

**UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA**

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**

**Département des Sciences Agronomiques**



**Mémoire**

**MASTER ACADEMIQUE**

**Domaine :** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière :** Sciences agronomiques

**Spécialité :** Gestion des Agrosystèmes

Présenté par : **Melle** Chelghom Rayane

**Melle** Khamgeni Yassmina

**Thème**

**Comparaison des propriétés physico-chimiques,  
biochimiques et nutritionnelles de différentes  
mélasses de dattes.**

Le : 23/06/2025

|     |                      |        |              |             |
|-----|----------------------|--------|--------------|-------------|
| Mme | KHELIL Rahma         | M.C.B. | Encadreur    | UKM Ouargla |
| M.  | SGGAI Mohamed Mounir | M.C.B  | Président    | UKM Ouargla |
| Mme | BENGHEDIER Ahlem     | M.C.B  | Examinatrice | UKM Ouargla |

**Année Universitaire : 2024 / 2025**



## **Remerciements**



*Nous élevons nos mains dans la louange et la reconnaissance à Allah, le Très-Haut, qui nous a ouvert les voies du savoir, qui nous a dotés de détermination et de persévérance et nous a accordé le succès pour achever ce modeste travail.*

*Ainsi, à l'issue de ce travail modeste, nous tenons particulièrement à exprimer notre gratitude à notre encadrante **Mme KHELIL Rahma**, Maître de Conférences B à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, qui nous a conseillés, encadrés, soutenus au cours de l'élaboration de cette étude, qu'elle en soit ici remerciée.*

*Nous remercions aussi **M. SAGGAI Mohamed Mounir**, Maître de Conférences B à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, qui nous a honorés en acceptant de présider le jury de notre soutenance.*

*Nos remerciements vont aussi à **Mme BENGHEDIER Ahlem**, Maître de Conférences B à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, qui a accepté de faire partie de ce jury et pour l'intérêt qu'elle a porté à notre travail.*

*Nous tenons également à remercier **M. BELAROUSSI Mohamed**, enseignant à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, pour le soutien et l'aide apportés dans l'élaboration de ce travail (surtout la partie statistique).*

*Nous sommes également reconnaissants envers les toutes les personnes qui ont contribué à ce projet, qu'elles soient proches ou lointaines, pour leur soutien et leur aide.*

**Yasmina & Rayane**



# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## إهداء

الحمد لله وكفى والصلاة على الحبيب المصطفى وأهله ومن وفي أما

بعد:

الحمد لله الذي وفقنا لتثمين هذه الخطوة في مسيرتنا الدراسية بمذكرتنا

هذه ثمرة الجهد والنجاح بفضلته تعالى مهداة إلى الوالدين الكريمين  
خمقاني عبد الحميد وخمقاني سميرة حفظهما الله وأدامهما نورا لدربي

وإلى إخوتي إيمان وزكرياء حفظهم الله لي ♥

ولزوجي المستقبلي خطيبي عبد القادر الذي ساندي ولا يزال حفظه الله

لي. ٥. ♥

وإلى وابنة عمتي مروة وصديقة طفولتي أميرة.

وإلى رفيقات المشوار اللاتي قاسمني لحظاته رعاهم الله ووفقهم: كنزة،

سكينة، زينب، روفيدة، عائشة صفاء.

إلى كل من كان لهم أثر على حياتي، وإلى كل من أحبهم قلبي ونسيهم

قلمي.

الخريجة: خمقاني ياسمينة ع ي

## إهداء

“وَآخِرُ دَعْوَاهُمْ أَنِ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ ”

الحمد لله في البدء والختام، الحمد لله على التمام والكمال.

لقد كانت طريقًا طويلة، مليئة بالتحديات والإخفاقات، بالآمال والنجاحات ... واليوم نقف على عتبة هذا الإنجاز، فخورين بكفاحنا، معترّين بما وصلنا إليه، في لحظة لطالما انتظرناها، وحلمنا بها... لحظة تُسَطّر نهاية فصلٍ جميلٍ من حكاية العمر. أهدى هذا العمل:

إلى من علّمني العطاء دون انتظار، إلى من أفتخر بحمل اسمه، إلى من كلّله الله بالهيبة والوقار... والدي العزيز: شلغوم عزالدين

وإلى من كانت دعواتها سرّ توفيقِي، إلى من هي نبض قلبي ونور طريقي ... والدي الغالية: زغدي شامة

إلى أختي الحبيبة نور الهدى، وإلى أخي العزيز محمد الفائز، سندي وعضدي في هذه الحياة، أسأل الله أن يديمكم ضلعًا ثابتًا لا يميل .

إلى أحبّائي: مصطفى وأدم .

إلى روح فقيدنا الغالي، الذي غادرنا باكراً، لكنه باقٍ في قلوبنا وذاكرتنا، أسامة... نلتقك في الفردوس الأعلى يا رب .

إلى صديقاتي الغاليات، وإلى كل أفراد عائلتي الكريمة، أهدى هذا العمل المتواضع، وأسأل الله أن يجعله خالصًا لوجهه، ويكتب لنا به التوفيق والقبول

الخريجة شلغوم ريان

# *Table des matières*

Introduction générale..... **Error! Bookmark not defined.**

## **Partie I : Matériels et méthodes**

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| I.1. Matériel végétale .....                             | 6  |
| I.2. Méthodes .....                                      | 8  |
| I.2.1. Méthodes d'échantillonnages .....                 | 8  |
| I.2.1.1. Lavage et nettoyage les dattes .....            | 8  |
| I.2.2. Première cuisson (ébullition) .....               | 8  |
| I.2.3. Filtration et séparation .....                    | 8  |
| I.2.4. Deuxième cuisson (concentration) .....            | 8  |
| I.2.5. Ajouts facultatifs pour la conservation .....     | 9  |
| I.2.6. Refroidissement et stockage .....                 | 9  |
| I.2.2. Méthodes d'analyses.....                          | 11 |
| I.2.2.1. Analyses physico-chimiques .....                | 11 |
| 1. Détermination du pH (Potentiel d'Hydrogène .....      | 11 |
| 2. Détermination de la conductivité électrique (CE)..... | 12 |
| 3. Détermination de la densité .....                     | 13 |
| 4. Détermination du taux de matière sèche .....          | 13 |
| 5. Teneur en cendres .....                               | 15 |
| 6. Détermination de l'indice de couleur .....            | 16 |
| 7. Détermination de l'acidité totale .....               | 17 |
| I.2.2.2. Dosages biochimiques et nutritionnels .....     | 18 |
| 1. Solides Solubles Totaux (°Brix) .....                 | 18 |
| 2. Dosage des sucres .....                               | 19 |
| 3. Teneur en pigments .....                              | 23 |
| 4. Dosage des flavonoïdes .....                          | 24 |
| 5. Teste des Tanins.....                                 | 25 |
| I.2.3. Analyses statistiques .....                       | 27 |

## **Partie II : Résultats et discussions**

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| II.1 Analyse physicochimique de mélasses de dattes ..... | 29 |
| II.1.1. Potentiel d'Hydrogène (pH) .....                 | 29 |
| II.1.2. Conductivité électrique .....                    | 30 |
| II.1.3. Densité .....                                    | 32 |

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| II.1.4. Teneurs en matière sèche .....              | 33 |
| II.1.5. Teneurs en Cendres .....                    | 35 |
| II.1.6. Indice de couleur .....                     | 36 |
| II.1.7. Acidité Totale .....                        | 38 |
| II .2 Analyse biochimiques et nutritionnelles ..... | 39 |
| II.2.1. Teneur en solides solubles (°Brix) .....    | 39 |
| II.2.2. Teneur en Sucres totaux (%) .....           | 41 |
| II.2.3. Teneur en sucres réducteurs .....           | 42 |
| II.2.4. Teneur en pigments .....                    | 44 |
| II.2.5. Teneur en Tannins .....                     | 45 |
| II.2.5. Dosages des sels minéraux .....             | 46 |
| Conclusion générale .....                           | 54 |
| Références bibliographiques .....                   | 56 |
| ANNEXES .....                                       | 63 |

### ***Liste des tableaux***

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 01 : Teneur en tanins de quater variétés de mélasses de dattes. .... | 46 |
|------------------------------------------------------------------------------|----|

### ***Liste des figures***

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 01: Modèle du questionnaire utiliser lors de notre enquête .....                | 6  |
| Figure 02 : Les variétés des dattes choisies pour la fabrication des mélasses.....     | 8  |
| Figure 03 : Les échantillons de mélasses de dattes fabriqué traditionnellement.....    | 11 |
| Figure 04 : Courbe d'étalonnage des sucres totaux.....                                 | 22 |
| Figure 05 : Courbe d'étalonnage des caroténoïdes .....                                 | 24 |
| Figure 06 : Courbe d'étalonnage des flavonoïdes .....                                  | 25 |
| Figure 07 : Potentiel d'Hydrogène des échantillons de mélasses de dattes. ....         | 29 |
| Figure 08 : Conductivité électrique des échantillons de mélasses de dattes. ....       | 31 |
| Figure 09 : Densités (g/cm <sup>3</sup> ) des échantillons de mélasses de dattes ..... | 32 |
| Figure 10 : Taux de matière sèche (%) des échantillons de mélasses de dattes.....      | 34 |
| Figure 11 : Teneurs en cendres des échantillons de mélasses de dattes.....             | 35 |
| Figure 12 : Indice de couleur des échantillons de mélasses de dattes.....              | 36 |
| Figure 13 : Acidité totale des échantillons de mélasses de dattes. ....                | 38 |
| Figure 14 : Teneurs en TSS (°Brix) des échantillons de mélasses de dattes.....         | 39 |

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 15 : Teneurs en sucres totaux des échantillons de mélasses de dattes .....                                   | 41 |
| Figure 16 : Teneurs en sucres réducteurs des échantillons de mélasses de dattes. ....                               | 43 |
| Figure 17 : Teneur en caroténoïdes (mg/g) et flavonoïdes (mg EQ /g) des l'extraits des<br>mélasses des dattes. .... | 44 |
| Figure 18 : Teneurs en calcium en mg/100 g des échantillons de mélasses de dattes. ....                             | 47 |
| Figure 19 : Teneurs en fer en mg/100 g des échantillons de mélasses de dattes. ....                                 | 48 |
| Figure 20 : Teneurs en potassium en mg/100 g des échantillons de mélasses de dattes.....                            | 49 |
| Figure 21 : Teneurs en magnésium en mg/100 g des échantillons de mélasses de dattes.....                            | 50 |
| Figure 22 : Teneurs en sodium en mg/100 g des échantillons de .....                                                 | 51 |
| Mélasses de dattes. ....                                                                                            | 51 |

### *Liste des photos*

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Photo 1 : Dattes de variété takarmoust(Photographie prise par Khamgani.Y,2025) ..... | 7  |
| Photo 2 : Dattes de variété tamasreit(Photographie prise par Khamgani.Y,2025).....   | 7  |
| Photo 3 : Dattes de variété Mech Degla(Photographie prise par Khamgani.Y,2025) ..... | 7  |
| Photo 4 : Dattes de variété Ghars(Photographie prise par Khamgani.Y,2025).....       | 8  |
| Photo 5 : Mélasse de takarmoust(Photographie prise par Khamgani.Y,2025) .....        | 9  |
| Photo 6 : Mélasse de tamasreit(Photographie prise par Khamgani.Y,2025) .....         | 10 |
| Photo 7 : Mélasse de Mech Degla(Photographie prise par Khamgani.Y,2025) .....        | 10 |
| Photo 8 : Mélasse de Ghars(Photographie prise par Khamgani.Y,2025).....              | 11 |
| Photo 9 : pH-mètre de marque (ADWA AD1030) .....                                     | 12 |
| Photo 10 : Conductimètre de type (WTW InoLab Cond 720) .....                         | 12 |
| Photo 11 : Densimètre de type (G.WIDDER).....                                        | 13 |
| Photo 12 : Taux de matière sèche des diverses mélasses de dattes analysées.....      | 14 |
| Photo 13 : Les mélasses avant.....                                                   | 16 |
| Photo 14 : Dans le four à moufle.....                                                | 16 |
| Photo 16 : spectrophotomètre de marque (Shimadzu UV-1800) .....                      | 17 |
| Photo 17 : Titrage avec du NaOH .....                                                | 18 |
| Photo18 : Réfractomètre utilisé de marque (NOVEX 98.490) .....                       | 19 |
| Photo 19 : L'obtention du filtrat 1 .....                                            | 20 |
| Photo 20 : Test des tanins.....                                                      | 26 |
| Photo21 : Spectromètre à flamme de type (contrAA 800 d'Analytik Jena) .....          | 27 |

# ***INTRODUCTION GENERALE***

# Introduction générale

---

Le palmier dattier *Phoenix dactylifera* L., constitue une espèce emblématique des milieux désertiques de notre planète, en raison de son extraordinaire adaptation à des climats à la fois arides et chauds. C'est l'une des plus anciennes espèces cultivées au Moyen-Orient et en Afrique du Nord, avec des cultures apparues il y a plus de 5000 ans au moins. En lien avec de grandes civilisations anciennes, il se voit faire une place d'honneur dans la littérature religieuse des traditions islamiques, juives et chrétiennes. A cet égard, la branche de palmier apparaît dans l'écriture hiéroglyphique égyptienne pour évoquer l'année **(FAO, 2020)**.

Au-delà de son importance historique et culturelle, le palmier dattier est une ressource agricole stratégique pour de nombreux pays. Sa culture couvre, au niveau mondial, plus de 1 092 104 ha pour une production annuelle estimée à 8 526 218 tonnes de dattes, dont plus de 99 % est produit par l'Asie et l'Afrique (respectivement 55,8 % et 43,4 %) **(FAO, 2020)**. A côté des pays à forte tradition de culture du palmier dattier, comme l'Égypte, l'Iran, l'Arabie Saoudite, l'Algérie, l'Irak, les Émirats Arabes Unis, le Pakistan, le Soudan, Oman et la Tunisie **(FAO, 2020)**.

L'Algérie occupe le sixième rang parmi les pays producteurs de dattes dans le monde et le premier dans le Maghreb, avec 160 000 ha de palmiers et une production avoisinant les 500 000 tonnes, cultivée dans près de 15 millions de palmiers et 11 millions de palmiers en production, dans les oasis du sud algérien comme Tidikelt, M'zab, Oued Righ, Ouargla, Saoura, Touat, Gourara... **(Bouguedoura, 1991 in Atili et Boutheldja, 2018)**.

Le palmier dattier algérien affiche une diversité génétique très considérable, avec presque un millier de cultivars répertoriés en plus d'un grand nombre de pieds francs dénommés « khalts » qui, malgré peu d'intérêt, constituent une importante ressource pour la sélection variétale, sur tout pour leur résistance à des maladies comme le bayoud. Fruit sucré et hautement nutritif, la datte occupe une place centrale dans l'histoire commerciale des sociétés arabes et musulmanes, en raison de sa richesse nutritionnelle et de sa valeur économique **(Al-Akidi, 2013)**.

Sur le plan économique, la filière phoenicicole représente une source importante de revenus pour les agriculteurs sahariens. Elle contribue à environ 15 % de la production fruitière nationale et génère de nombreux emplois, de l'entretien des palmeraies à la transformation et à la commercialisation des produits dérivés **(Messaoudi et al., 2015)**. Cette dynamique est particulièrement marquée dans les wilayas de Biskra, El Oued, Ouargla, Ghardaïa et Adrar, qui concentrent l'essentiel des palmeraies algériennes **(Boulal et al., 2019)**.

# Introduction générale

---

La variété Deglet Nour, réputée pour sa qualité, représente à elle seule environ 47 % de la production nationale et la presque unique variété exportée vers l'Europe et l'Amérique du Nord. D'autres variétés trouvent aussi des débouchés internationaux, comme Degla Beida et Tinnaser vers l'Afrique subsaharienne, Hmira vers la Russie et la Chine ou Tafezwin vers l'Amérique du Sud. Localement, des cultivars comme Bentqbal et Agaz sont très présents et prisés sur les marchés régionaux (**Aberlenc, 2010**).

Malgré l'importance économique et sociale de la production de dattes en Algérie, une part significative de cette production est malheureusement perdue ou sous-exploitée. Selon (**Boulal et al., 2019**), près de 30 % de la production nationale de dattes est considérée comme non commercialisable, en raison de défauts liés à la qualité des fruits, aux mauvaises conditions de récolte, de stockage ou encore aux maladies phytosanitaires.

Bien qu'il soit indéniable que le pays dispose d'un fort potentiel phoenicicole, le secteur souffre encore d'innombrables limites en matière de transformation et de valorisation. La technologie de la datte demeure au stade largement archaïque. En effet, la plupart des dattes sont « communes », très peu valorisables, puisque seules 120.000 tonnes de matières premières sont réellement commercialisables et plus de 14.000 tonnes n'ont, pour l'estimation, pas de valeur marchande (**Ould El Hadj et al., 2006**).

Face à ces enjeux, la valorisation des sous-produits de dattes apparaît comme une stratégie incontournable. Plusieurs axes de valorisation ont été identifiés : la production de sirops (mélasse), de vinaigre, d'alcool industriel, d'aliments pour bétail, ainsi que l'extraction de fibres et de composés bioactifs à haute valeur ajoutée (**Benkhalifa et al., 2016 ; Nouadri et al., 2021**). Ces diversifications, que l'on observe se développer sur les marchés locaux et internationaux, représentent une opportunité pour le développement socio-économique des zones oasiennes (**Boughzala et Ben Mahmoud, 2022 ; Bennahia et Kabdi, 2023**).

Dans la catégorie des produits transformés dérivés des dattes : La mélasse de dattes, également appelée "sirop de dattes" ou « Dibs al tamr », est un produit naturel obtenu par l'extraction, la concentration et la cuisson du jus des dattes, en particulier celles de qualité inférieure non destinées à la consommation directe (**Al-Farsi et al., 2007**). C'est une substance visqueuse, de couleur brun foncé, au goût sucré intense et aux arômes caractéristiques de la datte. Sur le plan nutritionnel, la mélasse de dattes est particulièrement riche en sucres naturels (glucose, fructose, saccharose), représentant jusqu'à 70–80 % de sa composition totale (**Baliga**

# Introduction générale

---

*et al.*, 2011). Elle constitue également une source importante de minéraux essentiels tels que le potassium, le calcium, le magnésium, et le fer (**Al-Hooti et al.**, 2002). Par ailleurs, elle contient des polyphénols, des flavonoïdes et d'autres composés antioxydants, qui contribuent à ses propriétés fonctionnelles et à ses effets bénéfiques pour la santé. Ce qui lui permet d'être couramment employé comme substitut de sucre naturel pour la sucrerie des boissons et des pâtisseries de tous ordres ou dans le cadre de produits de complément nutritionnels (**Lahbil et Souidi**, 2023).

La production de la mélasse nécessite de choisir parmi plusieurs modalités diverses selon les régions et l'artisan en œuvre : tassement dans des sacs de toile, extraction thermique, macération, voire utilisation d'enzymes pour la clarification des jus. Il est évident que la qualité du produit dépendra en grande partie du mode opératoire et influencera depuis la concentration en sucres, la présence de polyphénols ou de pH, de viscosité, ou encore de caractéristiques nutritionnelles (**Aliouat et al.**, 2022).

Néanmoins, dans le développement de la production de mélasse de dattes, une grande variabilité est décelée de produits en produits, en relation avec la variété de dattes utilisée, les conditions de culture, de stockage, de transformation et de conservation. Ce qui appelle, donc, à une évaluation scientifique rigoureuse des propriétés physico-chimiques, biochimiques et nutritionnelles de la mélasse en fonction de ces différents facteurs. D'où deux questions incontournables qui représentent notre problématique à savoir :

1. Quels impacts la variété de dattes et la méthode de préparation ont-elles sur les propriétés physico-chimiques, biochimiques et nutritionnelles de la mélasse de dattes ?

2. Quelles sont, pour obtenir une mélasse de haute qualité nutritionnelle et commerciale, les variétés et méthodes les plus adaptées ?

Les objectifs qui seront poursuivis au cours de ce travail en rapport avec le but principal visé sont, dans l'ordre :

- Comparer les propriétés physico-chimiques, biochimiques et nutritionnelles de différentes mélasses de dattes ;
- Etudier l'effet de la variété de datte sur la qualité de la mélasse ;

# Introduction générale

---

- Proposer des recommandations techniques qui pourraient permettre d'optimiser le processus de production de la mélasse tout en garantissant sa qualité.

Pour traiter ce sujet de recherche, nous avons organisé notre étude en deux parties :

1. Une première partie expérimentale décrivant les méthodes de fabrication des différentes mélasses ainsi que les matériels utilisés pour leurs caractérisations physico-chimiques, biochimiques et nutritionnels.

2. Une seconde partie est destinée à l'analyse des résultats obtenus et leurs discussions.

3. Enfin, la conclusion générale résumera les principaux résultats et proposera des perspectives futures pour cette étude.

*Partie I :*

*Matériels et méthodes*

# Partie I : Matériels et méthodes

## I. Matériel d'étude :

Notre travail vise à comparer les propriétés physico-chimiques, biochimiques et nutritionnelles de différentes mélasses extraites de dattes. À cette fin, nous avons mené une enquête de terrain auprès de la population locale de la ville de Ouargla, en particulier auprès des producteurs traditionnels de mélasse de dattes, afin d'identifier les variétés de dattes les plus couramment utilisées dans la fabrication de la mélasse. Sur la base des résultats de ce questionnaire, différentes mélasses ont été préparées de manière traditionnelle à partir des quatre variétés les plus fréquemment utilisées par les producteurs (mélasses : Ghars, Mech Degla, Takarmouste et Tamasreit). Ces mélasses ont ensuite été transférées au laboratoire pour y subir des analyses physico-chimiques (pH, conductivité électrique, densité, etc.), biochimiques (teneur en sucres, teneur en solides solubles, etc.), ainsi qu'une évaluation de leur valeur nutritionnelle. Les résultats obtenus seront analysés et comparés afin de mettre en évidence les différences entre ces types de mélasse, et une conclusion scientifique sera présentée en fin d'étude.



Guide d'enquêtes

Région:.....

Nom:.....

La date:.....

Matériel:.....

Vérité de dattes:.....

période de maturité:.....

Additifs:.....

Méthode:.....

Domaines d'utilisation:.....

objectif de l'industrie:.....

Les utilisations:.....

**Figure 01:** Modèle du questionnaire utiliser lors de notre enquête

### I.1. Matériel végétale :

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est constitué de quatre variétés locales de dattes parmi les plus couramment employées dans la fabrication de mélasse de dattes, à savoir : Ghars, Takarmouste, Mech Degla et Tamasreit. Ces variétés ont été sélectionnées sur la base d'un questionnaire de terrain mené auprès des producteurs locaux de mélasse dans la ville d'Ouargla.

