54, 247-259 pp.
- Anonyme. (2012). Maïs. <http://www.wikipedia.org>. 26/06/2012
- Anonyme. (2002). Statistiques agricoles : Superficies et productions. Ministère de l'agriculture et du développement rural. Série A, 5-6pp.
- Barreveld, W.H. (1993). Date palm products. Agricultural services bulletin N°101. FAO Food and agriculture organization of the United Nation. Rome 19P.
- Baubricourt ,A.G, Hedin, L. (1988). Le maïs et les industries, éd A.M. Métaillié; p97.
- Belguedj, M. (2002) . Les ressources génétiques du palmier dattier : caractéristiques des cultivars de dattier dans les palmeraies du Sud-Est Algérien. Revue annuelle de L'INRAA N°1/2002. 28-289 p
- Belguedj, M. (2007). Evaluation du sous-secteur des dattes en Algérie., INRAA ElHarrach.60P.
- Benahmed, D. (2012). Analyse des aptitudes technologiques des poudres de dattes (phoenix dactylifera-l) améliorées par la spiruline. étude des propriétés rhéologiques, nutritionnelles et antibactériennes, (Doctoral dissertation, Université de Boumerdès-M'hamed Bougara).
- BEchabane, A., Meftah , F., Saadi, A. (1995). Les composés pariétaux de la datte au cours de la maturation. Options méditerranéens : série A. séminaires méditerranéens ; n° : 28.
- Benetrix, F. (2006). Le maïs en alimentation humaine, industries des céréales 148, juin-juillet (2006),18
- BOOIJ I., PIOMBO G., RISTERUCCI J. M., COUPE M., THOMAS D., FERRY M., 1992- Etude de la composition chimique de dates à différents stades de maturité pour la caractérisation variétale de divers cultivar de palmier dattier (Phoenix dactylifera L.). Journal of Fruits, vol. 47, N° 6, 667-677pp.

- CHEIKHROUHOU, S., BAKLOUTI, S., HADJ-TAIEB,N., BESBES,S., CHAABOUNI,S., BLECKER, C., ATTIA, H. (2006). Elaboration d'une boisson à partir d'écart de triage de dattes: clarification par traitement enzymatique et microfiltration, Fruits Vol 61. CIRAD/EDP Sciences, p389-399
- CIMMYT 2009: Characterization of Maize germoplasm Grown in Eastren and Southern Africa. Results of yhe 2008 Regional Trial coordinated by Cimmyt. p18
- Côme D and Corbineau F (1998). Semences et germination. In "Croissance et développement. Physiologie végétale II", pp. 185-313. Hermann, Paris
- DAWSON R.H.W., ATEN A., 1963 - Récolte et conditionnement des dattes. Organisation du Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Ed, FAO, Rome, Italie. P397.
- Dewaminou, M.P. 2004. Test de comportement de quelques variétés de maïs (Zeamays L.) par Rapport à l'infection par FusariumverticillioidesSacc. (Nirenberg). Thèse d'ingénieur Agronome. FSA/UNB, Abomey-Calavi, Bénin : pp 24-28
- Dewaminou, M.P. 2004. Test de comportement de quelques variétés de maïs (Zea mays L.) par rapport à l'infection par Fusarium verticillioides Sacc. (Nirenberg). Thèse d'Ingénieur Agronome. FSA/UNB, Abomey-Calavi, Bénin : pp 24-28
- DJERBI M., 1994- Précis de phoeniculteurs. FAO, 192 p.
- EL-OGAIDI A. K. H. (2000). Le palmier dattier science technologique Agronomique et industrielle. Ed. Dar ezahran, Oman
- ESPIARD E., 2002- Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed. Tech et Doc- Lavoisier, 360 p.
- ESTANOVE P., 1990- Note technique : Valorisation de la datte. In Options méditerranéennes, série A, N°11. Systèmes agricoles oasiens. Ed. CIHEAM, 301-318 pp.
- Fakorede M .A. B., Fajemisin JM., Ladipo JL., Ajala SO., Kim SK., 2001 Development and regional deployment of streak virus maize germplasm: an overview, pp. 503-516. In: Proceedings of a Conference on Plant Virologyin Sub-Saharan Africa. d'A Hughes J, O Odu B eds. IITA, Ibadan
- FAOSTAT. 2013. FAOSTAT database, Food and Agriculture Organization <http://faostat.fao.org>
- Farahnaky, A., Mansoori, N., Majzoobi, M., & Badii, F. (2016). Physicochemical and sorption isotherm properties of date syrup powder: Antiplasticizing effect of maltodextrin. Food and bioproducts processing, 98, 133-141.