## Partie I : Matériels et méthodes

Des échantillons de mélasse ont été préparés à partir de ces quatre variétés en suivant une méthode unifiée et dans des conditions standardisées (quantité, température, durée de cuisson), afin de garantir une comparaison objective de leurs propriétés physico-chimiques, biochimiques et nutritionnelles.



**Photo 1 :** Dattes de variété Takarmouste



**Photo 2 :** Dattes de variété Tamasreit



**Photo 3 :** Dattes de variété Mech Degla

## Partie I : Matériels et méthodes



**Figure 02 :** Les variétés des dattes choisies pour la fabrication des mélasses.

### **I.2. Méthodes :**

#### **I.2.1. Méthodes d'échantillonnages :**

Nous avons adopté la méthode traditionnelle recommandée par les producteurs locaux ayant participé à l'enquête. Les étapes pour cette méthode sont comme suite :

#### **I.2.1. Lavage et nettoyage les dattes :**

Lavez soigneusement les dattes avec de l'eau du robinet pour éliminer la poussière et les impuretés. Utilisez vos mains pour frotter doucement les dattes afin d'assurer un nettoyage complet.

#### **I.2.2. Première cuisson (ébullition) :**

Placez les dattes dans une casserole, puis ajoutez de l'eau du robinet jusqu'à ce qu'elles soient complètement recouvertes. Faites ensuite bouillir à feu moyen pendant six heures, en remuant de temps en temps. Au cours de cette étape, les dattes deviennent tendres et absorbent une partie de l'eau.

#### **I.2.3. Filtration et séparation :**

Filtrez le mélange à l'aide d'un tissu propre (de type gaze ou coton), en pressant soigneusement la pulpe restante afin d'extraire un maximum de liquide concentré.

#### **I.2.4. Deuxième cuisson (concentration) :**

Versez le liquide obtenu dans une grande casserole en zinc et faites-le chauffer à feu doux pendant 1 à 2 heures, en remuant régulièrement, afin qu'il s'épaississe progressivement jusqu'à devenir un sirop homogène de couleur brun foncé.

## Partie I : Matériels et méthodes

---

### I.2.5. Ajouts facultatifs pour la conservation :

Il est possible d'ajouter, au cours de la cuisson, une petite quantité de pâte composée d'eau et de blé tendre (farine), ou encore un peu de romarin. Ces ajouts contribuent à améliorer la conservation du produit final.

### I.2.6. Refroidissement et stockage :

Une fois la consistance souhaitée obtenue, éteignez le feu et laissez le sirop refroidir complètement. Ensuite, conservez la mélasse refroidie dans des bouteilles hermétiquement fermées, à l'abri de la chaleur et de l'humidité, dans un endroit frais et sec.

Toutes les variétés de mélasse de dattes utilisées dans cette expérience ont été préparées selon cette méthode standardisée.



**Photo 5 :** Mélasse de Takarmouste

## Partie I : Matériels et méthodes

---



**Photo 6 :** Mélasse de Tamasreit



**Photo 7 :** Mélasse de Mech Degla

## Partie I : Matériels et méthodes



**Photo 8** : Mélasse de Ghars

**Figure 03** : Les échantillons de mélasses de dattes fabriqué traditionnellement

### I.2.2. Méthodes d'analyses

#### I.2.2.1. Analyses physico-chimiques

##### 1. Détermination du pH (Potentiel d'Hydrogène)

La mesure du pH constitue une analyse fondamentale en physico-chimie alimentaire, permettant d'évaluer le caractère acide ou basique d'un produit. Dans le cas de la mélasse de dattes, le pH est un indicateur de stabilité, de conservation et de qualité microbiologique du produit. Il influence également la disponibilité des nutriments et l'acceptabilité sensorielle (Belarbi *et al*, 2020 ; Nielsen, 2017).

Le pH des sirops de dattes élaborés a été déterminé par la méthode potentiométrique (Aliouat *et al*, 2022) en utilisant un pH-mètre de marque (ADWA AD1030).

##### Mode opératoire :

- Peser 4 g de l'échantillon et les dissoudre dans 100 mL d'eau distillée chaude.
- Broyer le mélange, puis laisser refroidir à température ambiante.
- Étalonner le pH-mètre à l'aide d'une solution tampon appropriée.
- Prélever un volume suffisant de l'échantillon pour permettre l'immersion complète de l'électrode dans la solution.
- Relever ensuite la valeur du pH affichée par le pH-mètre.

## Partie I : Matériels et méthodes

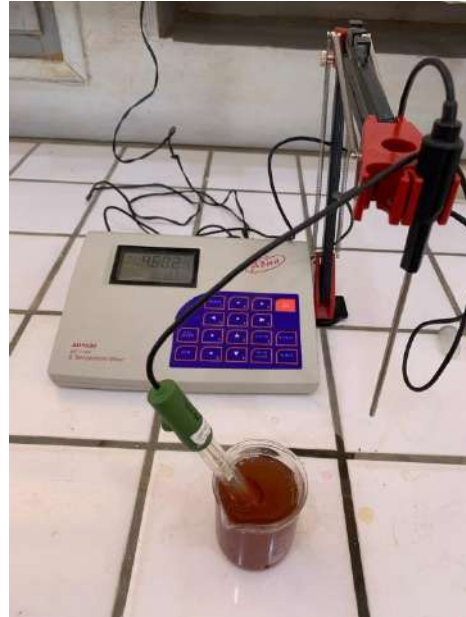


Photo 9 : pH-mètre de marque (ADWA AD1030)

### 2. Détermination de la conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique (CE) est un paramètre physico-chimique essentiel qui permet d'évaluer la capacité d'une solution à conduire le courant électrique, en fonction de sa teneur en sels minéraux dissous (ions). Dans le cas de la mélasse de dattes, la CE reflète la concentration globale en électrolytes, principalement les cations ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , etc.) et les anions ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , etc.), influençant ainsi les propriétés nutritionnelles et de conservation du produit (Benahmed *et al*, 2020 ; Jay *et al*, 2005).

La conductivité électrique renseigne sur la teneur en sels solubles du produit. Elle est mesurée à l'aide d'un conductimètre de type « WTW InoLab ». Les résultats sont exprimés en millisiemens par centimètre (mS/cm) (OENO, 2000, in Khelil, 2022).



Photo 10 : Conductimètre de type (WTW InoLab Cond 720)

# Partie I : Matériels et méthodes

---

## 3. Détermination de la densité :

La densité est une propriété physico-chimique fondamentale qui permet de déterminer le rapport entre la masse et le volume d'une substance. Dans le cas des liquides alimentaires tels que la mélasse de dattes, la densité renseigne sur la concentration en matières dissoutes, notamment les sucres, minéraux et autres composés solides. Elle est étroitement liée à la qualité du produit, sa consistance, et peut servir d'indicateur indirect de sa richesse nutritionnelle. Le dosage de la densité se fait généralement à l'aide d'un densimètre, un instrument simple et fiable, qui permet une lecture directe dans des unités telles que  $\text{g/cm}^3$  ou  $\text{kg/m}^3$  (FAO, 1992 ; Nielsen, 2017).

La densité de la mélasse est déterminée par l'utilisation du densimètre de type (G.WIDDER)

### Mode opératoire :

- Nous avons introduit une quantité déterminée de mélasse dans une éprouvette.
- Puis, nous avons ajouté de l'eau distillée jusqu'à atteindre un volume total de 100 mL.
- Ensuite, nous avons mélangé soigneusement le contenu jusqu'à obtenir une solution homogène.
- Nous avons plongé le densimètre dans l'éprouvette et attendu qu'il se stabilise complètement.
- Enfin, nous avons relevé la valeur de la densité au niveau de la surface supérieure du liquide.

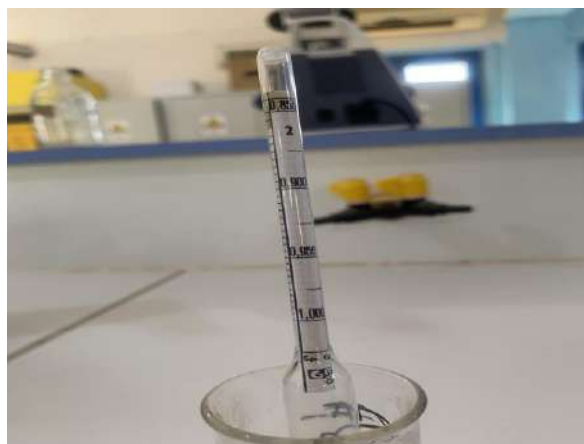


Photo 11 : Densimètre de type (G.WIDDER)

## 4. Détermination du taux de matière sèche :

Le taux de matière sèche (MS) représente la proportion de matière restante après élimination complète de l'eau contenue dans un échantillon, généralement par chauffage dans une étuve à

## Partie I : Matériels et méthodes

température constante (souvent 105 °C). Il reflète la concentration des composés solides (sucres, minéraux, fibres, etc.) et constitue un critère essentiel pour la caractérisation nutritionnelle et technologique des produits alimentaires, notamment les sirops et mélasses. Une teneur élevée en matière sèche indique généralement une meilleure conservation, une valeur énergétique plus élevée, et une viscosité plus importante du produit (Belarbi et al., 2021).

Le taux de matière sèche est déterminé en séchant un échantillon de mélasse dans une étuve maintenue à 105 °C, jusqu'à obtention d'un poids constant. La différence de poids correspond à la perte en humidité, tandis que le résidu sec représente la teneur en matière sèche de l'échantillon.

### Mode opératoire :

5 g de sirop de datte humide sont pesés séparément dans des creusets en porcelaine préalablement tarés. Ils sont ensuite placés dans une étuve maintenue à 105,5 °C pendant 24 heures, jusqu'à obtention d'un poids constant.

Les creusets sont ensuite placés dans un dessiccateur pendant au moins une demi-heure afin de refroidir. Le taux de matière sèche (% MS) est calculé selon l'expression suivante :

$$MS (\%) = \frac{P2 - Tc}{P1 - Tc} \times 100$$

Où :

P1 : poids de l'échantillon avant séchage (g).

P2 : poids de l'échantillon après dessiccation (g)

Tc : poids de creuset vide taré (g).



**Photo 12 :** Taux de matière sèche des diverses mélasses de dattes analysées.

## Partie I : Matériels et méthodes

### 5. Teneur en cendres :

Le dosage des cendres permet d'estimer la teneur totale en matières minérales d'un échantillon alimentaire. Il consiste à incinérer la matière organique dans un four à moufle à haute température (environ 550 °C), jusqu'à obtenir un résidu minéral stable. Cette méthode est largement utilisée pour évaluer la qualité nutritionnelle, la pureté et la valeur technologique des produits comme la mélasse, qui est riche en minéraux (calcium, potassium, magnésium, etc.).

La teneur en cendres est un indicateur indirect de la concentration en sels minéraux et permet également de détecter des falsifications ou des traitements thermiques excessifs (AOAC, 2016 ; Nielsen, 2017).

La technique consiste à calciner un l'échantillon de mélasse de dattes à 550 °C dans un four à moufle jusqu'à l'obtention des cendres de couleur blanche et de poids constant, la température est augmentée progressivement de manière à éviter une calcination violente du produit (Aliouat *et al*, 2022).

#### Mode opératoire :

- Peser 5 g de l'échantillon dans des creusets en porcelaine.
- Placer les creusets dans un four à moufle fermé, réglé à une température de  $550 \pm 15$  °C, jusqu'à obtention d'une couleur blanchâtre et d'un poids constant.
- Retirer les creusets du four, les laisser refroidir dans un dessiccateur, puis les peser.

#### Expression des résultats :

Pour calculer la teneur en cendres, il faut d'abord déterminer le taux de matière organique en utilisant la formule suivante :

$$MO\% = \frac{M1 - M2}{p} \times 100$$

Soit :

MO : matière organique en (g) ;

M1 : masse de creuset + la prise d'essai en (g) ;

M2 : masse de creuset après incinération en (g) ;

P : masse de la prise d'essai (g).

Ensuite nous calculons le taux des cendres en se référant à la formule suivante :

$$TC\% = 100 - MO\%$$

Soit :

Tc : Taux des cendres

## Partie I : Matériels et méthodes



**Photo 13 :** Les mélasses avant



**Photo 14 :** Dans le four à moufle



**Photo 15 :** Après calcination complète

### **6. Détermination de l'indice de couleur :**

L'indice de couleur, souvent mesuré sous forme de densité optique (DO), est un paramètre analytique utilisé pour quantifier l'intensité de la couleur d'une solution. Dans le cas des sirops ou mélasses, il reflète la concentration en composés colorants naturels comme les polyphénols, les mélanoïdines issues de la réaction de Maillard, ou encore les pigments végétaux (caroténoïdes, flavonoïdes). Selon les recommandations des normes analytiques. Cet indice permet d'évaluer la qualité visuelle, l'évolution lors du stockage, ou encore l'intensité de la transformation thermique du produit (Jemai *et al*, 2012 ; Nielsen, 2017).

## Partie I : Matériels et méthodes

L'indice de couleur, ou densité optique, des mélasses est une méthode analytique quantitative qui consiste à mesurer l'absorbance de l'échantillon. Cette mesure est réalisée à l'aide d'un spectrophotomètre de marque (Shimadzu UV-1800) préalablement étalonné à une longueur d'onde de 450 nm. Le principe repose sur la variation des valeurs quantitatives des réactifs.



Photo 16 : spectrophotomètre de marque (Shimadzu UV-1800)

### 7. Détermination de l'acidité totale :

L'acidité totale est un paramètre clé qui reflète la quantité totale d'acides libres présents dans un échantillon, exprimée généralement en équivalent acide citrique ou acide tartrique. Dans les produits alimentaires comme la mélasse de dattes, cette mesure permet d'évaluer l'acidité organoleptique, la stabilité microbiologique et la qualité du produit (OENO, 2000 ; Nielsen, 2017).

Le taux d'acidité totale est déterminé par la neutralisation des acides présents dans l'échantillon de mélasse de dattes à l'aide d'une solution alcaline de NaOH (OENO, 2000). Les résultats sont exprimés selon la formule suivante :

$$\text{(\% Acidité totale)} = \frac{V \times M \times N}{pe}$$

Où :

V : Volume de NaOH versée

Pe : Volume de la prise d'essai

M : Masse molaire de NaOH

N : Nombre de mol.

## Partie I : Matériels et méthodes

---

### Mode opératoire :

- Peser 10 g de l'échantillon.
- Placer l'échantillon dans une fiole conique, ajouter 70 mL d'eau distillée récemment bouillie puis refroidie, et mélanger jusqu'à obtention d'un liquide homogène.
- Chauffer le contenu au bain-marie pendant 30 minutes.
- Laisser refroidir, puis transvaser quantitativement le contenu dans une fiole jaugée de 100 mL. Compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée, bien mélanger, puis filtrer.
- Prélever 10 mL du filtrat et l'ajouter à 10 mL d'eau distillée.
- Ajouter trois gouttes de phénolphaléine, puis, tout en agitant, titrer avec une solution d'hydroxyde de sodium 0,1 N jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante pendant au moins 30 secondes.



Photo 17 : Titrage avec du NaOH

### I.2.2.2. Dosages biochimiques et nutritionnels :

#### 1. Solides Solubles Totaux (°Brix) :

Les solides solubles totaux (TSS) représentent la concentration de toutes les substances solubles dans un produit liquide, principalement des sucres, mais aussi des acides organiques, acides aminés, minéraux, et composés phénoliques. Dans le cas des produits dérivés des fruits comme la mélasse de dattes, le TSS est un indicateur essentiel de la qualité nutritionnelle, de la maturité, et du pouvoir sucrant. Le TSS est généralement exprimé en °Brix, qui correspond au

## Partie I : Matériels et méthodes

---

pourcentage de sucre (g/100 g de solution), et il est mesuré à l'aide d'un réfractomètre, selon des normes standardisées (AOAC, 2016 ; Kader, 2002).

Le degré Brix ( $^{\circ}$ Brix), est déterminé par lecture directe à l'aide d'un réfractomètre. Il correspond à la teneur en sucres exprimée en grammes pour 100 g de sirop de dattes. Un degré Brix compris entre 70 et 75 % permet de conserver la mélasse de dattes pendant plus de deux ans (Mimouni et Siboukeur, 2011).



**Photo18 :** Réfractomètre utilisé de marque (NOVEX 98.490)

### 2. Dosage des sucres :

Pour le dosage des sucres dans les mélasses de dattes, deux catégories de sucres ont été mises en évidence : les sucres totaux et les sucres réducteurs.

#### Mode opératoire :

Avant d'effectuer les dosages, deux solutions de Fehling (A et B), ainsi que deux filtrats (1 et 2) de compositions spécifiques, ont été préparés.

#### Préparation du filtrat 1:

- Peser 10 g de l'échantillon dans un bécher de 100 mL.
- Ajouter 2,5 mL d'acétate de plomb.
- Remplir le bécher aux deux tiers avec de l'eau distillée.
- Agiter vigoureusement à plusieurs reprises, puis laisser reposer pendant 15 minutes.
- Compléter le volume à 100 mL avec de l'eau distillée.
- Homogénéiser, filtrer à l'aide d'un papier filtre, puis récupérer le filtrat.

## Partie I : Matériels et méthodes

---



**Photo 19** : L'obtention du filtrat 1

### Préparation du filtrat 2 :

- Prélever 50 mL du filtrat 1 et y ajouter 5 mL d'acide chlorhydrique (HCl) concentré.
- Chauffer le mélange au bain-marie à 70 °C pendant 5 minutes.
- Neutraliser ensuite avec une solution de soude (NaOH 10 N) en présence de phénolphtaléine à 1 % comme indicateur.

### 2.1. Dosage des sucres totaux :

Le dosage des sucres totaux a pour objectif de déterminer la teneur globale en glucides présents dans un échantillon, incluant à la fois les sucres réducteurs (comme le glucose et le fructose) et les sucres non réducteurs (comme le saccharose). Dans le cas des mélasses de dattes, cette analyse est essentielle pour évaluer leur valeur énergétique et leur qualité nutritionnelle. Cette technique, bien qu'ancienne, reste largement utilisée dans l'analyse des produits alimentaires sucrés en raison de sa simplicité et de sa fiabilité (Cheftel *et al.*, 1985 ; Bertrand et Thomas, 2001).

#### Mode opératoire :

- Prélever 5 mL de la solution de Fehling A et 5 mL de la solution de Fehling B.
- Compléter le volume à 100 mL avec de l'eau du robinet.



## Partie I : Matériels et méthodes

---

- Chauffer le contenu jusqu'à ébullition pendant 2 minutes.
- Titrer ensuite avec le filtrat 2 jusqu'à la disparition complète de la couleur bleue.
- Ajouter 2 gouttes de bleu de méthylène, puis poursuivre le titrage jusqu'à ce que la coloration bleue soit remplacée par une teinte marron cuivré.



- Noter le volume de filtrat (2) V2.

### Expression des résultats :

Le taux des sucres totaux dans la prise d'essai est donné par la formule suivante :

$$ST = [(X \cdot V \cdot D) / P] \cdot 100$$

Soit :

ST : taux des sucres totaux (%) ;

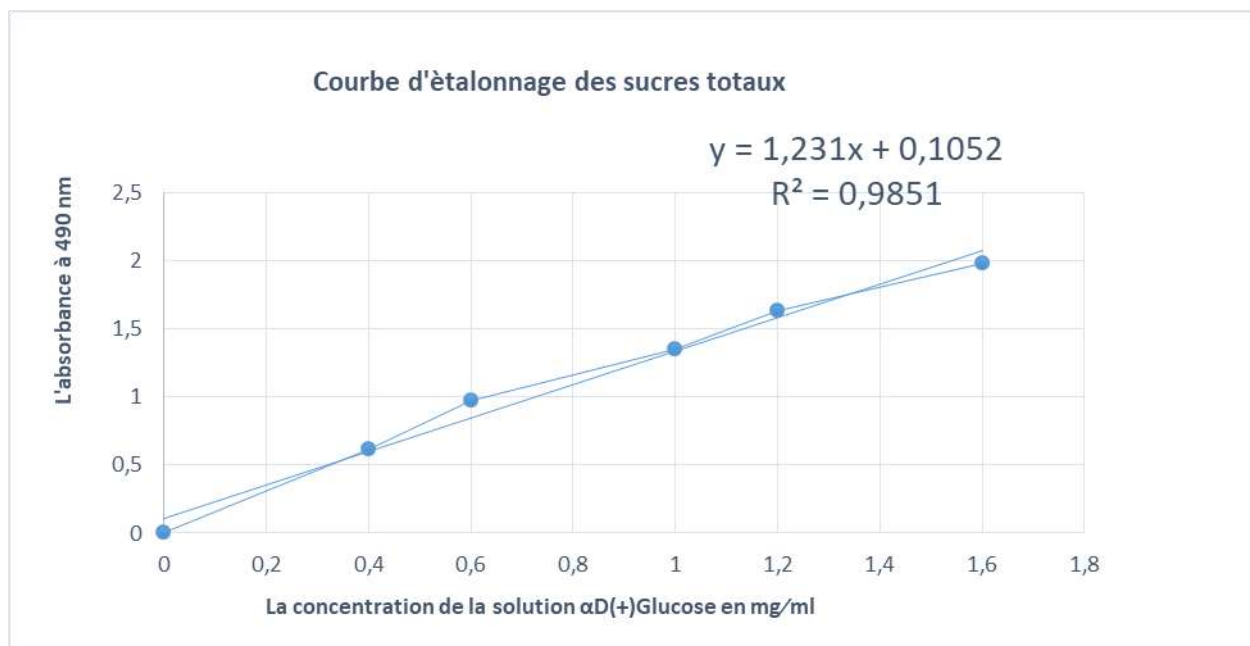
X : la concentration du sucre calculée à partir de la courbe d'étalonnage (mg/ml) ;

D : facteur de dilution

V : volume de la solution analysée (ml)

P : poids de la prise d'essai (mg)

## Partie I : Matériels et méthodes



**Figure 04 :** Courbe d'étalonnage des sucres totaux

### 2.2. Dosage des sucres réducteurs

Les sucres réducteurs sont des glucides capables de réduire les agents oxydants en raison de la présence d'un groupe aldéhyde ou cétone libre. Ils incluent notamment le glucose, le fructose et le maltose. Dans les produits alimentaires comme la mélasse de dattes, le dosage des sucres réducteurs permet d'évaluer la teneur en sucres simples, qui influencent la valeur énergétique, le goût, et la conservation du produit.

La méthode classique de dosage est la réaction de Fehling, un titrage volumétrique basé sur la réduction des ions cuivre (II) ( $\text{Cu}^{2+}$ ) en cuivre (I) ( $\text{Cu}^+$ ), visible par le changement de couleur de bleu à rouge brique (Nielsen, 2017 ; James, 1995).

#### Mode opératoire :

- Introduire 5 mL de la solution de Fehling A et 5 mL de la solution de Fehling B dans un bécher de 500 mL.
- Compléter le volume à 100 mL avec de l'eau du robinet.
- Chauffer le mélange jusqu'à ébullition pendant 2 minutes.
- Titrer avec le filtrat 1 jusqu'à disparition complète de la teinte bleue.
- Ajouter 2 gouttes de bleu de méthylène, puis poursuivre le titrage jusqu'à ce que la couleur bleue vire au rouge brique.
- Arrêter le titrage et noter le volume de filtrat 1 utilisé ( $V_1$ ).

## Partie I : Matériels et méthodes

**Expression des résultats :** Calculer la concentration en sucres réducteurs à partir du volume  $V_1$  utilisé, selon la méthode de Fehling.



La quantité des sucres réducteurs estimée dans la prise d'essai est calculée selon la formule suivante :

$$SR = \frac{240}{V \times (V_1 - 0,05)}$$

Soit :

SR : Taux des sucres réducteurs (%) ;

V : volume de la prise d'essai (ml) ;

$V_1$  : volume du filtrat (1) utilisé au titrage (ml).

### 3. Teneur en pigments :

#### 3.1 Dosage des caroténoïdes :

Les caroténoïdes sont des pigments liposolubles naturels, responsables des teintes jaunes, orangées et rouges dans de nombreux fruits et légumes, y compris les dattes. Outre leur rôle colorant, ils possèdent une activité antioxydante importante et sont des précurseurs de la vitamine A (notamment le  $\beta$ -carotène). L'évaluation de leur concentration dans les produits alimentaires est essentielle pour caractériser leur valeur nutritionnelle et qualité fonctionnelle (Britton, 1995 ; Rodriguez-Amaya, 2001).

# Partie I : Matériels et méthodes

## Mode opératoire :

- Ajouter 20 mL du mélange (hexane / acétone / éthanol) (2V : 1V : 1V) à 0,5 g de mélasse de dattes.
- Agiter le mélange pendant 30 minutes.
- Récupérer la phase supérieure.
- Ajouter 10 mL d'hexane pour une deuxième extraction.
- Utiliser le mélange des deux phases pour le dosage des caroténoïdes totaux par spectrophotométrie à 450 nm.

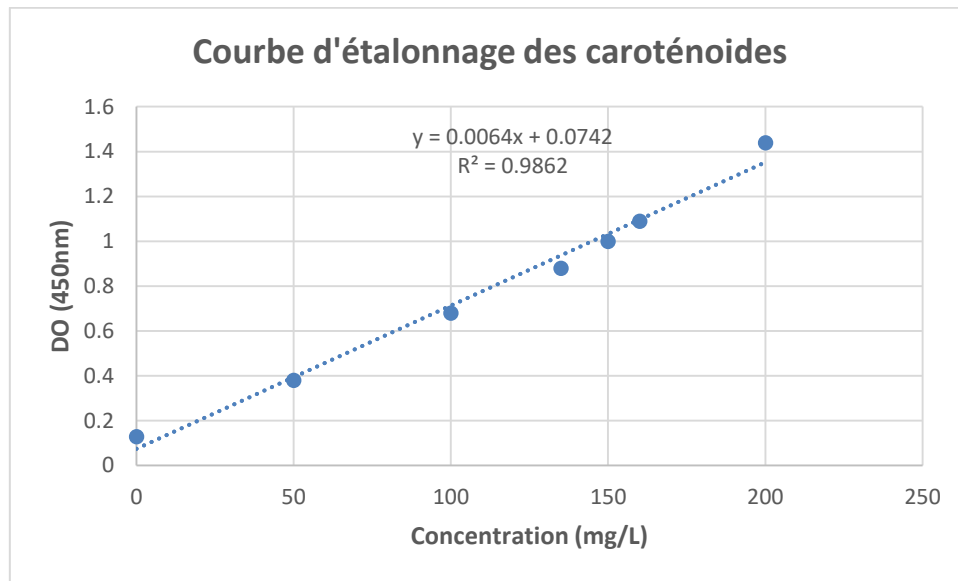


Figure 05 : Courbe d'étalonnage des caroténoïdes

## 4. Dosage des flavonoïdes :

Les flavonoïdes sont des composés phénoliques largement répandus dans les plantes. Ils jouent un rôle important dans la défense végétale, la couleur des fruits et légumes, et présentent de nombreuses propriétés biologiques, notamment antioxydantes, anti-inflammatoires et cardioprotectrices. Leur quantification dans les produits alimentaires permet d'évaluer leur qualité nutritionnelle et fonctionnelle (Chang *et al*, 2002 ; Kim *et al*, 2003 ; Meda *et al*, 2005). La méthode trichlorure d'aluminium  $AlCl_3$  (Kosalec *et al*, 2004) a été utilisée pour quantifier les flavonoïdes de la mélasse de dattes.

## Mode opératoire

### Préparation de la solution mère :

- 1 ml d'extrait de l'échantillon
- Ajouter 1 ml d' $AlCl_3$  à 2%
- Incubation pendant 10 min à l'ombre à la température ambiante

## Partie I : Matériels et méthodes

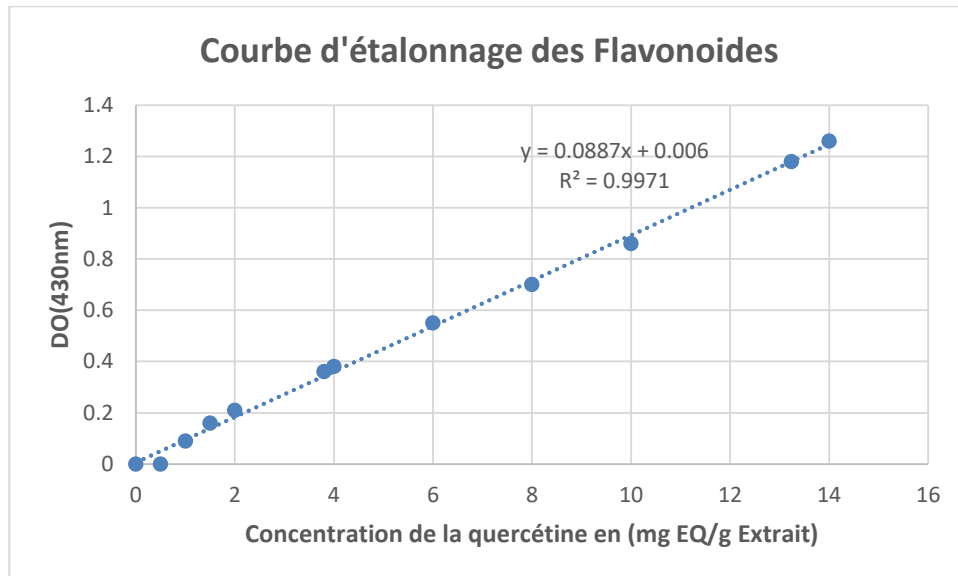
- Mesure de l'absorbance à 430 nm

### Courbe d'étalonnage :

La quantification des flavonoïdes a été réalisée à partir d'une courbe d'étalonnage linéaire, selon la méthode au chlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$ ), en utilisant la quercétine comme standard.

### Expression des résultats :

La teneur en flavonoïdes est exprimée en milligramme d'équivalent de quercétine par gramme de poids sec de l'extrait (mg EQ/g d'extrait).



**Figure 06 :** Courbe d'étalonnage des flavonoïdes

## 5. Teste des Tanins

Les tanins sont des composés phénoliques de haut poids moléculaire largement présents dans les végétaux. Ils jouent un rôle important dans la défense des plantes contre les herbivores et les pathogènes, et sont reconnus pour leurs propriétés antioxydantes, antimicrobiennes et astringentes. En nutrition et en agroalimentaire, leur dosage permet d'évaluer la valeur fonctionnelle et sensorielle des produits dérivés de fruits, comme les mélasses de dattes (**Price et al, 1978 ; Waterman et Mole, 1994 ; Makkar et al, 1995**).

La présence de tanins est mise en évidence en ajoutant à 1 mL de l'extrait aqueux, 1 mL d'eau et 1 à 2 gouttes d'une solution de  $\text{FeCl}_3$  diluée au dixième. L'apparition d'une coloration vert foncé ou bleu-vert indique la présence de tanins (**Boukhatem, 2017**).

## Partie I : Matériels et méthodes

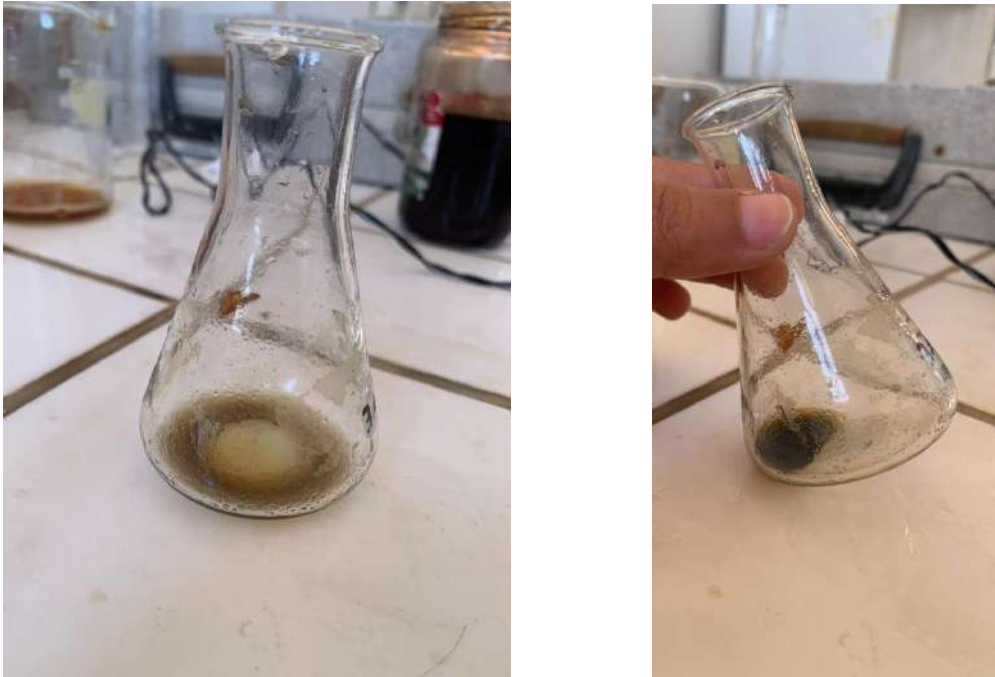


Photo 20 : Test des tanins

### 6. Dosage des sels minéraux

Les sels minéraux jouent un rôle essentiel dans l'évaluation de la valeur nutritionnelle des produits alimentaires, y compris la mélasse de dattes, issue de la transformation des dattes. Ce produit naturel est reconnu pour sa richesse en minéraux essentiels tels que le potassium (K), le magnésium (Mg), le calcium (Ca), le fer (Fe) et le phosphore (P), contribuant à ses propriétés énergétiques et fonctionnelles (El-Farsi *et al*, 2005 ; Chaira *et al*, 2007).

Les cations tels que  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  et  $\text{Fe}^{3+}$  sont dosés par spectrophotométrie à flamme. Lorsqu'ils sont excités par la chaleur de la flamme, les atomes de ces éléments émettent des radiations à des longueurs d'onde spécifiques. L'intensité de ces émissions est ensuite mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre, ce qui permet de déterminer la concentration des éléments présents (Rodier, 1984 in Khelil, 2022).

Selon la loi du principe de dilution :

$$C_f = (C_0 \times V_0) / m$$

Où :

$C_f$  : concentration finale

$C_0$  : concentration initiale

$V_0$  : volume initial

$M$  : masse de mélasse utilisée (g)

## Partie I : Matériels et méthodes

---



**Photo21** : Spectromètre à flamme de type (contraAA 800 d'Analytik Jena)

### **I.2.3. Analyses statistiques :**

Les tests statistiques jouent un rôle fondamental dans la validation scientifique des résultats expérimentaux. Ils permettent de déterminer si les différences observées entre plusieurs groupes ou conditions sont significatives ou simplement dues au hasard. En agroalimentaire et en sciences biologiques, des tests comme l'ANOVA, le test de Tukey, ou les analyses de corrélation sont essentiels pour comparer des traitements, évaluer des interactions entre facteurs, et dégager des tendances fiables. L'utilisation rigoureuse des outils statistiques améliore la fiabilité, la reproductibilité et l'interprétation des résultats, contribuant à une prise de décision fondée sur des données objectives (Montgomery, 2017 ; Field, 2013).

*Partie II :*

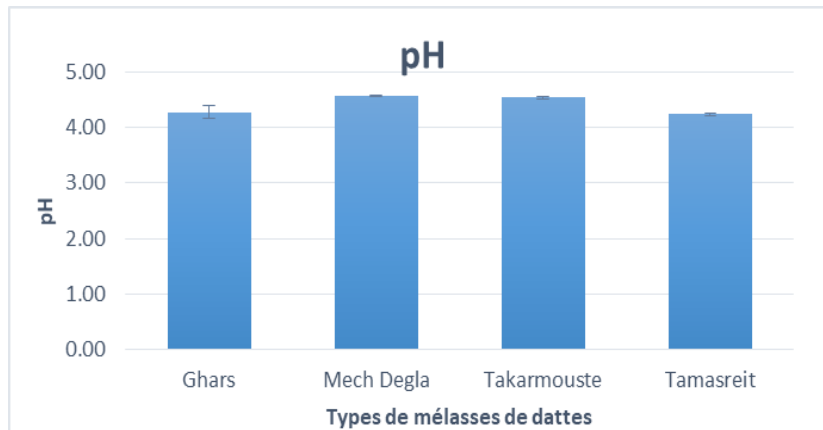
*Résultats et discussions*

## Partie II : Résultats et discussion

### II.1 Analyse physicochimique de mélasses de dattes :

#### II.1.1. Potentiel d'Hydrogène (pH) :

L'évaluation des propriétés physico-chimiques des échantillons de mélasse de dattes nous a permis d'obtenir les résultats suivants :



**Figure 07** : Potentiel d'Hydrogène des échantillons de mélasses de dattes.

À la lumière de la figure 07, nous constatons que les valeurs de pH des différents échantillons de mélasse de dattes sont proches les unes des autres. Ces valeurs varient entre 4,24 (mélasse Tamasreit) et 4,58 (mélasse Mech Degla), ce qui traduit une acidité modérément élevée, caractéristique des mélasses de dattes. Cette variation est en grande partie imputable à la richesse naturelle des dattes en acides organiques, tels que l'acide citrique, malique et oxalique, comme le suggèrent **Farahnaky et al. (2015)**. Par ailleurs, la quantité d'eau utilisée lors des procédés d'extraction pourrait également diluer ou concentrer ces composés acides, influençant ainsi le pH final du produit (**Farahnaky et al. 2015**).

Les résultats obtenus montrent une relative homogénéité entre les différentes mélasses analysées. Par exemple, les mélasses Takarmouste (pH = 4,544) et Mech Degla (pH = 4,58) présentent des valeurs très proches, suggérant une similitude dans leur composition en acides organiques. De même, les mélasses Ghars (pH = 4,28) et Tamasreit (pH = 4,24) se situent dans une gamme légèrement plus acide.

Ces observations sont en accord avec les données rapportées par **Sadallah et Toumi (2020)**, qui ont noté un pH de 4,68 pour la mélasse Takarmouste, ainsi qu'avec les résultats de **Belgeudj et al. (2015)**, qui ont relevé des valeurs proches de  $4,13 \pm 0,03$  pour la mélasse Ghars et de 4,18 pour Mech Degla.

## Partie II : Résultats et discussion

---

De telles concordances confirment que les écarts observés dans cette étude sont plausibles et peuvent être attribués à des différences variétales naturelles ou à des conditions spécifiques de transformation.

L'acidité de la mélasse de dattes, exprimée par la mesure du pH, constitue un paramètre crucial tant sur le plan organoleptique qu'hygiénique. En effet, selon **Madani et Seddiki (2019)**, le pH influence non seulement la stabilité microbiologique du produit, mais aussi ses caractéristiques sensorielles, telles que le goût et la conservation. Une acidité modérée est généralement favorable pour limiter le développement microbien sans altérer négativement les qualités organoleptiques du produit.

L'analyse de la variance à un facteur appliquée au pH a révélé une différence hautement significative entre les quatre variétés de mélasse de dattes, avec une probabilité d'erreur de 0,0001, bien inférieure au seuil de 1 %. Le test de Tukey (HSD), à un intervalle de confiance de 95 %, a permis d'identifier deux groupes : le groupe A, composé des variétés Mech Degla (4,586) et Takarmouste (4,544), qui présentent les pH les plus élevés, et le groupe B, regroupant les variétés Ghars (4,288) et Tamasreit (4,235), aux valeurs de pH plus faibles (Annexe 2.1).

**En conclusion**, le pH des mélasses de dattes analysées dans cette étude révèle une acidité modérée, favorable à la fois à la stabilité du produit et à ses qualités gustatives (notamment le goût sucré acidulé).

Ces valeurs fluctuent entre 4,58, valeur maximale observée pour la mélasse de type Mech Degla, et 4,24, valeur minimale enregistrée pour le type Tamasreit. Cette caractéristique est fortement influencée par la variété du fruit, mais également par les conditions technologiques du procédé d'extraction, notamment la quantité d'eau utilisée, comme le soutiennent plusieurs auteurs.

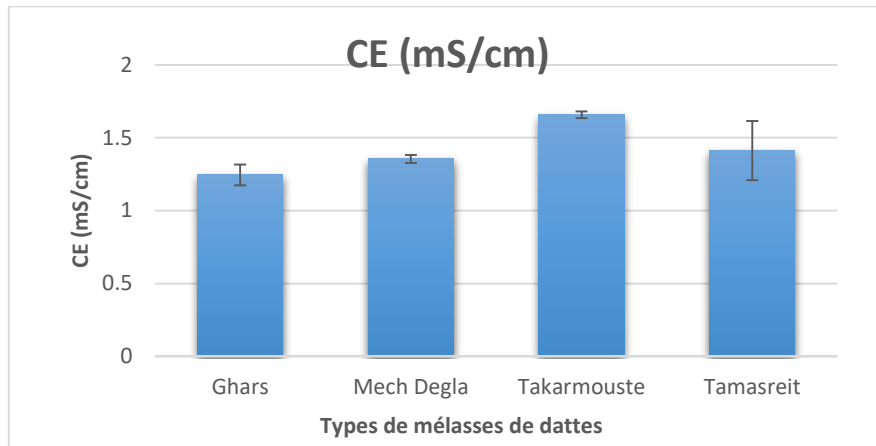
Il apparaît donc pertinent, dans une optique industrielle, de standardiser les procédés de transformation afin de garantir une qualité constante du produit fini.

L'analyse statistique a révélé une différence hautement significative entre les valeurs de pH des mélasses. Mech Degla et Takarmouste présentent les pH les plus élevés, tandis que Ghars et Tamasreit affichent des valeurs plus faibles. Ces résultats soulignent également le rôle primordial de l'analyse statistique dans la prise de décision des recommandations agricoles et agro-alimentaires.

### II.1.2. Conductivité électrique :

Les valeurs de la conductivité électrique (CE) (mS/cm) des échantillons de mélasses de dattes étudiées sont représentées dans la figure 08 :

## Partie II : Résultats et discussion



**Figure 08 :** Conductivité électrique des échantillons de mélasses de dattes.

Les résultats obtenus concernant la conductivité électrique des échantillons de mélasse de dattes ont montré des légères variations entre les variétés observées. En effet, la mélasse provenant de la variété Takarmouste présentait un maximum de conductivité, soit 1,658 mS/cm, et donc une forte anionie, notamment en termes de sels minéraux. Tandis que la mélasse de la variété Ghars a montré une valeur de conductivité minimum, correspondant à 1,245 mS/cm. Et ce, pour des raisons qui peuvent être attribuées soit à une composition chimique particulière, soit à des conditions agronomiques ou de conservation qui lui étaient préalablement préjudiciables. Les mélasses obtenues à partir des variétés Mech Degla et Tamasreit ont apporté des résultats de conductivité intermédiaires, respectivement de 1,355 mS/cm et de 1,412 mS/cm.

Nos résultats qui sont de 1,658 mS/cm, sont légèrement supérieurs à ceux rapportés par **Sadallah et Toumi (2020)**, qui ont enregistré une conductivité électrique de 1,26 mS/cm pour la même variété de mélasse (Takarmouste). Cette différence pourrait s'expliquer par l'utilisation d'eau du robinet de notre région, généralement riche en sels dissous, dans la fabrication artisanale de ces produits, ce qui contribuerait à l'élévation de leur conductivité électrique (**Sebihi, 1996 in Khelil, 2022**). Concernant la mélasse de dattes de la variété Ghars, nos résultats ont montré une conductivité électrique plus élevée que celle rapportée par **Gheraissa et Hamidani (2018)**, qui était de 0,0040 mS/cm<sup>3</sup>.

La conductivité électrique constitue un indicateur indirect de la teneur en sels et en matières dissoutes dans la mélasse. Ainsi, les variations observées peuvent refléter les différences de richesse minérale naturelle entre les variétés de dattes, ainsi que l'influence des facteurs technologiques liés aux procédés d'extraction et de concentration.

L'analyse de la variance à un facteur appliquée aux valeurs de conductivité électrique (CE) a mis en évidence une différence hautement significative entre les quatre variétés de mélasse de dattes, avec une probabilité d'erreur de 0,00015, nettement inférieure au seuil de 1 %. Le test

## Partie II : Résultats et discussion

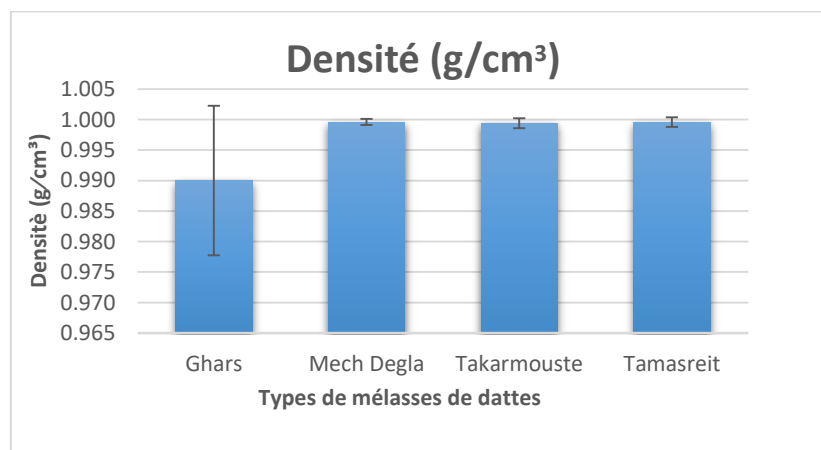
de Tukey (HSD), à un niveau de confiance de 95 %, a permis de distinguer deux groupes : le groupe A, représenté uniquement par la variété Takarmouste, présentant la valeur moyenne la plus élevée (1,659 mS/cm), et le groupe B, regroupant les variétés Ghars, Tamasreit et Mech Degla, avec des moyennes respectives de 1,244 ; 1,412 et 1,355 mS/cm, dont les valeurs sont plus faibles et proches (Annexe 2.2).