- FONTAINE, E., BARNOUS, D., SCHWEBRI, C., LEVERVE, X., (2002). Place des antioxydants dans la nutrition du patient septique. *Réanimation* 11, 411-420.
- Gay J.P ; 1984 : « fabuleux maïs : histoire et avenir d'une plante », Ed. Ass. Grd. prod. Maïs, Paris, p 284-286
- Girardin, p. (1999). *Ecophysiologie du maïs* ed. AGPM. Moutardon (ISBN 2-900 9-411 .
- Godon, B. Willim, C. (1988). *Les industries de première transformation des céréales*, 561p.
- GUERIN, B., GAUTHIER, A., et ORTHIEB, J. (1982)- Série de synthèse bibliographique.: *Les sirops (saccharose, glucose, fructose et autre édulcorants : valeur technologique et utilisation*. Ed. APRIA, n0 18, Paris
- HANACHI S., KHITRI D., BENKHALIFA A., BRAC DE PERRIERE R.A, 1998 *Inventaire variétal de la Palmeraie Algérienne*. 225 p.
- journal officiel de la république algérienne n°39, de 2017.
- Lawn, R., & Prichard, E. (2003). *Measurement of PH*. Royal Society of Chemistry.
- Law-Ogbomo K, Remison SU, 2008. Growth and yield of white guinea yam (*Dioscorea rotundata* Poir) influenced by NPK fertilization on a forest site of Nigeria. *J Trop Agric* 46(1-2):pp. 9-12
- Lefebvre, A., & Bassereau, J. F. (2003). *L'analyse sensorielle, une méthode de mesure au service des acteurs de la conception: ses avantages, ses limites, ses voies d'amélioration*. Application aux emballages, 10, 3-11.
- Li, J., & Vassal, S. (2004). *Quality Protein Maize*. In C. Wrigley, H. Corke, & C. Walker, *Encyclopedia of Grain Science* (Vol. 2, pp. 212-216). UK: Elsevier
- MA/DSAAE., 2001-Statistiques agricoles : Superficies et productions. Ministère de l'agriculture et du développement rural. Série A, 5-6 pp.
- Madani, R et Seddiki, R. (2019). *Comparaison des différents types d'extraction de sirop de datte*. Mémoire de Master. Université Kasdi Merbah Ouargla, 62p
- Maybelline Escalante-Ten Hoopen & Abdou Maïga (2012) *Production et transformation du maïs* COLLECTION PRO-AGRO 32p
- Maybelline, E. et Abdou, M. 2012. *Production et transformation du maïs* : pp 5-7
- MESSAID H., 2007-Optimisation du processus D'immersion- Réhydratation du système dattes sèches-jus d'Orange. Mémoire du diplôme de Magister. Université M'Hamed BOUGUERA-Boumerdès.96p.
- MIMOUNI, Y. (2015). *Développement de produits diététiques hypoglycémiantes à base de dattes molles variété «Ghars», la plus répandue dans la cuvette de Ouargla*. Thèse de Doctorat en Sciences Biologiques, Université Kasdi Marbah Ouargla.

- MIMOUNI, Y.(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.
- MUNIER P., 1973-Le palmier dattier. Ed G-P Maisonneuve, la rose. Paris. DAWSON V H W., 1963- Récolte et conditionnement des dattes. FAO ROME.
- MUNIER, P. (1973)- Le palmier dattier, techniques agricoles et productions tropicales. Ed maison neuve et la rosse, Paris.
- NOUI y., 2007- caractérisation physico-chimique comparative des deux principaux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech-Degla. Mémoire de magister, université Mohamed BOUGUERA - Boumerdès, 112 p.
- ONASA, 2004. Evaluation de la production vivrière en 2003 et les perspectives alimentaires pour 2004. Vol2 : pp 150
- PIGRII/INRA : Algérie, Maroc et Tunisie/FEM/PNUD., 2005- Description du palmier dattier (*Phœnix dactylifera* L.).
- REYNES M., BOUABIDI H PIOMBO G., RISTERUCCI A.M., 1994- Caractérisation des principales variétés de dattes cultivées dans la région du Djérid en Tunisie. *Fruit*, 49, (4), 289-298 pp.
- Ribéreau-Gayon, P. (1968). Les Composés phénoliques des végétaux : par Pascal RibéreauGayon... Duno .
- RICHARDE R., 1972- Eléments de biologie végétale. Fou Cher, Paris, 164 p.
- RYGG G.L., 1948- Acidity in relation to quality in the date fruit. Annual report. Date Growers Institute, 25, 32-33pp.
- 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 pp.
- Schlich, P., Deglaire, A., Cordelle, S., Urbano, C., Biguzzi, C., & Martin, C. (2010). Les préférences hédoniques pour le gras. Mesures et variabilité. *Innovations Agronomiques*, 10, 95-114.
- SIBOUKEUR, O. K. (1997). Qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique du jus de dattes. Thèse Magister en Sciences Alimentaires. Université Kasdi Marbah Ouargla

SOORBATTE, M.A., NEERGEEN, V., LUXIMON, R., ARUOMA, O.L., BAHORUM, T. (2005). Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: mechanism and action. *Mutat. Res.* 579, 200-213.

Tidjani M.S., 2005. Valorisation des dattes communes et des rebuts des dattes par la production du vinaigre. Mémoire d'ingénieur. INATAA. Université de Constantine. 53 pages.

WAGUED, A. (1973). Le palmier dattier, Ed. Elkahira , Caire : 177 – 178

www.agpm.com/mais_grain.php

ANNEXE 01 : Courbe d'étalonnage détermination des phénols totaux