**En conclusion**, la conductivité électrique de la mélasse de dattes varie selon la variété, avec une valeur maximale de 1,658 mS/cm pour la mélasse de la variété Takarmouste, et une valeur minimale de 1,245 mS/cm pour celle de la variété Ghars. Ces écarts peuvent être attribués à la composition minérale spécifique de chaque variété, ainsi qu'à l'utilisation d'eau du robinet dans la préparation traditionnelle, souvent riche en sels dissous.

L'analyse statistique a montré une différence hautement significative entre les conductivités électriques des mélasses. La variété Takarmouste présente la valeur la plus élevée, tandis que Ghars, Tamasreit et Mech Degla affichent des valeurs plus faibles et relativement proches. Cet indice apparaît d'une grande importance pour la caractérisation physico-chimique des dattes, notamment en vue de leur transformation ou conservation.

### II.1.3. Densité :

Les valeurs des densités des divers mélasses de dattes étudiées sont représentés dans la figure 09 :



**Figure 09** : Densités (g/cm<sup>3</sup>) des échantillons de mélasses de dattes

Les résultats obtenus pour les mélasses de dattes analysées montrent des valeurs de densité relativement proches.

La densité la plus élevée a été enregistrée pour les mélasses des variétés Mech Degla et Tamasreit, avec une valeur de 1,000 g/cm<sup>3</sup>. La densité la plus faible a été observée pour la

## Partie II : Résultats et discussion

---

mélasse de la variété Ghars, avec  $0,990 \text{ g/cm}^3$ , suivie par celle de la variété Takarmouste, dont la densité atteint  $0,999 \text{ g/cm}^3$ .

Ces résultats sont légèrement inférieurs à ceux rapportés dans la littérature. En effet, **Sadallah et Toumi (2020)** ont mesuré une densité de  $1,329 \text{ g/cm}^3$  pour la mélasse Takarmouste. De même, **Benkhedda et Kadri (2019)** ont rapporté une valeur plus élevée que celle obtenue dans notre étude, à savoir  $1,43 \pm 0,005 \text{ g/cm}^3$  pour la mélasse Ghars.

De leur côté, **Belguedj et al. (2015)** ont enregistré une densité de  $1,40 \text{ g/cm}^3$  pour la mélasse Ghars, tandis que celle de Mech Degla a été évaluée à  $1,38 \text{ g/cm}^3$ .

La densité moyenne d'une mélasse dépend directement de sa concentration, laquelle est inversement proportionnelle à la température ambiante (**Novoselov et al. 2022**).

La densité des mélasses de dattes est généralement élevée en raison de la forte teneur en solides solubles qu'elles contiennent. Cette caractéristique favorise une bonne conservation du produit sur une longue durée (**Abdelfattah, 1990 in El-Fatmi et Matallah, 2021**).

L'analyse de la variance à un facteur appliquée aux valeurs de densité a révélé une probabilité d'erreur de  $0,907$ , bien supérieure au seuil de  $1 \%$ , ce qui indique l'absence de différence significative entre les densités des quatre variétés de mélasse de dattes. Le test de Tukey (HSD), avec un intervalle de confiance de  $95 \%$ , confirme cette observation en regroupant toutes les variétés (Tamasreit, Ghars, Takarmouste et Mech Degla) dans un seul groupe, avec des moyennes très proches, variant entre  $0,999$  et  $1,000 \text{ g/cm}^3$ . (Annexe 2.3).

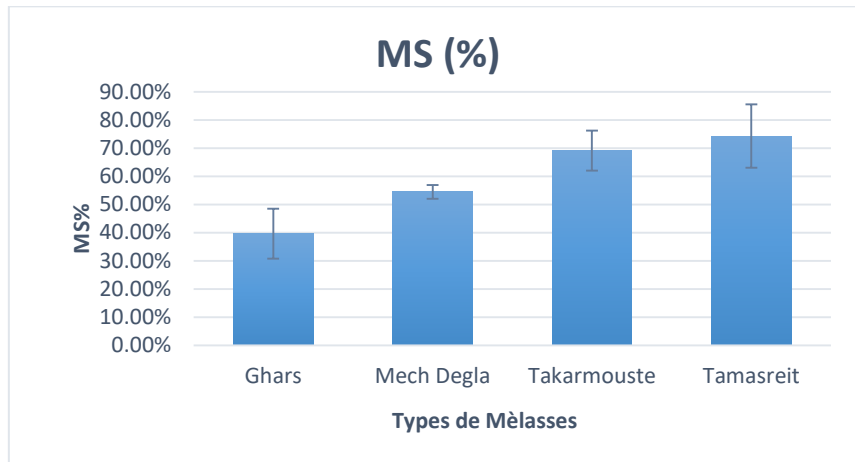
**En conclusion**, la densité des mélasses de dattes varie selon les variétés, les valeurs mesurées dans cette étude étant légèrement inférieures à celles rapportées dans les travaux antérieurs. Cette variation peut s'expliquer par la méthode traditionnelle de fabrication, notamment l'utilisation d'eau du robinet, susceptible de modifier la concentration finale. De plus, la température ambiante exerce un effet inverse sur la densité, ce qui pourrait également influencer les résultats obtenus.

L'analyse statistique n'a révélé aucune différence significative entre les densités des mélasses des quatre variétés de dattes. Toutes présentent des valeurs très proches, comprises entre  $0,999$  et  $1,000 \text{ g/cm}^3$ , ce qui indique une uniformité structurelle et une similarité physico-chimique pour ce paramètre, renforçant ainsi la cohérence des échantillons du point de vue de la qualité physique.

### II.1.4. Teneurs en matière sèche :

Les teneurs en matière sèche de mélasses de dattes analysées sont représentés dans la figure 10 :

## Partie II : Résultats et discussion



**Figure 10 :** Taux de matière sèche (%) des échantillons de mélasses de dattes.

Les résultats obtenus pour les différentes variétés de mélasse de dattes révèlent une variation notable de leur teneur en matières sèches.

La mélasse de la variété Tamasreit présente la teneur la plus élevée, avec 74,24 %, tandis que celle de la variété Ghars affiche la plus faible, soit 39,6 %.

Les mélasses des variétés Takarmouste et Mech Degla présentent des teneurs intermédiaires, respectivement de 69,08 % et 54,44 %.

Nos résultats sont inférieurs à ceux rapportés par **Amirat et Bensaci (2017)**, qui ont obtenu une teneur en matières sèches de 87,68 % pour la mélasse de la variété Ghars.

En revanche, une valeur légèrement plus élevée a été enregistrée par **Sadallah et Toumi (2020)** pour la mélasse de la variété Takarmouste, avec une teneur en matières sèches de 77,20 %.

Le taux de matière sèche des mélasses, est en relation inverse avec la teneur en eau. Les variations des taux d'humidité sont dues probablement aux méthodes d'extraction, les conditions climatiques, le stockage et le type des variétés des dattes utilisées (**Mahtout et Saidani, 2017 in El-Fatmi et Matallah, 2021**).

L'analyse de la variance à un facteur appliquée au taux de matière sèche (MS%) a révélé une différence hautement significative entre les quatre variétés de mélasse de dattes, avec une probabilité d'erreur de 0,0001, nettement inférieure au seuil de 1 %. Le test de Tukey (HSD), avec un intervalle de confiance de 95 %, a permis d'identifier quatre groupes distincts : le groupe A, représenté par la variété Tamasreit (74,24 %) ; le groupe AB, par Takarmouste (69%); le groupe B, par Mech Degla (54,44 %) ; et enfin le groupe C, constitué de la variété Ghars, qui présente la valeur la plus faible (39,60 %) . (Annexe 2.4).

**En conclusion**, la teneur en matières sèches des mélasses de dattes varie selon les variétés, la mélasse de Tamasreit présentant le taux le plus élevée (74,24 %), ce qui reflète une qualité et

## Partie II : Résultats et discussion

une efficacité d'extraction supérieures. Cependant, ces valeurs demeurent inférieures à celles rapportées dans la littérature, ce qui souligne l'influence potentielle des méthodes d'extraction, des conditions climatiques, du stockage, ainsi que des caractéristiques propres à chaque variété sur la composition finale du produit.

L'analyse statistique a montré une différence hautement significative entre les taux de matière sèche des mélasses des quatre variétés de dattes. La variété Tamasreit présente la teneur la plus élevée, suivie de Takarmouste, Mech Degla, puis Ghars, qui affiche la valeur la plus faible. Ce qui met en évidence une influence marquée de la variété sur la concentration en matière sèche.

### II.1.5. Teneurs en Cendres :

Les teneurs en cendres de mélasses de dattes étudiées sont représentées dans la figure 11 :

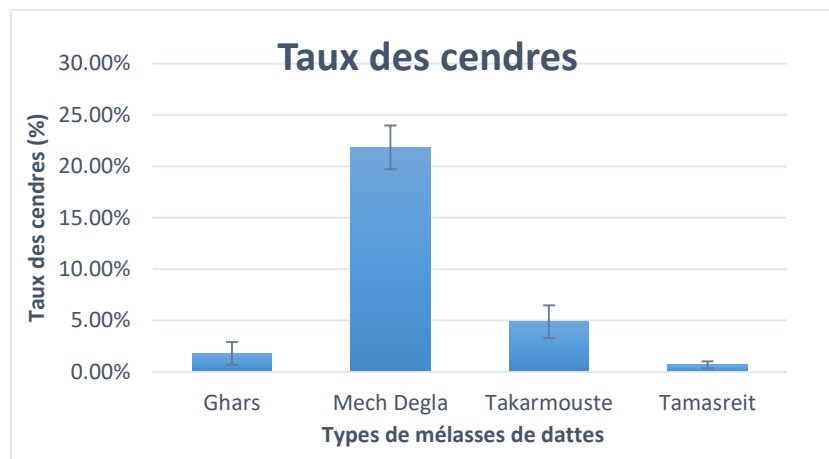


Figure 11 : Teneurs en cendres des échantillons de mélasses de dattes.

La figure 11 montre une variation importante des teneurs en cendres selon les variétés de mélasse de dattes. La teneur la plus élevée a été enregistrée pour la mélasse de la variété Mech Degla, avec 21,84 %, tandis que la valeur la plus faible a été observée chez la variété Tamasreit, avec 0,68 %.

Des valeurs intermédiaires ont été relevées pour les variétés Takarmouste (4,88 %) et Ghars (1,80 %).

Selon **Benkhedda et Kadri (2019)**, la teneur en cendres de la mélasse de la variété Ghars est de  $3,83 \pm 0,28$  %, une valeur relativement plus élevée que celle obtenue dans la présente étude pour la même variété. De leur côté, **Amirat et Bensaci (2017)** ont également rapporté une teneur supérieure pour la mélasse Ghars, estimée à 2,41 %. En revanche, la valeur rapportée par **Sadallah et Toumi (2020)** pour la mélasse Takarmouste est plus faible, avec une teneur en cendres de 1,40 %, comparée à celle enregistrée dans notre analyse.

## Partie II : Résultats et discussion

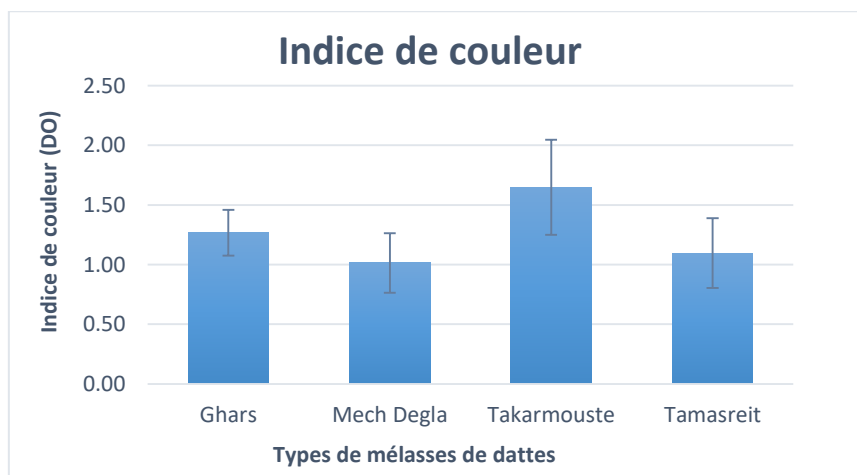
L'analyse de la variance à un facteur appliquée au taux de cendres a révélé une différence hautement significative entre les quatre variétés de mélasse de dattes, avec une probabilité d'erreur de 0,004, nettement inférieure au seuil de 1 %. Le test de Tukey (HSD), avec un intervalle de confiance de 95 %, a permis de distinguer deux groupes : le groupe A, représenté uniquement par la variété Mech Degla, qui affiche la teneur en cendres la plus élevée (21,880 %), et le groupe B, regroupant les variétés Takarmouste (4,880 %), Ghars (1,800 %) et Tamasreit (0,680 %), aux teneurs nettement plus faibles. (Annexe 2.5).

**En conclusion**, l'analyse des teneurs en cendres des différentes variétés de mélasse de dattes révèle une variabilité significative, avec une valeur maximale enregistrée pour la variété Mech Degla (21,84 %) et une valeur minimale pour la variété Tamasreit (0,68 %). Ces résultats confirment l'influence de la variété sur la composition minérale de la mélasse.

L'analyse statistique a mis en évidence une différence hautement significative entre les teneurs en cendres des mélasses. La variété Mech Degla présente une teneur nettement plus élevée, tandis que les variétés Takarmouste, Ghars et Tamasreit affichent des valeurs beaucoup plus faibles. Cela souligne une variation importante de la charge minérale selon la variété.

### II.1.6. Indice de couleur :

Les résultats de l'indice de couleur des mélasses de dattes étudiées sont présentés dans la figure 12.



**Figure 12** : Indice de couleur des échantillons de mélasses de dattes.

Les absorbances des mélasses de dattes traditionnelles présentent de légères variations selon les variétés. La valeur la plus élevée a été enregistrée pour la mélasse de Takarmouste, avec 1,65 DO, tandis que la plus faible a été observée chez la mélasse de Mech Degla, avec 1,01 DO. Des valeurs intermédiaires ont été relevées pour les variétés Ghars (1,27 DO) et Tamasreit (1,10 DO).

## Partie II : Résultats et discussion

---

L'indice de couleur est un paramètre physico-chimique essentiel dans l'évaluation de la qualité de la mélasse de dattes.

Il reflète la concentration en pigments naturels, en composés phénoliques, ainsi que l'intensité des réactions de brunissement non enzymatique, telles que la caramélisation et la réaction de Maillard (Ghnimi *et al.* 2017).

La couleur de la mélasse peut varier du brun clair au brun foncé, voire noirâtre, selon plusieurs facteurs : la variété de dattes utilisée, le degré de maturité des fruits, les conditions thermiques du procédé d'extraction, et le mode de stockage (Abdelfattah, 1990 ; El-Fatmi et Matallah, 2021).

Outre sa valeur esthétique, l'indice de couleur influence la perception sensorielle du produit par le consommateur et peut être associé à sa richesse en composés bioactifs (Biglari *et al.*, 2009). L'analyse de la variance à un facteur appliquée à l'indice de couleur (DO) a révélé une différence hautement significative entre les quatre variétés de mélasse de dattes, avec une probabilité d'erreur de 0,002, nettement inférieure au seuil de 1 %. Le test de Tukey (HSD), à un intervalle de confiance de 95 %, a permis de distinguer trois groupes : le groupe A, représenté par la variété Takarmouste (1,648 DO) ; le groupe AB, par la variété Ghars (1,266 DO) ; et le groupe B, comprenant les variétés Tamasreit (1,096 DO) et Mech Degla (1,014 DO). (Annexe 2.6).

**En conclusion**, les résultats obtenus sont en cohérence avec l'aspect visuel final des produits. Les différences observées dans l'indice de couleur des mélasses de dattes peuvent être expliquées par la couleur initiale des dattes utilisées, celle-ci étant étroitement liée à la variété. La mélasse issue de la variété Takarmouste, caractérisée par des dattes foncées, présente l'indice de couleur le plus élevé (1,65), tandis que la variété Mech Degla, à la couleur plus claire, a enregistré la valeur la plus faible (1,01).

En effet, les dattes utilisées pour la fabrication de la mélasse se distinguent par une couleur brun foncé, avec des nuances variables selon la variété, ce qui influence directement l'intensité colorimétrique du produit final.

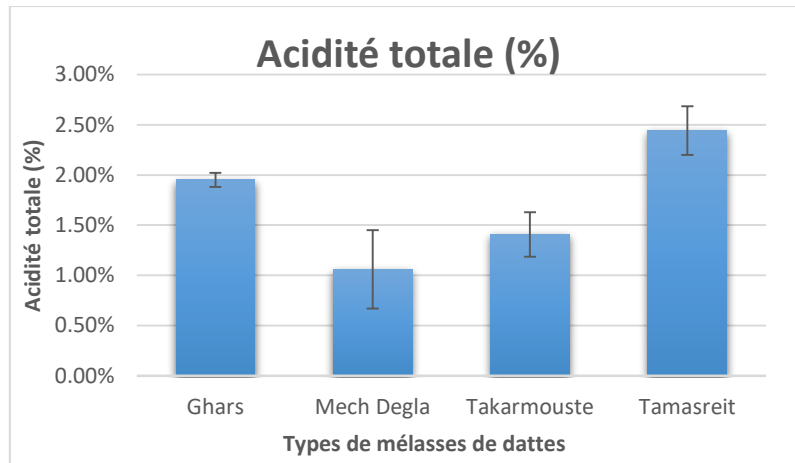
L'analyse statistique a révélé une différence hautement significative entre les indices de couleur des mélasses. La variété Takarmouste présente l'indice le plus élevé, suivie de Ghars, tandis que Tamasreit et Mech Degla affichent des valeurs plus faibles et proches. Ces résultats indiquent une influence notable de la variété sur l'intensité colorimétrique de la mélasse.

## Partie II : Résultats et discussion

### II.1.7. Acidité Totale :

À la lumière de la figure 13, il ressort que les valeurs de l'acidité totale des échantillons de mélasses de dattes analysés varient selon les variétés. La mélasse de la variété Tamasreit a enregistré la valeur la plus élevée (2,44 %), tandis que la valeur la plus faible a été observée chez la variété Mech Degla (1,06 %).

Des valeurs intermédiaires ont été notées pour les variétés Takarmouste (1,41 %) et Ghars (1,95 %).



**Figure 13 :** Acidité totale des échantillons de mélasses de dattes.

Nos résultats s'inscrivent dans la fourchette des valeurs rapportées par (**Djermoune et al. 2015 in El-Fatmi et Matallah ,2021**). qui indiquent que l'acidité des mélasses de dattes des variétés de Biskra varie entre 1,55 % et 3,51 %.

Par ailleurs, (**Belguedj et al. 2015, in El-Fatmi et Matallah ,2021**), ont trouvé une valeur de 3,2 % pour la mélasse de la variété Ghars, une valeur supérieure à celle observée dans notre étude.

Cette différence peut être attribuée à plusieurs facteurs, notamment la variété de dattes utilisée, la qualité de l'eau, les conditions de croissance, le stade de maturité, l'origine géographique, le type de sol, ainsi que les conditions de conservation (**Al-Farsi et al. 2005**).

L'analyse de la variance à un facteur appliquée au pourcentage d'acidité totale a révélé une différence hautement significative entre les quatre variétés de mélasse de dattes, avec une probabilité d'erreur de 0,0001, nettement inférieure au seuil de 1 %. Le test de Tukey (HSD), avec un intervalle de confiance de 95 %, a permis de distinguer deux groupes : le groupe A, comprenant les variétés Tamasreit (2,242 %) et Ghars (1,950 %), et le groupe B, regroupant les variétés Takarmouste (1,410 %) et Mech Degla (1,060 %). (Annexe 2.7).

## Partie II : Résultats et discussion

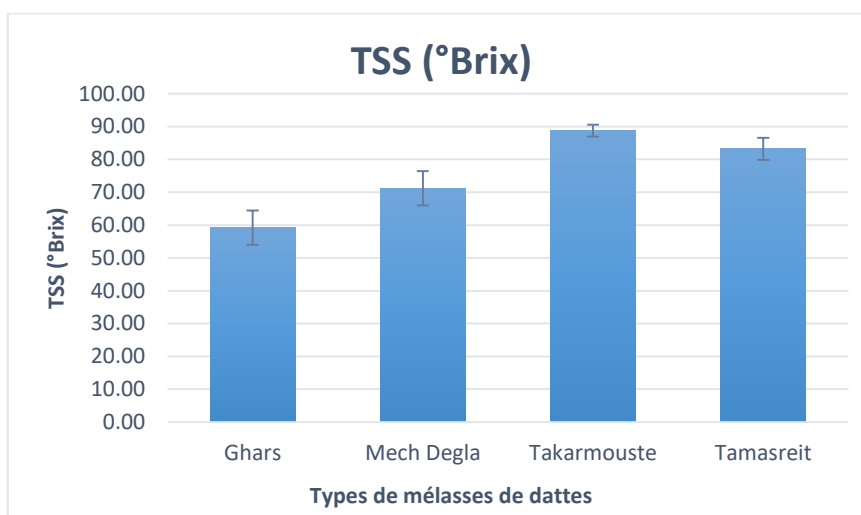
**En conclusion**, les teneurs en acidité totale des mélasses de dattes varient selon les variétés, avec la mélasse de Tamasreit présentant la valeur la plus élevée (2,44 %), et celle de Mech Degla la plus faible (1,06 %). Ces variations, comparées aux données issues des études antérieures, mettent en évidence l'influence des facteurs agronomiques et technologiques sur la composition acide finale du produit.

L'analyse statistique a montré une différence hautement significative entre les taux d'acidité totale des mélasses. Les variétés Tamasreit et Ghars forment un groupe avec des valeurs modérées, tandis que Takarmouste affiche la valeur la plus élevée et Mech Degla la plus faible. Ces résultats suggèrent une influence variétale marquée sur l'acidité totale de la mélasse.

### II .2 Analyse biochimiques et nutritionnelles :

#### II.2.1. Teneur en solides solubles (°Brix) :

Les teneurs en solides solubles de mélasses de dattes étudiées sont représentés dans la figure14 :



**Figure 14** : Teneurs en TSS (°Brix) des échantillons de mélasses de dattes.

Les solides solubles totaux (TSS), exprimés en degrés Brix (°Brix), représentent principalement les sucres solubles présents dans un produit liquide, mais incluent également d'autres composés comme les acides organiques, les vitamines et les minéraux. Dans les mélasses de dattes, le TSS constitue un indicateur essentiel de la concentration en sucres, influençant directement la qualité nutritionnelle, la stabilité et les propriétés technologiques du produit (**Al-Farsi et al. 2007**).

La figure 14, indique que la teneur en solides solubles (TSS) la plus élevée a été observée dans la mélasse de Takarmouste, atteignant 88,80 °Brix. À l'inverse, la valeur la plus faible a été enregistrée dans la mélasse de Ghars avec 59,20 °Brix (valeur inférieure aux normes). Entre ces

## Partie II : Résultats et discussion

---

deux extrêmes, la mélasse de Tamasreit présente une valeur de 83,20 °Brix, tandis que celle de Mech Degla affiche 71,20 °Brix.

Pour la mélasse de la variété Ghars, la teneur en solides solubles totaux (TSS) obtenue dans notre étude est inférieure à celles rapportées dans plusieurs travaux antérieurs. (**Gheraissa et al. 2018 in El-Fatmi et Matallah ,2021**) ont enregistré une valeur de 70,50 °Brix, tandis que **El-Fatmi et Matallah (2021)** ont rapporté une teneur de 71,5 °Brix pour la même variété. **Benkhedda et Kadri (2019)** ont, quant à eux, observé une valeur encore plus élevée, atteignant  $78,13 \pm 0,55$  °Brix. En revanche, la valeur obtenue pour la mélasse de la variété Takarmouste par **Sadallah et Toumi (2020)**, soit 73 °Brix, s'est révélée inférieure à celle enregistrée dans notre étude pour cette même variété.

Ces variations peuvent être attribuées à plusieurs facteurs, notamment le stade de maturité des dattes au moment de la transformation, qui influe fortement sur leur teneur en sucres (**Al-Farsi et al. 2007 ; Bouhlali et al. 2020**). D'autres éléments comme les conditions de stockage, la durée de conservation, la variété cultivée, ainsi que les procédés technologiques appliqués (température d'extraction, durée de cuisson, concentration) peuvent également affecter la teneur en TSS (**Besbes et al, 2009 ; Chaira et al, 2007**). Une teneur élevée en TSS, souvent supérieure à 70 °Brix, est généralement recherchée pour assurer une bonne conservation du produit tout en maintenant une texture sirupeuse et un goût sucré caractéristique (**Bouhlali et al. 2020**).

L'analyse de la variance à un facteur appliquée aux solides solubles totaux (TSS) a révélé une différence hautement significative entre les quatre variétés de mélasse de dattes, avec une probabilité d'erreur de 0,0001, nettement inférieure au seuil de 1 %. Le test de Tukey (HSD), avec un intervalle de confiance de 95 %, a permis d'identifier trois groupes : le groupe A, comprenant les variétés Takarmouste (88,80 °Brix) et Tamasreit (83,20 °Brix) ; le groupe B, représenté par Mech Degla (71,20 °Brix) ; et le groupe C, constitué de la variété Ghars, qui présente la valeur la plus faible (59,20 °Brix) . (Annexe 2.8).

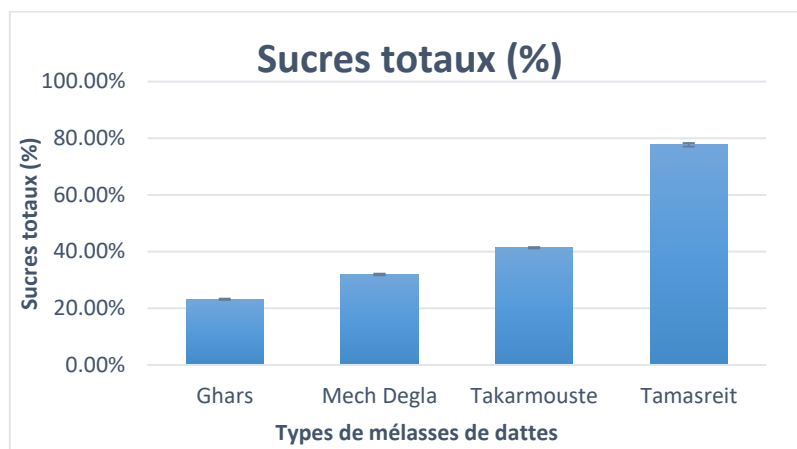
**En conclusion**, les teneurs en solides solubles des mélasses de dattes étudiées présentent des variations notables selon les variétés. La mélasse de la variété Ghars affiche généralement des valeurs inférieures à celles rapportées dans la littérature, tandis que celle de Takarmouste présente des valeurs parfois supérieures. Ces différences reflètent l'influence combinée de la variété de dattes utilisée et des conditions technologiques appliquées lors des étapes d'extraction et de concentration.

## Partie II : Résultats et discussion

L'analyse statistique a montré une différence hautement significative entre les teneurs en solides solubles totaux (TSS) des mélasses. Les variétés Takarmouste et Tamasreit présentent les valeurs les plus élevées, suivies de Mech Degla, tandis que la variété Ghars affiche la valeur la plus faible. Ces résultats reflètent une variation variétale marquée influençant la concentration en sucres de la mélasse.

### II.2.2. Teneur en Sucres totaux (%) :

Les sucres représentent le principal constituant des dattes et sont responsables de leur goût sucré caractéristique. Les résultats présentés dans la figure 15 montrent que les différentes mélasses de dattes analysées affichent des teneurs en sucres totaux variables selon la variété.



**Figure 15 :** Teneurs en sucres totaux des échantillons de mélasses de dattes

Parmi les mélasses analysées, celle issue de la variété Tamasreit a présenté la teneur en sucres totaux la plus élevée, atteignant 77,63 %. En revanche, la valeur la plus faible a été observée dans la mélasse de la variété Ghars, avec un taux de 25,08 %, suivie de celle de Takarmouste (41,34 %) et de Mech Degla (31,90 %).

Ces résultats contrastent avec ceux rapportés par **Benkhedda et Kadri (2019)**, qui ont enregistré une teneur en sucres totaux beaucoup plus élevée pour la mélasse de Ghars, estimée à 71,66 %. De même, les valeurs obtenues dans notre étude pour la variété Mech Degla sont inférieures à celles mentionnées par (**Boutaida 2001 in Aliouat, Ben Mouhend et Bourema ,2021**), qui ont respectivement rapporté des teneurs de 79,75 % et 79,41 % pour cette même variété.

Ces écarts peuvent être attribués à plusieurs facteurs, notamment les conditions de conservation des dattes, leur état de maturité, ainsi que les procédés de transformation. Une étude récente publiée par **Alhamdan et al. (2024)** souligne l'impact majeur des conditions de stockage sur la qualité nutritionnelle des dattes, en particulier sur leur composition en sucres. Dans notre cas,

## Partie II : Résultats et discussion

---

la préparation artisanale et récente des sirops de dattes pourrait avoir limité la dégradation enzymatique ou la transformation des sucres, ce qui expliquerait les différences observées par rapport aux données antérieures.

L'analyse de la variance à un facteur appliquée au taux des sucres totaux a révélé une différence hautement significative entre les quatre variétés de mélasse de dattes, avec une probabilité d'erreur de 0,0001, nettement inférieure au seuil de 1 %. Le test de Tukey (HSD), avec un intervalle de confiance de 95 %, a permis de distinguer quatre groupes : le groupe A, représenté par la variété Tamasreit (77,52 %) ; le groupe B, par Takarmouste (41,34 %) ; le groupe C, par Mech Degla (31,90 %) ; et le groupe D, constitué de la variété Ghars, qui présente la teneur la plus faible (23,14 %) . (Annexe 2.9).

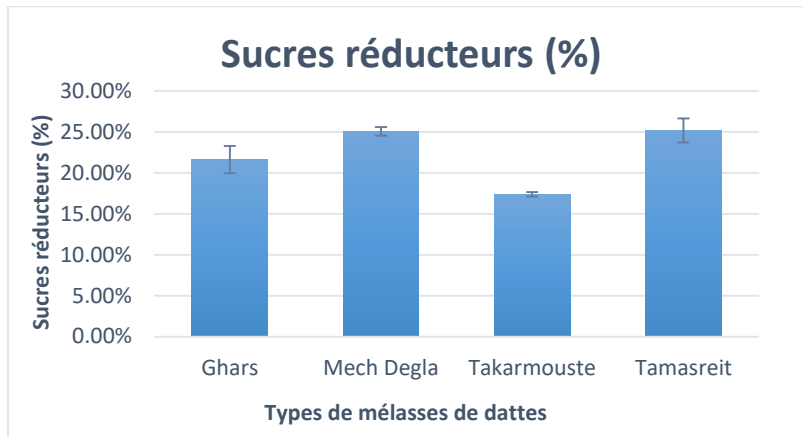
**En conclusion**, la teneur en sucres totaux des mélasses de dattes analysées présente une variation expressive selon les variétés, la mélasse de Tamasreit affichant la concentration la plus élevée à 77,63 %, tandis que celle de la variété Ghars présente la plus faible, à 25,08 %. Ces résultats, inférieurs à ceux rapportés dans certaines études antérieures, soulignent l'influence conjointe des facteurs variétaux, des méthodes traditionnelles de fabrication et des conditions de stockage sur la composition en sucres du produit.

L'analyse statistique a révélé une différence hautement significative entre les teneurs en sucres totaux des mélasses. La variété Tamasreit se distingue par la teneur la plus élevée, suivie de Takarmouste, Mech Degla, puis Ghars, qui présente la valeur la plus faible. Ces résultats soulignent des différences variétales marquées influençant la richesse en sucres totaux de la mélasse.

### II.2.3. Teneur en sucres réducteurs :

Les résultats présentés dans la figure 16 indiquent que les différentes mélasses de dattes analysées contiennent des teneurs en sucres réducteurs relativement faibles et proches les unes des autres. La teneur la plus élevée a été enregistrée pour la mélasse de Tamasreit avec 25,18 %, suivie de près par celle de Mech Degla (25,06 %). En revanche, la mélasse de Takarmouste présente la teneur la plus faible, avec 17,38 %, tandis que celle de la variété Ghars affiche une valeur intermédiaire de 21,61 %.

## Partie II : Résultats et discussion



**Figure 16 :** Teneurs en sucres réducteurs des échantillons de mélasses de dattes.

Ces valeurs demeurent inférieures à celles rapportées par (Acourene *et al.*, 2001 in Benkhedda et Kadri, 2019), citées également par Benselma, Ahmed Zaïd et Benmounah, (2016), qui indiquaient une teneur en sucres réducteurs de 89,12 % pour la variété Ghars, contre seulement 20 % pour la variété Mech Degla. De même, Benkhedda et Kadri (2019) ont rapporté une valeur plus élevée pour la mélasse de Ghars, atteignant 64,90 %.

La diminution observée dans notre étude peut être attribuée au fait que la mélasse analysée a été fraîchement préparée selon des méthodes traditionnelles. Ce mode de préparation pourrait limiter la transformation ou la dégradation des sucres, notamment en réduisant l'intensité des réactions de Maillard non enzymatiques, souvent favorisées par des conditions de fabrication plus intensives (Belmán *et al.* 2024).

L'analyse de la variance à un facteur appliquée au pourcentage des sucres réducteurs a montré une différence hautement significative entre les quatre variétés de mélasse de dattes, avec une probabilité d'erreur de 0,0001, bien inférieure au seuil de 1 %. Le test de Tukey (HSD), à un intervalle de confiance de 95 %, a permis d'identifier trois groupes : le groupe A, comprenant les variétés Tamasreit (25,18 %) et Mech Degla (25,06 %) ; le groupe B, représenté par Ghars (21,61 %) ; et le groupe C, formé par Takarmouste, qui présente la valeur la plus faible (17,38 %). (Annexe 10).

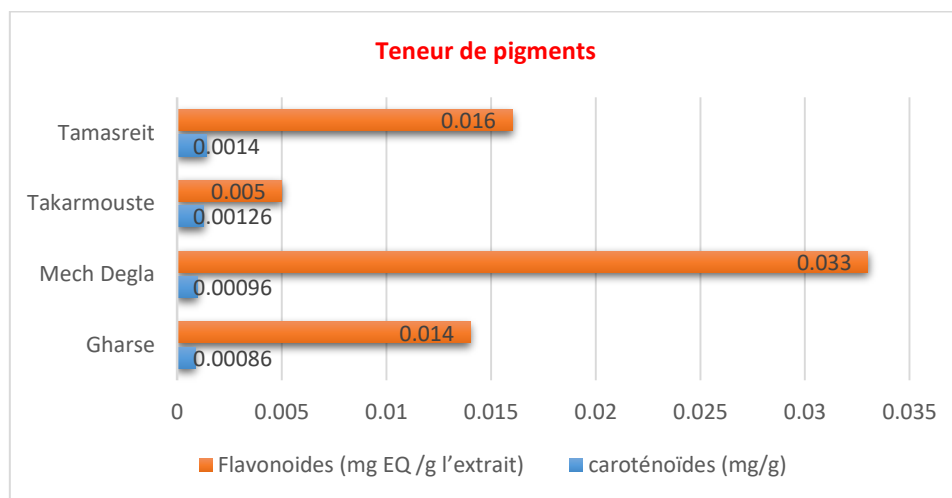
**En conclusion**, les teneurs en sucres réducteurs des mélasses de dattes analysées sont relativement faibles et proches, avec une valeur maximale de 25,18 % pour la variété Tamasreit et une valeur minimale de 17,38 % pour Takarmouste. Ces résultats, inférieurs à ceux rapportés dans la littérature, pourraient s'expliquer par la fraîcheur des échantillons et l'utilisation de méthodes traditionnelles d'extraction, susceptibles de limiter les réactions de dégradation des sucres, notamment les réactions de Maillard. Cette observation met en évidence l'influence des procédés de fabrication sur la composition finale et la qualité nutritionnelle du produit.

## Partie II : Résultats et discussion

L'analyse statistique a révélé une différence hautement significative entre les teneurs en sucres réducteurs des mélasses. Les variétés Tamasreit et Mech Degla présentent les valeurs les plus élevées, suivies de Ghars, tandis que Takarmouste affiche la teneur la plus faible. Ces résultats montrent une variabilité importante liée à la variété, influençant la proportion de sucres réducteurs dans la mélasse.

### II.2.4. Teneur en pigments :

La spectrophotométrie dans la gamme UV-Visible a été utilisée pour réaliser des mesures quantitatives des composés présents dans l'extrait brut du sirop de dattes obtenu par macération, afin de déterminer les teneurs en caroténoïdes et en flavonoïdes.



**Figure 17 :** Teneur en caroténoïdes (mg/g) et flavonoïdes (mg EQ /g) des l'extraits des mélasses des dattes.

#### 4.1) Détermination de la teneur en caroténoïdes :

Les caroténoïdes sont des composés chimiques de grande importance en raison de leurs propriétés antioxydantes, comme l'ont indiqué **Nishino *et al.* (2008)**.

Les résultats, exprimés en milligrammes par gramme d'extrait, sont présentés dans la figure 17. L'analyse montre que la mélasse de la variété Tamasreit présente la teneur la plus élevée en caroténoïdes (0,0014 mg/g), suivie de celle de Takarmouste (0,00126 mg/g). En revanche, la mélasse de la variété Mech Degla affiche une teneur plus faible (0,00096 mg/g), tandis que la valeur la plus basse a été enregistrée pour la variété Ghars (0,00086 mg/g).

Selon **Aliouat, Ben Mouhend et Bourema (2022)**, la teneur maximale en caroténoïdes mesurée dans leur étude n'atteignait que 0,00074 mg/g, soit un niveau nettement inférieur à celui que nous avons relevé. Ces écarts reflètent l'impact des conditions agronomiques et

## Partie II : Résultats et discussion

---

environnementales (climat, nature du sol et pratiques culturales) sur la synthèse des caroténoïdes, comme l'ont démontré **Minguez-Mosquera et al. (2012)**.

### 4.2) Détermination de la teneur en flavonoïdes :

La teneur en flavonoïdes des différentes mélasses de dattes, exprimée en milligrammes d'équivalent quercétine par gramme d'extrait (mg EQ/g), est présentée dans la figure 15. Les résultats révèlent que la variété Mech Degla possède la concentration la plus élevée (0,033 mg EQ/g), suivie de Tamasreit (0,016 mg EQ/g), puis de Ghars (0,014 mg EQ/g). La teneur la plus faible a été enregistrée chez la variété Takarmouste avec 0,005 mg EQ/g. Ces résultats mettent en évidence l'influence des variétés, mais aussi des procédés de transformation, sur la concentration en flavonoïdes dans les mélasses de dattes.

Comparativement, **Boudarsa et Daoui (2021)** ont rapporté une teneur nettement plus élevée de 29,3 mg EQ/g. Ils ont cependant souligné que le sirop de dattes contient généralement moins de composés phénoliques et flavonoïdes que la chair du fruit, ce qui serait attribuable aux méthodes d'extraction, notamment l'extraction thermique, pouvant entraîner la dégradation ou la perte de ces composés bioactifs. De même, **Aliouat, Ben Mouhend et Bourema (2021)** ont observé une teneur de 0,05 mg EQ/g, une valeur légèrement supérieure à celle obtenue dans notre étude.

Les flavonoïdes sont des composés végétaux reconnus pour leurs puissantes propriétés antioxydantes. Ils contribuent à la prévention de nombreuses maladies chroniques, notamment les maladies cardiovasculaires, certains cancers et le diabète, et jouent un rôle important dans la protection vasculaire. Par ailleurs, plusieurs flavonoïdes sont capables de moduler l'inflammation et de renforcer la réponse immunitaire (**Panche, Diwan et Chandra, 2016**).

**En conclusion**, les teneurs en caroténoïdes et en flavonoïdes des mélasses de dattes varient significativement en fonction des variétés. La mélasse de Tamasreit présente la concentration la plus élevée en caroténoïdes, tandis que celle de Mech Degla se distingue par sa richesse en flavonoïdes. Ces composés, connus pour leurs propriétés antioxydantes et leurs effets bénéfiques sur la santé, sont fortement influencés par des facteurs environnementaux, agronomiques et technologiques, notamment les méthodes d'extraction utilisées.

### II.2.5. Teneur en Tannins :

La coloration bleu-noir obtenue après traitement des extraits aqueux de mélasses de dattes (Ghars, Mech Degla, Takarmouste, Tamasreit) avec du  $\text{FeCl}_3$  indique la présence de tanins. Le tableau 03 confirme la présence de tanins dans toutes les mélasses analysées.

## Partie II : Résultats et discussion

**Tableau 01** : Teneur en tanins de quater variétés de mèlasses de dattes.

| Les échantillonne de, mèlasses de dattes | Teneur en Tanins |
|------------------------------------------|------------------|
| Ghars                                    | +                |
| Mech Degla                               | +                |
| Takarmouste                              | +                |
| Tamasreit                                | +                |

Selon **Berriha et Bouchareb (2023)**, la coloration jaune observée dans la mèlasse de dattes indique la présence de tanins. Ces derniers sont des polyphénols aux structures complexes, dont les différents groupes phénoliques confèrent une puissante activité antioxydante, notamment par le piégeage des superoxydes, comme le soulignent (**Bettayeb et Mefissel, 2015, in 'El-Fatmi et Matallah ,2021)**.

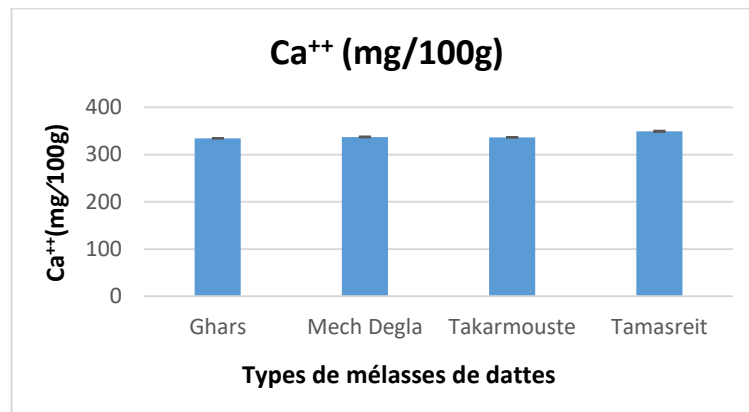
**En conclusion**, les résultats de l'analyse ont confirmé la présence de tanins dans tous les échantillons de mèlasse de dattes étudiés, ce qui souligne leur rôle potentiel en tant que composés aux puissants effets, notamment en tant qu'antioxydants. Ces composés peuvent contribuer à renforcer la valeur nutritionnelle et les bienfaits pour la santé de la mèlasse de dattes, renforçant ainsi son importance en tant que produit naturel riche en principes actifs

### II.2.5. Dosages des sels minéraux :

Le dosage des sels minéraux dans les mèlasses de dattes est essentiel pour évaluer leur valeur nutritionnelle et leur qualité. Ces minéraux, tels que le potassium, le calcium, le magnésium et le fer, jouent un rôle clé dans les fonctions physiologiques humaines (**Al-Farsi et Lee, 2008)**. Plusieurs études ont démontré que la composition minérale des mèlasses dépend de la variété de dattes ainsi que des méthodes de transformation utilisées (**Benkhedda et Kadri, 2019 ; Aliouat et al, 2022)**. Les résultats obtenus ont affecté les valeurs suivantes :

**1)-Calcium** : Les résultats de la teneur en Calcium des mèlasses sont rapportés par la figure 18 :

## Partie II : Résultats et discussion



**Figure 18 :** Teneurs en calcium en mg/100 g des échantillons de mélasses de dattes.

Les teneurs en calcium des échantillons de mélasses traditionnelles de dattes sont relativement proches, variant de 334,2 mg/100 g pour la mélasse de la variété Ghars (valeur la plus faible) à 349 mg/100 g pour celle de Tamasreit (valeur la plus élevée). La mélasse de Mech Degla contient 337,2 mg/100 g, tandis que celle de Takarmouste en présente 336,4 mg/100 g. Ces concentrations restent toutefois inférieures à celle rapportée par **Aliouat, Ben Mouhend et Bourema (2021)**, qui ont enregistré une teneur maximale de 388 mg/100 g.

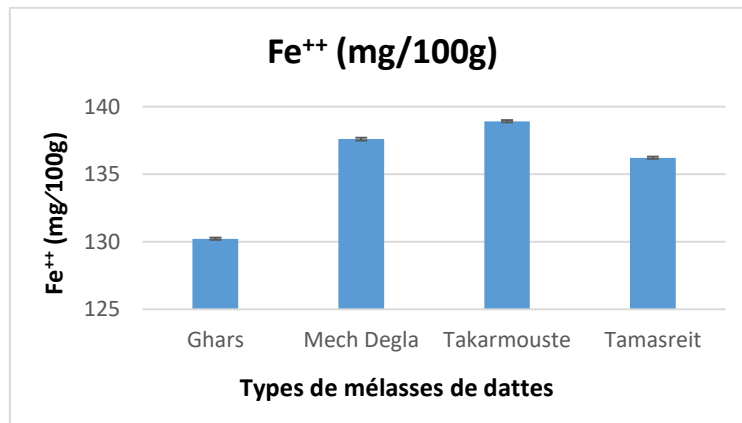
Le calcium est un minéral essentiel, impliqué dans la formation et le maintien des os et des dents, la transmission nerveuse, la coagulation sanguine, la contraction musculaire, ainsi que la régulation de la pression artérielle. Il contribue également à la réduction du risque de cancer colorectal (**Al-Akeedi, 2021**).

L'analyse de la variance à un facteur appliquée à la teneur en calcium (mg/100 g) a révélé une différence hautement significative entre les quatre variétés de mélasse de dattes, avec une probabilité d'erreur de 0,0001, nettement inférieure au seuil de 1 %. Le test de Tukey (HSD), à un intervalle de confiance de 95 %, a permis de distinguer trois groupes : le groupe **A**, représenté par la variété Tamasreit (349 mg/100 g) ; le groupe **B**, comprenant Mech Degla (337,20 mg/100 g) et Takarmouste (336,20 mg/100 g) ; et le groupe **C**, constitué de la variété Ghars (334,20 mg/100 g). (Annexe 2.11.1).

La variété Tamasreit présente la teneur la plus élevée, suivie de Mech Degla et Takarmouste, tandis que Ghars affiche la valeur la plus faible. Ces résultats confirment de manière fiable que la variété de dattes exerce une influence notable sur la concentration en calcium dans la mélasse. À la lumière de ces résultats, la mélasse de Tamasreit, qui présente la teneur en calcium la plus élevée, pourrait être particulièrement recommandée pour les personnes souffrant d'hypertension artérielle ou du syndrome du côlon irritable.

## Partie II : Résultats et discussion

### 2)- Fer :



**Figure 19** : Teneurs en fer en mg/100 g des échantillons de mélasses de dattes.

La figure 19 montre que les teneurs en fer des échantillons de mélasses de dattes varient légèrement selon les variétés. La mélasse de Takarmouste présente la concentration la plus élevée avec 138,92 mg/100 g, suivie de Mech Degla (137,6 mg/100 g) et de Tamasreit (136,2 mg/100 g). La valeur la plus faible a été enregistrée pour la mélasse de Ghars avec 130,22 mg/100 g. Ces valeurs demeurent néanmoins inférieures à celle rapportée par **Aliouat, Ben Mouhend et Bourema (2021)**, qui ont observé une teneur maximale de 143 mg/100 g.

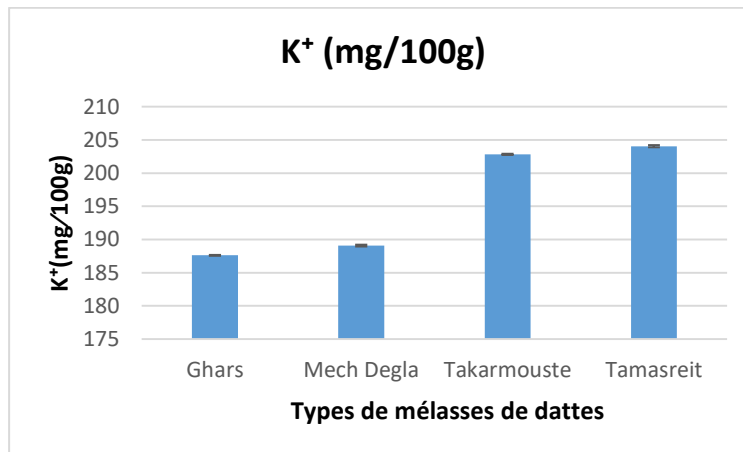
Le fer est un oligo-élément essentiel, indispensable à la synthèse de l'hémoglobine et à la formation des globules rouges. Il participe au transport de l'oxygène dans le sang, à la production d'énergie, à la transmission nerveuse ainsi qu'à l'activation enzymatique. Une carence en fer peut provoquer une anémie, entraînant fatigue, essoufflement et affaiblissement général (**Al-Akeedi, 2021**). Ainsi, la mélasse de Takarmouste, en raison de sa teneur relativement élevée en fer, pourrait être bénéfique pour les personnes souffrant d'anémie.

L'analyse de la variance à un facteur appliquée à la teneur en fer (mg/100 g) a révélé une différence hautement significative entre les quatre variétés de mélasse de dattes, avec une probabilité d'erreur de 0,0001, bien inférieure au seuil de 1 %. Le test de Tukey (HSD), avec un intervalle de confiance de 95 %, a permis d'identifier quatre groupes distincts : le groupe **A**, représenté par la variété Takarmouste (138,92 mg/100 g), le groupe **B** avec Mech Degla (137,60 mg/100 g), le groupe **C** avec Tamasreit (136,22 mg/100 g), et le groupe **D** avec Ghars (130,22 mg/100 g). (Annexe 2.11.2).

La variété Takarmouste présente la concentration la plus élevée, tandis que la variété Ghars affiche la plus faible teneur. Ces résultats confirment l'influence significative de la variété sur la concentration en fer dans la mélasse.

## Partie II : Résultats et discussion

### 3) - Potassium :



**Figure 20** : Teneurs en potassium en mg/100 g des échantillons de mélasses de dattes.

Les teneurs en potassium des échantillons de mélasses de dattes varient légèrement selon les variétés. La valeur la plus élevée a été enregistrée pour la mélasse de Takarmouste avec 202,82 mg/100 g, suivie de Tamasreit avec 204,04 mg/100 g. Les mélasses de Mech Degla et Ghars présentent des teneurs respectives de 189,08 mg/100 g et 187,62 mg/100 g (figure 18). Ces résultats demeurent en accord avec ceux rapportés par **Aliouat, Ben Mouhend et Bourema (2021)**, qui ont observé une teneur de 202,8 mg/100 g.

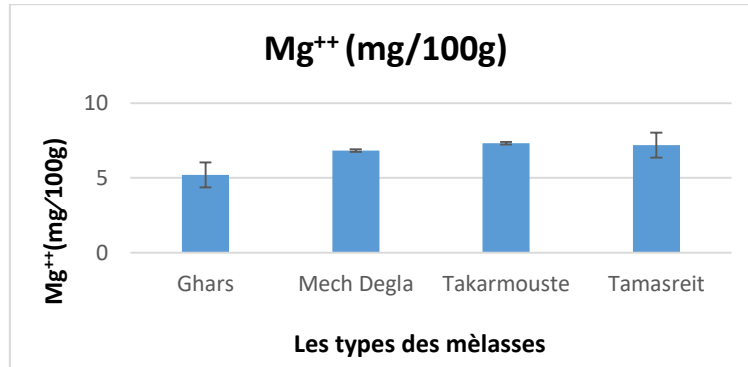
Le potassium est un macro-élément essentiel au bon fonctionnement de l'organisme. Il joue un rôle clé dans la régulation de la pression osmotique, le maintien de l'équilibre acido-basique et des fluides corporels. Il participe également à l'utilisation des acides aminés, au processus de calcification osseuse et à la relaxation musculaire. Une carence en potassium peut entraîner une faiblesse musculaire, une fragilité osseuse, ainsi qu'une perte d'appétit (**Al-Akeedi, 2021**). De ce fait, la mélasse de Takarmouste, en raison de sa teneur relativement élevée en potassium, pourrait être bénéfique pour les personnes souffrant d'ostéoporose ou de troubles nutritionnels liés à une perte d'appétit.

L'analyse de la variance à un facteur appliquée à la teneur en potassium (mg/100 g) a révélé une différence hautement significative entre les quatre variétés de mélasse de dattes, avec une probabilité d'erreur de 0,0001, bien inférieure au seuil de 1 %. Le test de Tukey (HSD), avec un intervalle de confiance de 95 %, a permis de distinguer quatre groupes : le groupe A avec la variété Tamasreit (204,04 mg/100 g), le groupe B avec Takarmouste (202,02 mg/100 g), le groupe C avec Mech Degla (189,08 mg/100 g), et enfin le groupe D avec la variété Ghars (187,62 mg/100 g). (Annexe 2.11.3).

## Partie II : Résultats et discussion

La variété Tamasreit présente la concentration la plus élevée, suivie de Takarmouste, Mech Degla, puis Ghars. Ces résultats confirment que la variété joue un rôle déterminant dans la variation des teneurs en potassium dans la mélasse.

#### 4) - Magnésium :



**Figure 21** : Teneurs en magnésium en mg/100 g des échantillons de mèlasses de dattes.

La figure 21 présente les teneurs en magnésium des différents échantillons de mèlasse de dattes, qui varient de manière modérée selon les variétés. La concentration la plus élevée a été observée dans la mèlasse de Takarmouste avec 7,32 mg/100 g, suivie de Tamasreit (7,2 mg/100 g), Mech Degla (6,82 mg/100 g) et enfin Ghars, qui affiche la teneur la plus faible avec 5,2 mg/100 g. Ces valeurs restent toutefois légèrement inférieures à celle rapportée par **Aliouat, Ben Mouhend et Bourema (2021)**, qui ont enregistré une teneur de 7,8 mg/100 g.

Le magnésium est un minéral essentiel impliqué dans de nombreuses fonctions physiologiques. Il contribue à la régulation du rythme cardiaque et de la pression artérielle, et joue un rôle important dans le métabolisme des glucides en activant les enzymes responsables de leur dégradation. Une carence en magnésium peut provoquer fatigue, crampes musculaires, faiblesse générale ou palpitations cardiaques. Des recherches récentes suggèrent également une corrélation négative entre le taux de magnésium et le développement de certains cancers (**Al-Akeedi, 2021**). Ainsi, la mèlasse de Takarmouste, en raison de sa richesse en magnésium, pourrait être bénéfique pour les patients souffrant de troubles cardiovasculaires. Cependant, une consommation modérée est recommandée chez les patients atteints de cancer, en raison des implications possibles du magnésium dans certaines pathologies.

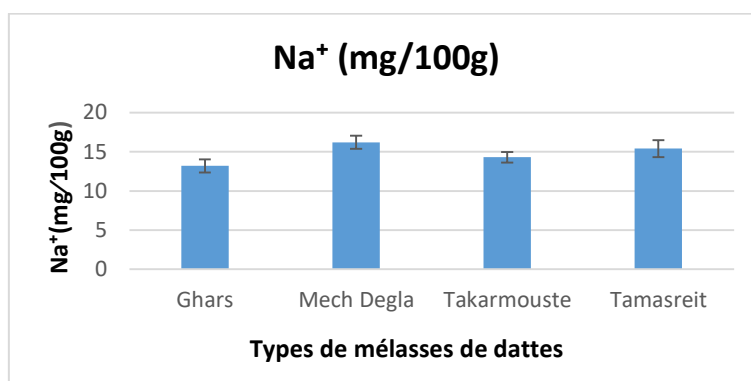
L'analyse de la variance à un facteur portant sur la teneur en magnésium (mg/100 g) a révélé une différence hautement significative entre les quatre variétés de mèlasse de dattes, avec une probabilité d'erreur de 0,0001, nettement inférieure au seuil de 1 %. Selon le test de Tukey (HSD) à un intervalle de confiance de 95 %, deux groupes ont été identifiés : le groupe A, comprenant les variétés Takarmouste (7,320 mg/100 g), Tamasreit (7,200 mg/100 g) et Mech

## Partie II : Résultats et discussion

Degla (6,820 mg/100 g), et le groupe B, représenté uniquement par la variété Ghars (5,200 mg/100 g). (Annexe 2.11.4).

La variété Ghars présentant la concentration la plus faible comparée aux autres variétés. Les deux groupes distincts (A et B), renforçant l'influence importante de la variété sur la concentration en magnésium.

### 5) – Sodium :



**Figure 22 :** Teneurs en sodium en mg/100 g des échantillons de Mélasses de dattes.

À la lumière de la figure 22, les teneurs en sodium des échantillons de mélasse de dattes varient légèrement selon les variétés. La concentration la plus élevée a été enregistrée dans la mélasse de Mech Degla avec 16,2 mg/100 g, suivie de Tamasreit (15,4 mg/100 g), Takarmouste (14,3 mg/100 g) et enfin Ghars, qui présente la teneur la plus faible avec 13,2 mg/100 g. Ces valeurs demeurent toutefois légèrement supérieures à celle rapportée par **Aliouat, Ben Mouhend et Bourema (2021)**, qui ont trouvé une concentration de 13 mg/100 g. Ces variations peuvent s'expliquer par les différences pédoclimatiques des zones de culture des dattes.

Le sodium joue un rôle fondamental dans la régulation de la pression osmotique cellulaire et le mouvement de l'eau entre les tissus. Il est également essentiel au bon fonctionnement du système nerveux, en facilitant la transmission des influx nerveux, l'absorption des nutriments, l'élimination des déchets et le bon fonctionnement musculaire (**Al-Akeedi, 2021**). Ainsi, la mélasse de Mech Degla, en raison de sa teneur relativement plus élevée en sodium, pourrait contribuer au maintien des fonctions physiologiques, notamment chez les individus nécessitant un apport en électrolytes pour soutenir la fonction neuromusculaire et l'équilibre hydrique.

L'analyse de la variance à un facteur appliquée à la teneur en sodium (mg/100 g) des quatre variétés de mélasse de dattes a montré une différence hautement significative, avec une probabilité d'erreur de 0,0001, bien inférieure au seuil de 1 %. Le test de Tukey (HSD), réalisé avec un intervalle de confiance de 95 %, a permis de distinguer quatre groupes :

## Partie II : Résultats et discussion

---

- **Groupe A:** Mech Degla (16,20 mg/100 g),
- **Groupe AB:** Tamasreit (15,40 mg/100 g),
- **Groupe BC:** Takarmouste (14,20 mg/100 g),
- **Groupe C :** Ghars (13,20 mg/100 g). (Annexe 2.11.5).

La distinction des quatre groupes, confirme que la variété influence de manière significative la concentration en sodium dans la mélasse.

**En conclusion**, l'analyse des principaux sels minéraux présents dans les mélasses traditionnelles de dattes a révélé des variations hautement significatives entre les différentes variétés de mélasses étudiées. Globalement, toutes les mélasses se sont avérées être de bonnes sources de minéraux essentiels à la santé humaine, bien que les concentrations varient légèrement selon les échantillons.

La mélasse Tamasreit s'est distinguée par sa richesse en calcium, élément crucial pour la santé osseuse et cardiovasculaire. La mélasse Takarmouste a présenté les teneurs les plus élevées en fer, magnésium et potassium, ce qui en fait un excellent complément alimentaire pour prévenir l'anémie, soutenir la fonction cardiaque et maintenir l'équilibre électrolytique. Quant à la mélasse Mech Degla, elle a montré la teneur la plus élevée en sodium, essentiel au bon fonctionnement neuromusculaire et à la régulation hydrique.

Ces résultats confirment l'intérêt nutritionnel des mélasses de dattes comme sources naturelles de micronutriments. Toutefois, les écarts entre nos données et celles rapportées dans la littérature soulignent l'importance des facteurs agronomiques (sol, climat), variétaux, et technologiques, notamment les méthodes d'extraction et les conditions de conservation, dans la composition minérale finale du produit.

Ainsi, la valorisation des mélasses de dattes dans une optique nutritionnelle ou thérapeutique doit s'appuyer sur un choix variétal judicieux, une maîtrise des procédés de transformation et une connaissance précise de leurs compositions minérales.

# *Conclusion générale*

# Conclusion générale

---

## Conclusion générale

La datte, fruit emblématique des zones arides, représente bien plus qu'une ressource agricole : elle est un pilier du patrimoine alimentaire et culturel des régions désertiques. En plus de son intérêt nutritionnel reconnu, ce fruit offre un potentiel immense pour la transformation agroalimentaire, notamment à travers la production de mélasse (ou sirop de datte). Ce produit, souvent issu de variétés à faible valeur marchande, pourrait devenir un vecteur de valorisation économique, technologique et nutritionnelle, à condition d'être étudié et optimisé dans ses caractéristiques fondamentales.

Notre travail a ainsi porté sur l'évaluation comparative des propriétés physico-chimiques, biochimiques et nutritionnelles de la mélasse issue de quatre variétés locales de dattes (Mech Degla, Takarmouste, Ghars et Tamasreit). L'objectif principal était de mettre en évidence les spécificités de chaque variété afin d'identifier leur potentiel dans une perspective d'exploitation industrielle, tout en tenant compte de leur intérêt nutritionnel et de leur adéquation aux besoins de certaines populations, notamment les personnes souffrant de diabète ou d'anémie.

Les résultats obtenus ont mis en évidence une variabilité significative entre les mélasses, étroitement liée à la variété des dattes, aux méthodes traditionnelles de transformation ainsi qu'aux conditions environnementales et technologiques. Les paramètres physico-chimiques étudiés, tels que le pH, la conductivité électrique, la densité, les matières sèches et les cendres, montrent des écarts notables qui traduisent des différences de composition et de qualité entre les échantillons. Par exemple, le pH légèrement acide, compris entre 4,24 (Tamasreit) et 4,58 (Mech Degla), favorise à la fois la stabilité microbiologique et les qualités organoleptiques du produit. La conductivité, allant de 1,245 mS/cm à 1,658 mS/cm, reflète la charge ionique et minérale propre à chaque variété.

La richesse en matières sèches, culminant à 74,24 % pour Tamasreit, témoigne d'une bonne concentration du produit, tandis que les variations de teneur en cendres (de 0,68 % à 21,84 %) révèlent des différences marquées dans la composition minérale. Ces données sont fondamentales pour le développement d'un cahier des charges standardisé, indispensable dans une perspective de production industrielle.

Sur le plan biochimique, les teneurs en solides solubles, en sucres totaux et en sucres réducteurs confirment le rôle énergétique majeur de la mélasse de datte. Avec une teneur en sucres totaux atteignant jusqu'à 77,63 % (Tamasreit), le produit se positionne comme une source naturelle de glucides facilement assimilables. Cependant, les différences entre les variétés soulignent la nécessité d'un choix variétal judicieux selon l'usage ciblé, qu'il soit nutritionnel, diététique ou thérapeutique.

Par ailleurs, la présence de composés antioxydants (caroténoïdes, flavonoïdes, tanins) dans les mélasses analysées renforce leur intérêt fonctionnel. La mélasse de Tamasreit s'est distinguée par sa richesse en caroténoïdes, tandis que Mech Degla a montré des teneurs élevées en flavonoïdes. Ces composés bioactifs sont connus pour leurs effets protecteurs contre le stress oxydatif, les maladies

## Conclusion générale

---

cardiovasculaires et certaines pathologies chroniques. La présence généralisée de tanins, aux propriétés antioxydantes et antimicrobiennes, ouvre également la voie à une valorisation thérapeutique du produit. L'étude des sels minéraux essentiels (calcium, fer, magnésium, potassium, sodium) a confirmé la valeur nutritionnelle des mélasses. Takarmouste s'est illustrée par des teneurs élevées en fer, magnésium et potassium, faisant d'elle une excellente candidate pour une utilisation nutritionnelle ciblée. Tamasreit, riche en calcium, pourrait contribuer à la prévention de troubles osseux, tandis que Mech Degla, à forte teneur en sodium, mérite une attention particulière dans des formulations destinées à des populations sensibles.

L'ensemble de ces résultats démontre que la mélasse de datte n'est pas un simple sous-produit alimentaire, mais bien un aliment fonctionnel à part entière, dont les qualités nutritionnelles et biochimiques peuvent être valorisées dans divers domaines : industries agroalimentaire, pharmaceutique, nutritionnelle et même cosmétique. Sa transformation contrôlée pourrait permettre la diversification des produits alimentaires locaux, tout en générant une valeur ajoutée significative pour les filières de production et de transformation des dattes.

Au-delà de l'analyse technico-scientifique, cette étude soulève également des enjeux socio-économiques importants. Une meilleure exploitation des dattes de seconde catégorie, souvent délaissées sur le marché, pourrait contribuer au développement économique local, à la réduction des pertes post-récolte et à la création d'emplois dans les régions oasiennes.

Pour prolonger ce travail, plusieurs axes de recherche peuvent être envisagés :

- La réalisation d'études approfondies sur les activités antioxydantes, antimicrobiennes et anti-inflammatoires des mélasses, en lien avec leurs teneurs en composés phénoliques.
- L'évaluation des effets thérapeutiques potentiels des mélasses, notamment dans des modèles biologiques ou cliniques, ciblant les troubles métaboliques ou les carences nutritionnelles.
- La comparaison technologique et fonctionnelle entre la mélasse de dattes et celle issue d'autres fruits sucrés comme le raisin, afin d'identifier les équivalences et les spécificités selon les procédés et les compositions.

En conclusion, ce travail met en lumière le potentiel encore sous-exploité de la mélasse de datte comme produit naturel, nutritif et fonctionnel. Son développement maîtrisé pourrait s'inscrire dans une dynamique durable de valorisation des ressources locales, contribuant ainsi à la sécurité alimentaire, à la diversification économique et à l'innovation agroalimentaire dans les régions productrices de dattes.

# *Références bibliographiques*

## Références bibliographiques

---

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

1. **Aberlenc –bertossi F (dir) .(2010)**. Biotechnologies du palmier dattier (261p.).Marseille :IRD Edition.
2. **Al-Farsi M. Alasalvar C. Al-Abid M. Al-Shoaily K. Al-Amry M. et Al-Rawahy F. (2007)**. Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products. *Food Chemistry* 104 (2007) 943–947.
3. **Al-Farsi M. A. Alasalvar C. Morris A. Baron M. et Shahidi F. (2005)**. Compositional and sensory characteristics of three native sun-dried date (Phoenix dactylifera L.) varieties grown in Oman. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(19), 7586–7591.
4. **Al-Farsi M .A et Yong Lee C. (2008)** Nutritional and Functional Properties of Dates: A Review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* .Volume 48, 2008.
5. **Al-Farsi M. Alasalvar C. Morris A. Baron M. et Shahidi F. (2007)**. Comparison of antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids, and phenolics of three native fresh and sun-dried date (Phoenix dactylifera L.) varieties grown in Oman. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(19), 7592-7599.
6. **Alhamdan A. M. Al Juhaimi F. Y. Alamri Y. A. Isam A. Mohamed .A . Elamshity M . G. Özcan M.M . et Uslu Received N. (2024)** Determination of changes in bioactive components, antioxidant capacity, phenolic components and mineral values of date fruits stored in different packages and temperature es for six months. *Journal of Food Measurement and Characterization* (2024) 18:4571–4591.
7. **Al-Hooti S. Sidhu J.S. et Qabazard H. (2002)**. Date fruit: chemistry and nutritional value. *Food Reviews International*, 18(2-3), 249-271.
8. **Al-Hooti S.N. Sidhu J. S. Al-Saqer J. M. et Al-Othman A. (2002)**. Chemical composition and quality of date syrup as affected by pectinase/cellulose enzyme treatment. *Food Chemistry*. Volume 79, Issue 2, November 2002, Pages 215-220.
9. **Aliouat K. Ben Mouhend S.T. et Bourema Y. (2022)**. Optimisation et caractérisation physico-chimique et microbiologique de la mélasse de dattes sèches. (Mémoire de fin d'études, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou).**57p**
10. **Aliouat K. Ben Mouhend S.T. et Bourema .Y. (2021)**. Optimisation et caractérisation physico-chimique et microbiologique de la mélasse de dattes sèches. Mémoire de MASTER .Universite mouloud mammeri de Tizi- ouzou.**87p**.

## Références bibliographiques

---

11. **Al-Kahtani H. A. Mohamed S. A. et Al-Juhaimi F. Y. (2017)**. Mineral content and nutritional evaluation of date palm fruit extracts. *Journal of Food Science and Technology*, 54(10), 3086-3094.
12. **Al-Shahib W. et Marshall R. J. (2003)**. The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future? *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 54(4), 247-259.
13. **Amirat A. et Bensaci I. (2017)**. Classification de quelques cultivars de dattes molles algériennes selon leurs index glycémiques. Mémoire de Master Université Kasdi Merbah, Ouargla. 84p.
14. **Atili K. et Boutheldja T. (2018)**. La biodiversité de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) dans la région d'Ouargla (Cas du Chott). Mémoire de Diplôme master en Agronomie. KASDI MERBAH OUARGLA.
15. **Baeghbali V. Niakousari M. et Farahnaky, A. (2015)**, Refractance Window drying of Pomegranate juice : Quality retention and energy efficiency, *LWT - Food Science and Technology* (2015), doi: 10.1016/j.lwt.2015.10.017.
16. **Baliga M. S. Baliga B. R.V. Kandathil S. M. Bhat H. P. et Vayalil P. K. (2011)**. A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (*Phoenix dactylifera* L.). *Food Research International*, 44(7), 1812-1822.
17. **Baliga M.S. Baliga B.R.V. Kandathil S.M. Bhat H.P. et Vayalil P.K. (2011)**. A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (*Phoenix dactylifera* L.). *Food Research International*, 44(7), 1812-1822.
18. **Belarbi B. Messaoudi L. et Hadj Sadok M. (2020)**. Impact écologique du palmier dattier dans les oasis du Sahara algérien. *Revue des Sciences Environnementales*, 32(2), 45-52.
19. **Belguedj N. Bassi N. Fadlaoui S. et Agli A. (2015)**. Contribution à l'industrialisation par l'amélioration du processus traditionnel de fabrication de la boisson locale à base de datte « Rob ». *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology*, 20(7), 818-829.
20. **Belmán R. R. Rodríguez R. C. Heil M. et Ozuna C. (2024)**. Nonanal, a volatile organic compound, improves the techno-functional, nutritional, and nutraceutical properties of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chemistry Advances*. Volume 4, June 2024, 100707.
21. **Benahmed M. (2007)**. Etude et optimisation d'un processus de fabrication traditionnelle du vinaigre à partir de deux variétés de dattes commune cultivées dans le sud algérien.

## Références bibliographiques

---

- Mémoire de magistère en technologie alimentaire non publié, Université M'Hamed Bougara, Boumerdes.
- 22. Benkhalifa M. Bensalah F. et Zitouni A. (2016).** Le palmier dattier en Algérie : état des lieux et enjeux de développement. Cahiers Agricultures, 25(1), 12-20.
- 23. Benkhedda N. et Kadri M. (2019).** Essai d'incorporation du sirop de datte (Rob) dans la confiserie. Mémoire de Master .Universite Kasdi Merbah, Ouargla.
- 24. Bennahia Z. et Kabdi Z . E. A. (2023).** Commercialisation des sous-produits de dattes dans la région de Ouargla (Mémoire de fin d'études, Université Kasdi Merbah - Ouargla).72P
- 25. Benselma O. Haddoum S. Ahmed Zaïd T . et Benmounah A .(2016).** Synthèse et caractérisation des tensioactifs nonioniques de type alkylpolyglucoside (APG) à partir du glucose extrait des dattes, et du glucose synthétique.Algerian Journal of Environmental Science and Technology.December edition. Vol.2. No3. (2016) .ISSN: 2437-1114.
- 26. Berriha S. et Bouchareb H. (2023).** Recherche des métabolites bioactifs et l'étude de leurs propriétés antioxydant dans le sirop de dattes stocké. Mémoire de Master. Universite Kasdi Merbah, Ouargla.63p.
- 27. Besbes S. Drira L. Blecker C. Deroanne C. et Attia H. (2009).** adding value to hard date (Phoenix dactylifera L.): Compositional, functional and sensory characteristics of date jam. Food Chemistry.Volume 112, Issue 2, 15 January 2009, Pages 406-411.
- 28. Biglari F. AlKarkhi A. F.M. Azhar M .E. (2009)** Cluster analysis of antioxidant compounds in dates (Phoenix dactylifera): Effect of long-term cold storage. School of Industrial Technology, Universiti Sains Malaysia, 11800 Minden, Penang, Malaysia. Food Chemistry 112 (2009) 998–1001.
- 29. Boudarasa N . et Daoui N. (2021).** Caractérisation chimique et biologique de la mélasse des dattes. Mémoire de MASTER. Université des Freres Mentouri Constantine.84p.
- 30. Boughzala Y. et Ben Mahmoud N. (2022).** Valorisation de la filière dattes en Tunisie par l'association savoirs et techniques "modernes" et "traditionnels" : difficultés, succès et perspectives, ISTE Ltd. London, UK – openscience.fr. 10p
- 31. Bouguedoura N. (1991).** Connaissance de la morphogénèse du palmier dattier. Etude in situ in vitro du développement morphogénétique des appareils végétatifs et reproducteurs. Thèse de doctorat U.S.T.H.B, Alger, 201p.

## Références bibliographiques

---

- 32. Bouhlali E. Hamidani A. Bourkhis B. Khouya T. Ramchoun M. Filali-Zegzouti Y. et Alem C. (2020).** Phenolic profile and anti-inflammatory activity of four Moroccan date (*Phoenix dactylifera* L.) seed varieties. *Search life. Heliyon*, 19 Feb 2020, 6(2):e03436.
- 33. Boulal A. et al. (2019).** Valorisation des déchets de dattes : état actuel et perspectives. *Journal Algérien des Sciences Agronomiques*, 6(2), 33-40.
- 34. Chaira N. Smaali M. I. et Martínez-Tomé M. (2009).** Characterization of three date palm varieties grown in Southern Tunisia: Assessment of antioxidant capacity and phenolic and mineral contents. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(7-8), 504–511.
- 35. El-Fatmi H. et Matallah Z. (2021).** Contribution à l'étude des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de sirop des dattes (Ghars, Azerza, Timjoherte). *Mémoire de Master Université de Ghardaia*. 77p.
- 36. FAO (2020).** Proposition relative à la célébration d'une Année internationale du palmier dattier.
- 37. Gheraissa T. et Hamidani I. (2018).** Etude de quelques caractéristiques physico-chimiques du sirop traditionnel des dattes de deux variétés (Ghars et Tinissine). *Mémoire de Master. Université d'El-Oued*. 84 p.
- 38. Ghnimi S. Umer S. Azharul K. Eldin A.K. (2017).** Date fruit (*Phoenix dactylifera* L.): An underutilized food seeking industrial valorization. *NFS Journal* 6 (2017) 1–10. Department of Food Science, United Arab Emirates University, P.O. Box 15551, Al-Ain, UAE b Science & Engineering Faculty, Queensland University of Technology, Australia.
- 39. Habib H.M. et Ibrahim W. H. (2009).** Nutritional quality evaluation of eighteen date pit varieties. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* Volume 60, 2009 - Issue sup1: Food composition and its role in physiological function.
- 40. He F. J. et MacGregor G. A. (2009).** "A comprehensive review on salt and health and current experience of worldwide salt reduction programmes." *Journal of Human Hypertension*, 23(6), 363–384.
- 41. Khelil K. (2022).** Etude comparative de deux vinaigres : vinaigre de dattes et vinaigre de pommes. *MÉMOIRE DE MASTER. Université d'Ouargla*. 101p.
- 42. Lahbil H. et Soudi F Z. (2023).** Etude de la viscosité de quelque produits alimentaires. (Mémoire de fin d'études [dspace.univ-adrar.edu.dz](http://dspace.univ-adrar.edu.dz))

## Références bibliographiques

---

43. **Leser Volac S. et Her T.(2013)**. UKWiley Online Library- Leser - Nutrition Bulletin, The 2013 FAO report on dietary protein quality evaluation in human nutrition: Recommendations and implications.
44. **Madani R. et Aadani. (2019)**. Comparaison des différents types d'extraction de sirop de datte. Mémoire de Master. Université Kasdi Merbah, Ouargla.
45. **Messaoudi L. et al.(2015)**. Le palmier dattier : moteur de développement socio-économique au Sahara algérien. Revue Nord-Africaine d'Agronomie, 9(3), 14-25.
46. **Mimouni Y. et Siboukeur O.(2011)**. Étude des propriétés nutritives et diététiques des sirops de dattes extraits par diffusion, en comparaison avec les sirops à haute teneur en fructose (isoglucoses), issus de l'industrie de l'amidon. Faculté des Sciences de la Vie et des Sciences de la Terre, Université Kasdi Merbah Ouargla.
47. **Mohamed S. A. Hassan F. A. et Al-Hooti S. (2019)**. Physicochemical properties and mineral content of date palm syrup and molasses. Food Chemistry, 277, 423-429.
48. **Montgomery D. C. (2017)**. Design and Analysis of Experiments. 9<sup>e</sup> édition, Wiley.
49. **Nishino T. Okamoto K. Eger B.T. Pai E. F. et Nishino T. (2008)**. Mammalian xanthine oxidoreductase – mechanism of transition from xanthine dehydrogenase to xanthine oxidase. The FEBS journal. FEBS Journal 275 (2008) 3278–3289 <sup>a</sup> 2008 The Authors Journal compilation <sup>a</sup> 2008 FEBS.
50. **Nouadri T. Boudjemaa R. et Saidi D. (2021)**. Valorisation des produits déclassés de la datte : applications et perspectives. Revue Maghrébine de Biotechnologie, 10(1), 77-85.
51. **Novoselov A. G. Sorokin S.A. Baranov I. V. Martyushev N. V. Rumiantceva O. N. E et Fedorov A A. (2022)**. Comprehensive Studies of the Processes of the Molecular Transfer of the Momentum, Thermal Energy and Mass in the Nutrient Media of Biotechnological Industries. PMCID : PMC8772945 PMID : 35049728.
52. **Oms O. Dolbecq A. et Mialane P. (2012)**. Diversity in structures and properties of 3d-incorporating polyoxotungstates. Chemical Society Reviews, Page 7325 to 7648.
53. **Ould El Hadj M. D. Bitour Z. et Siboukeur O.(2006)**. Étude de la production de levure boulangère (*Saccharomyces cerevisiae*) cultivée sur moût de rebuts de dattes. Laboratoire de Protection des Écosystèmes en Zones Arides et Semi-Arides, Université Kasdi Merbah-Ouargla (Algérie).
54. **Panche A. N. Diwan A. D. et Chandra S. R.(2016)**. Flavonoids: an overview. Journal of Nutritional Science (2016), vol. 5, e47, page 1 of 15.

## Références bibliographiques

---

- 55. Pietro G. Jose Rosero M. et Tubiello F. N. (2019).**The FAO contribution to monitoring SDGs for .food and agriculture Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- 56. Rosales F. G. Paz Romero M. Casanovas M. José Motilva M. et Mosquera M. (2012).**  $\beta$ -Glucosidase Involvement in the Formation and Transformation of Oleuropein during the Growth and Development of Olive Fruits (*Olea europaea* L. cv. Arbequina) Grown under Different Farming Practices. | J. Agric. Food Chem. 2012, 60, 4348–4358.
- 57. Rosanoff A. Weaver C. M. et Rude R. K. (2012).** "Suboptimal magnesium status in the United States: Are the health consequences underestimated?" Nutrition Reviews, 70(3), 153–164.
- 58. Sadallah F .Z . et Toumi .H .(2020).** Étude de quelques caractéristiques physico-chimiques de sirop des dattes de deux variétés (Takermoust et Hamraya). . Mémoire de Master .Université d'El Oued.113p.

### Références en arabe :

- 1. حسن خالد حسن، العكيدي . (2021).** الصناعات الغذائية من التمور. جائزة خليفة الدولية لنخيل التمر والابتكار الزراعي 2021.

# ***ANNEXES***

# Annexes

## ANNEXES

### Annexe 1 : Analyses biochimiques et nutritionnels

#### Annexe 1.1. Préparation de la gamme d'étalonnage des Caroténoïdes

##### Préparation de la solution mère :

- Passer 2 mg de carotène dans 10 ml d'éthanol
- Incuber 30min à l'ombre
- Mesurer la densité optique à 450nm

##### Préparation des dilutions :

**Tableau 01** : Les valeurs de la gamme d'étalonnage des caroténoïdes.

| Dilutions  | 10 <sup>-1</sup> | 10 <sup>-2</sup> | 10 <sup>-3</sup> | 10 <sup>-4</sup> | 10 <sup>-5</sup> | 10 <sup>-6</sup> | 10 <sup>-7</sup> |
|------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| C (mg/l)   | 200              | 160              | 150              | 135              | 100              | 50               | 0,002            |
| DO (450nm) | 1,44             | 1,09             | 1                | 0,88             | 0,68             | 0,38             | 0,129            |

#### Annexe 1.2. Préparation de la gamme d'étalonnage des flavonoïdes :

**Tableau 02** : Les valeurs de la gamme d'étalonnage des flavonoïdes.

|                   |          |          |             |             |             |             |             |             |            |             |             |              |             |
|-------------------|----------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| <b>C</b>          | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0,5</b>  | <b>1</b>    | <b>1,5</b>  | <b>2</b>    | <b>3,8</b>  | <b>4</b>    | <b>6</b>   | <b>8</b>    | <b>10</b>   | <b>13,24</b> | <b>14</b>   |
| <b>DO (430nm)</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0,09</b> | <b>0,16</b> | <b>0,21</b> | <b>0,36</b> | <b>0,38</b> | <b>0,55</b> | <b>0,7</b> | <b>0,86</b> | <b>1,18</b> | <b>1,26</b>  | <b>1,26</b> |

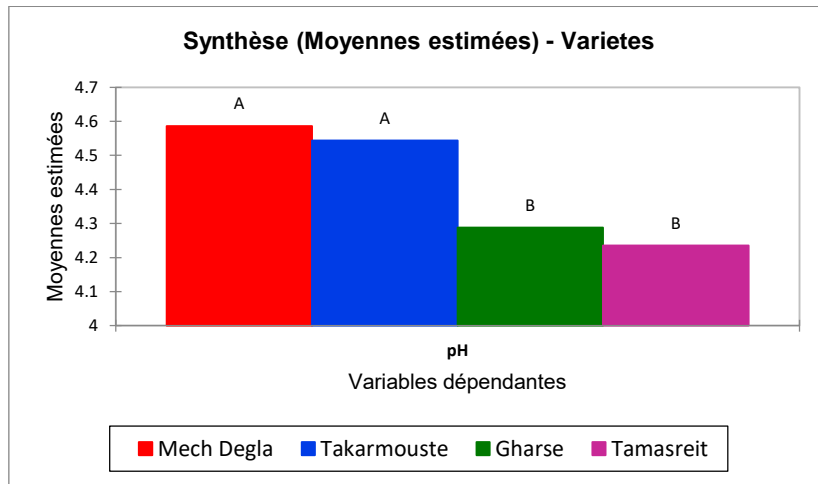
### Annexe 2 : Analyses statistiques

#### Annexe 2.1. Le pH

**Tableau 03** : L'analyse de variance appliquée au pH de quatre variétés de mélasses de dattes.

| Analyse de la variance (pH) : |     |                  |                    |            |          |
|-------------------------------|-----|------------------|--------------------|------------|----------|
| Source                        | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F          | Pr > F   |
| pH                            | 3   | 0.43827931       | 0.146093102        | 39.7101471 | < 0,0001 |
| Erreur                        | 15  | 0.0551848        | 0.003678987        |            |          |
| Total corrigé                 | 18  | 0.49346411       |                    |            |          |

## Annexes

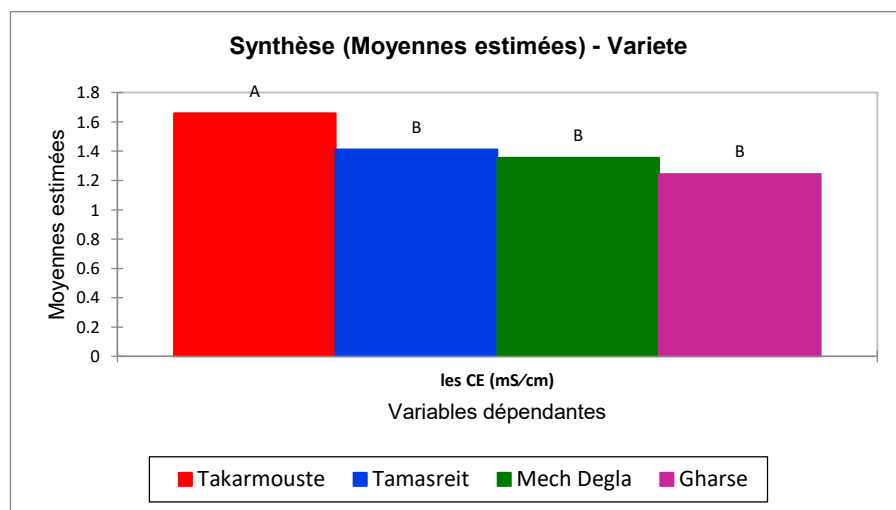


**Figure 01 :** Synthèse (Moyennes estimées) – Variétés des mélasses.

### Annexe 2.2. La CE

**Tableau 04 :** L'analyse de la variance appliquée à la conductivité électrique (mS/cm).

| Analyse de la variance (CE ( $\mu S/cm$ )) : |     |                  |                    |        |                |
|----------------------------------------------|-----|------------------|--------------------|--------|----------------|
| Source                                       | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F      | Pr > F         |
| Modèle                                       | 3   | 460714.950       | 153571.650         | 12.829 | <b>0.00015</b> |
| Erreur                                       | 16  | 191523.600       | 11970.225          |        |                |
| Total corrigé                                | 19  | 652238.550       |                    |        |                |



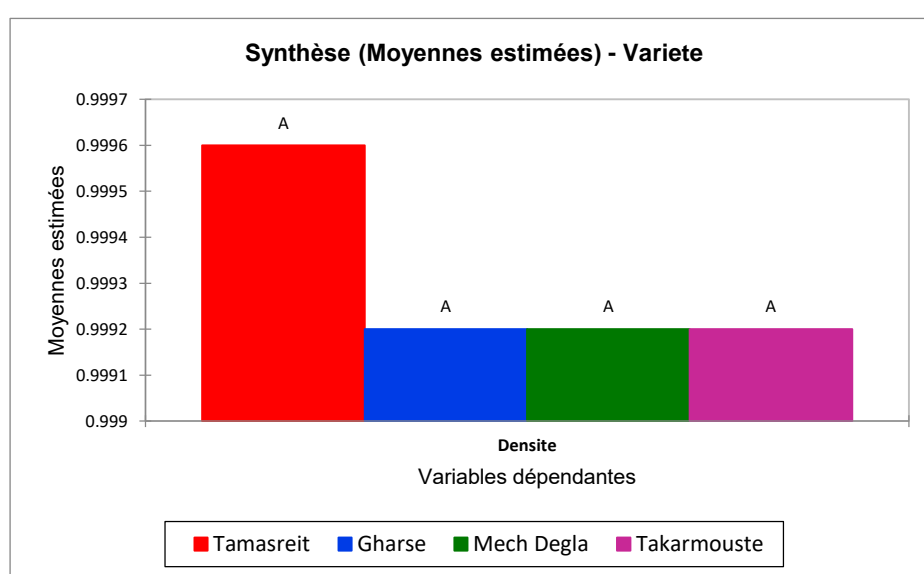
**Figure 02 :** Synthèse (Moyennes estimées) – Variétés des mélasses.

## Annexes

### Annexe 2.3. La Densité (g/cm<sup>3</sup>)

**Tableau 05 :** L'analyse de variance appliquée à la densité de quatre variétés de mélasses de dattes.

| Analyse de la variance (Densité) : |     |                  |                    |       |        |
|------------------------------------|-----|------------------|--------------------|-------|--------|
| Source                             | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F     | Pr > F |
| Modèle                             | 3   | 0.000            | 0.000              | 0.182 | 0.907  |
| Erreur                             | 16  | 0.000            | 0.000              |       |        |
| Total corrigé                      | 19  | 0.000            |                    |       |        |



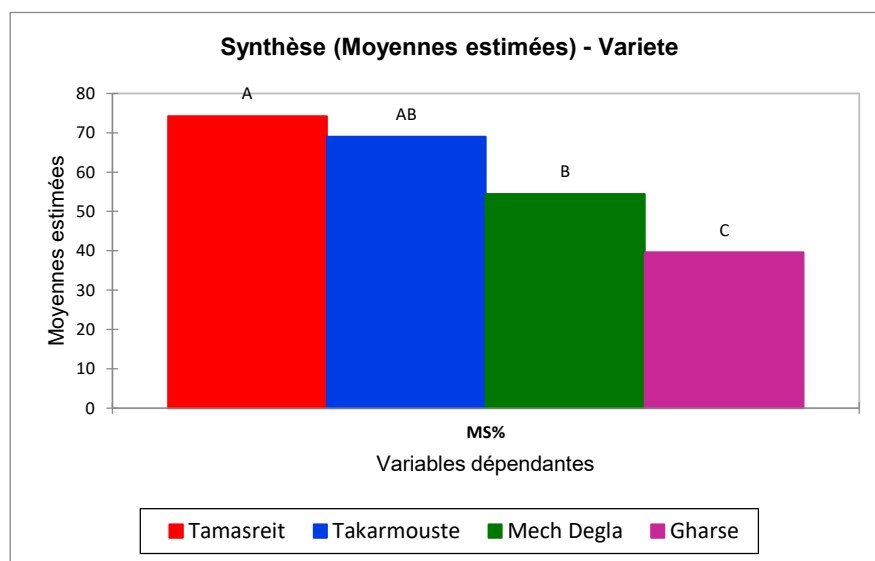
**Figure 03 :** Synthèse (Moyennes estimées) – Variétés des mélasses.

### Annexe 2.4. La teneur en matière sèche (%)

**Tableau 06 :** L'analyse de variance appliquée à la matière sèche de quatre variétés de mélasses de dattes.

| Analyse de la variance (MS%) : |     |                  |                    |        |                 |
|--------------------------------|-----|------------------|--------------------|--------|-----------------|
| Source                         | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F      | Pr > F          |
| Modèle                         | 3   | 3645.008         | 1215.003           | 18.647 | < <b>0,0001</b> |
| Erreur                         | 16  | 1042.544         | 65.159             |        |                 |
| Total corrigé                  | 19  | 4687.552         |                    |        |                 |

## Annexes

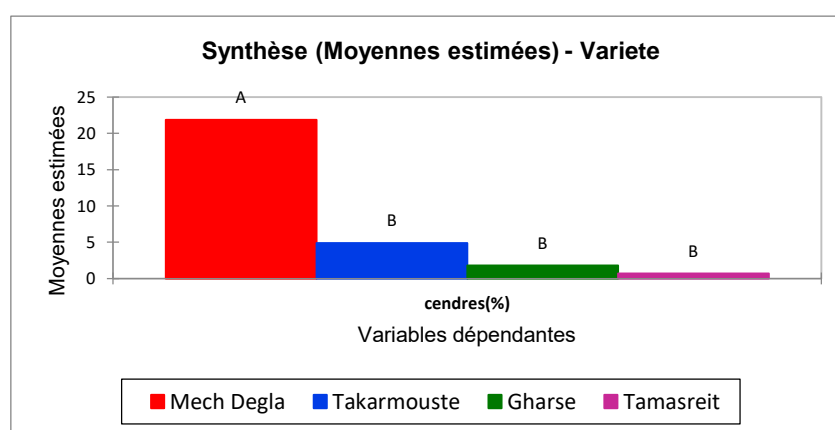


**Figure 04 :** Synthèse (Moyennes estimées) – Variétés des mélasses.

### Annexe 2.5. La teneur en cendre (%)

**Tableau 07 :** L'analyse de variance appliquée aux cendres de quatre variétés de mélasses de dattes.

| Analyse de la variance (cendres (%)) : |     |                  |                    |       |              |
|----------------------------------------|-----|------------------|--------------------|-------|--------------|
| Source                                 | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F     | Pr > F       |
| Modèle                                 | 3   | 1462.534         | 487.511            | 6.513 | <b>0.004</b> |
| Erreur                                 | 16  | 1197.664         | 74.854             |       |              |
| Total corrigé                          | 19  | 2660.198         |                    |       |              |



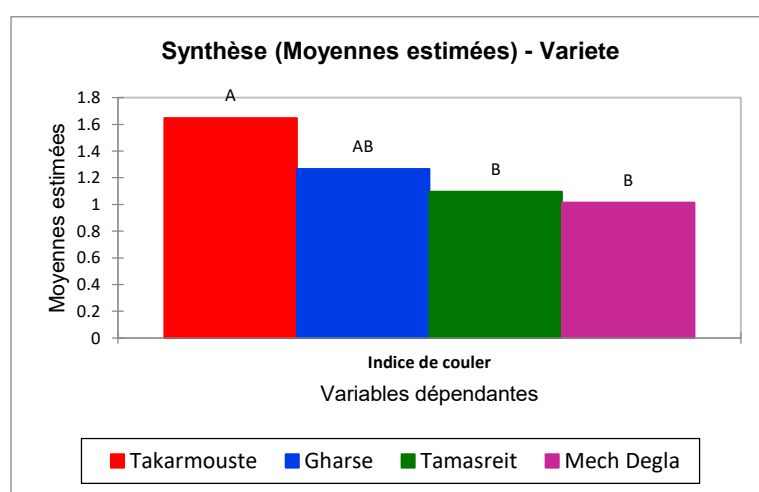
**Figure 05 :** Synthèse (Moyennes estimées) – Variétés des mélasses.

## Annexes

### Annexe 2.6. L'indice de couleur (DO)

**Tableau 08** : L'analyse de variance appliquée à l'indice de couleur de quatre variétés de mélasses de dattes.

| Analyse de la variance<br>(Indice de couleur <b>DO</b> ) : |     |                  |                    |       |              |
|------------------------------------------------------------|-----|------------------|--------------------|-------|--------------|
| Source                                                     | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F     | Pr > F       |
| Modèle                                                     | 3   | 1.190            | 0.397              | 7.781 | <b>0.002</b> |
| Erreur                                                     | 16  | 0.815            | 0.051              |       |              |
| Total corrigé                                              | 19  | 2.005            |                    |       |              |



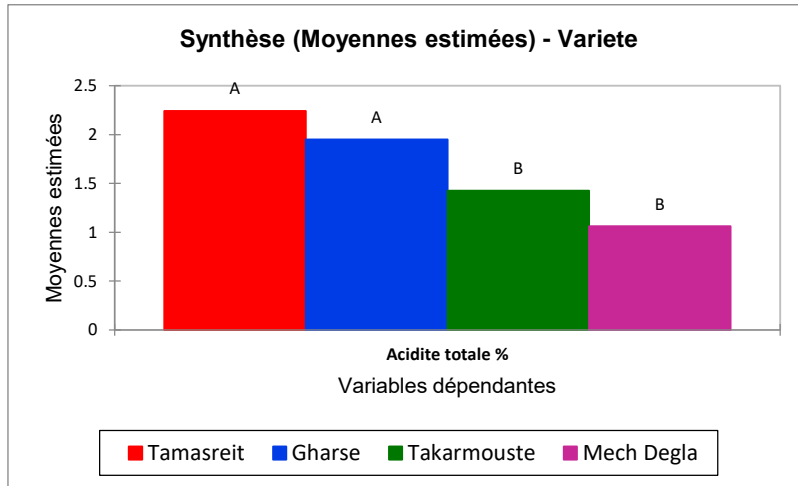
**Figure 06** : Synthèse (Moyennes estimées) – Variétés des mélasses.

### Annexe 2.7. L'acidité Totale (%)

**Tableau 09** : L'analyse de variance appliquée à l'acidité totale de quatre variétés de mélasses de dattes.

| Analyse de la variance<br>(Acidite totale %) : |     |                  |                    |        |                    |
|------------------------------------------------|-----|------------------|--------------------|--------|--------------------|
| Source                                         | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F      | Pr > F             |
| Modèle                                         | 3   | 4.191            | 1.397              | 26.718 | <b>&lt; 0,0001</b> |
| Erreur                                         | 16  | 0.837            | 0.052              |        |                    |
| Total corrigé                                  | 19  | 5.028            |                    |        |                    |

# Annexes

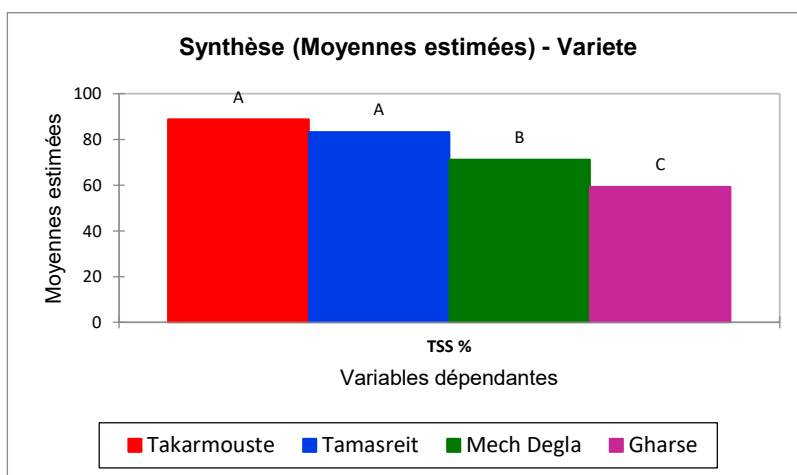


**Figure 07 :** Synthèse (Moyennes estimées) – Variétés des mélasses.

## Annexe 2.8. La teneur en solides solubles (°Brix)

**Tableau 10 :** L'analyse de variance appliquée à la teneur en solides solubles (°Brix) de quatre variétés de mélasses de dattes.

| Analyse de la variance TSS (°Brix) : |     |                  |                    |        |                 |
|--------------------------------------|-----|------------------|--------------------|--------|-----------------|
| Source                               | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F      | Pr > F          |
| Modèle                               | 3   | 2601.600         | 867.200            | 50.419 | < <b>0,0001</b> |
| Erreur                               | 16  | 275.200          | 17.200             |        |                 |
| Total corrigé                        | 19  | 2876.800         |                    |        |                 |



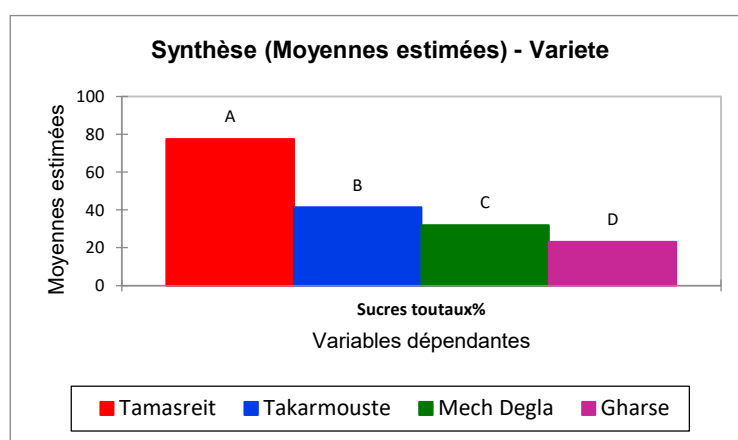
**Figure 08 :** Synthèse (Moyennes estimées) – Variétés des mélasses.

## Annexes

### Annexe 2.9. La teneur en sucres totaux (%)

**Tableau 11** : L'analyse de variance appliquée à la teneur en sucres totaux (%) de quatre variétés de mélasses de dattes.

| Analyse de la variance (Sucres totaux%) : |     |                  |                    |           |                    |
|-------------------------------------------|-----|------------------|--------------------|-----------|--------------------|
| Source                                    | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F         | Pr > F             |
| Modèle                                    | 3   | 8554.885         | 2851.628           | 12924.348 | <b>&lt; 0,0001</b> |
| Erreur                                    | 16  | 3.530            | 0.221              |           |                    |
| Total corrigé                             | 19  | 8558.415         |                    |           |                    |



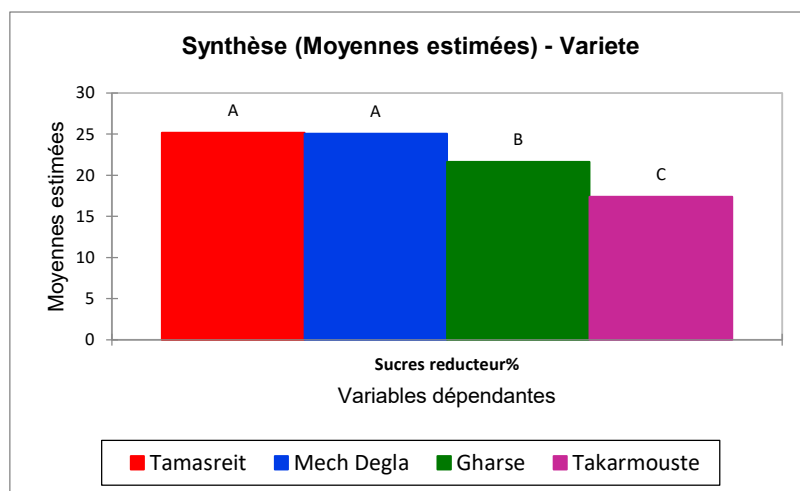
**Figure 09** : Synthèse (Moyennes estimées) – Variétés des mélasses.

### Annexe 2.10. La teneur en sucres réducteur (%)

**Tableau 12** : L'analyse de variance appliquée à la teneur en sucres réducteur (%) de quatre variétés de mélasses de dattes.

| Analyse de la variance (Sucres réducteur%) : |     |                  |                    |        |                    |
|----------------------------------------------|-----|------------------|--------------------|--------|--------------------|
| Source                                       | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F      | Pr > F             |
| Modèle                                       | 3   | 202.930          | 67.643             | 50.932 | <b>&lt; 0,0001</b> |
| Erreur                                       | 16  | 21.250           | 1.328              |        |                    |
| Total corrigé                                | 19  | 224.179          |                    |        |                    |

## Annexes



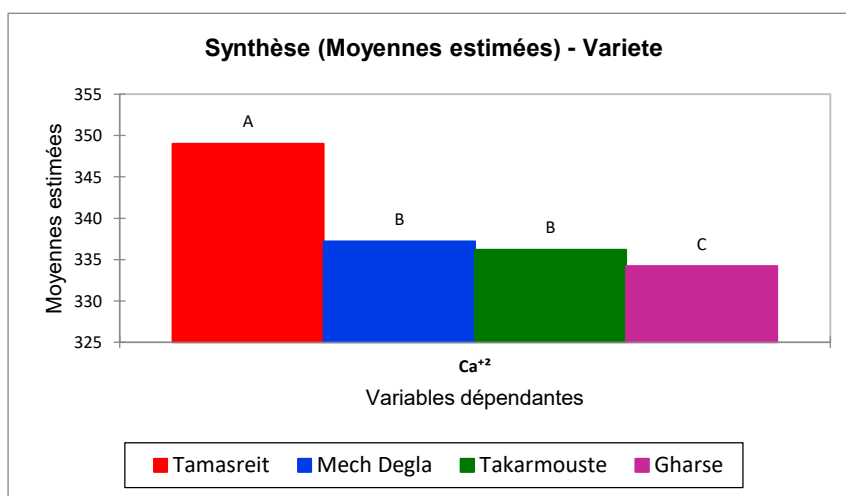
**Figure 10 :** Synthèse (Moyennes estimées) – Variétés des mēlasses.

### Annexe 2.11. Dosages des sels minéraux

#### Annexe 2.11.1. Calcium (Ca<sup>2+</sup>)

**Tableau 13 :** L'analyse de variance appliquée au calcium (mg/100g) de quatre variétés de mēlasses de dattes.

| Analyse de la variance (Ca <sup>2+</sup> ) : |     |                  |                    |         |                 |
|----------------------------------------------|-----|------------------|--------------------|---------|-----------------|
| Source                                       | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F       | Pr > F          |
| Modèle                                       | 3   | 670.150          | 223.383            | 248.204 | < <b>0,0001</b> |
| Erreur                                       | 16  | 14.400           | 0.900              |         |                 |
| Total corrigé                                | 19  | 684.550          |                    |         |                 |



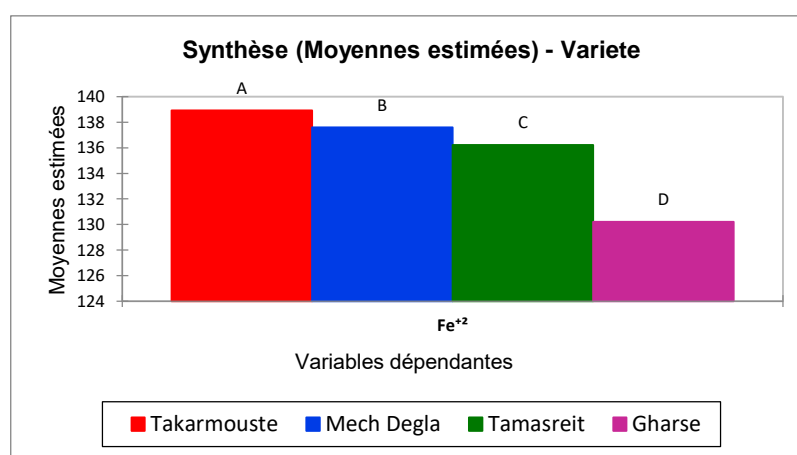
**Figure 11 :** Synthèse (Moyennes estimées) – Variétés des mēlasses.

## Annexes

### Annexe 2.11.2. Fer ( $Fe^{+2}$ )

**Tableau 14** : L'analyse de variance appliquée au Fer (mg/100g) de quatre variétés de mélasses de dattes.

| Analyse de la variance ( $Fe^{+2}$ ) : |     |                  |                    |          |                 |
|----------------------------------------|-----|------------------|--------------------|----------|-----------------|
| Source                                 | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F        | Pr > F          |
| Modèle                                 | 3   | 221.364          | 73.788             | 9521.032 | < <b>0,0001</b> |
| Erreur                                 | 16  | 0.124            | 0.008              |          |                 |
| Total corrigé                          | 19  | 221.488          |                    |          |                 |



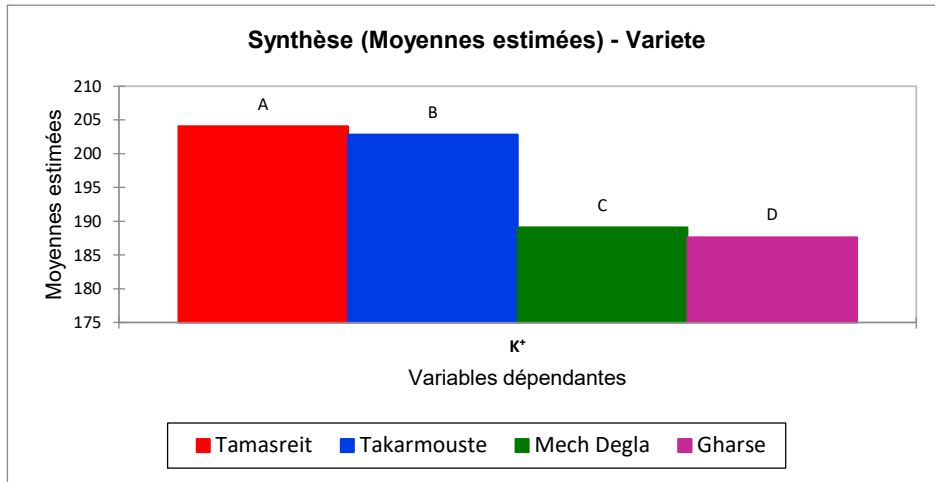
**Figure 12** : Synthèse (Moyennes estimées) – Variétés des mélasses.

### Annexe 2.11.3. Potassium ( $K^+$ )

**Tableau 15** : L'analyse de variance appliquée au potassium (mg/100g) de quatre variétés de mélasses de dattes.

| Analyse de la variance ( $K^+$ ) : |     |                  |                    |           |                 |
|------------------------------------|-----|------------------|--------------------|-----------|-----------------|
| Source                             | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F         | Pr > F          |
| Modèle                             | 3   | 1146.082         | 382.027            | 22146.512 | < <b>0,0001</b> |
| Erreur                             | 16  | 0.276            | 0.017              |           |                 |
| Total corrigé                      | 19  | 1146.358         |                    |           |                 |

# Annexes

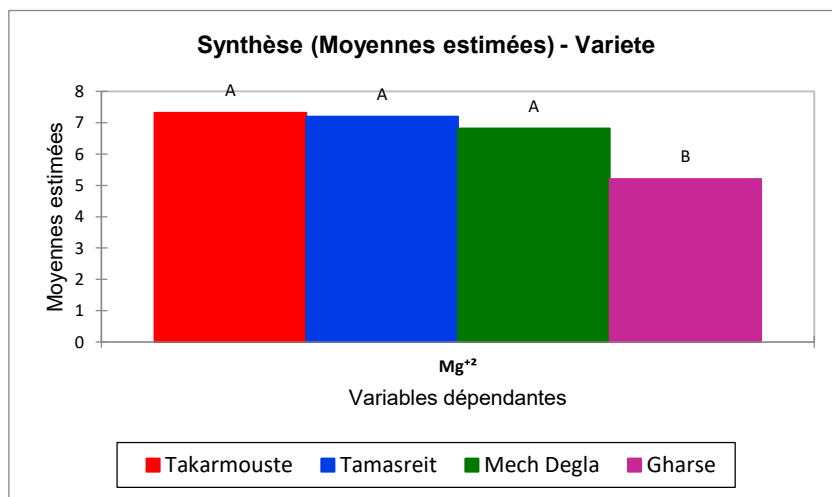


**Figure 13 :** Synthèse (Moyennes estimées) – Variétés des mélasses.

## Annexe 2.11.4. Magnésium ( $Mg^{+2}$ )

**Tableau 16 :** L'analyse de variance appliquée au Magnésium ( $mg/100g$ ) de quatre variétés de mélasses de dattes.

| Analyse de la variance ( $Mg^{+2}$ ) : |     |                  |                    |        |               |
|----------------------------------------|-----|------------------|--------------------|--------|---------------|
| Source                                 | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F      | Pr > F        |
| Modèle                                 | 3   | 14.410           | 4.803              | 13.587 | <b>0.0001</b> |
| Erreur                                 | 16  | 5.656            | 0.354              |        |               |
| Total corrigé                          |     | 19               | 20.066             |        |               |



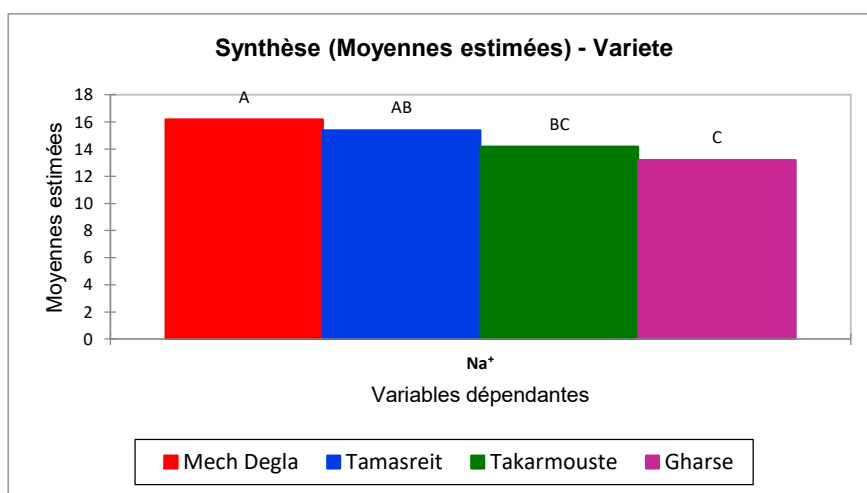
**Figure 14 :** Synthèse (Moyennes estimées) – Variétés des mélasses.

## Annexes

### Annexe 2.11.5. Sodium (Na<sup>+</sup>)

**Tableau 17** : L'analyse de variance appliquée au Sodium (mg/100g) de quatre variétés de mélasses de dattes.

| Analyse de la variance (Na <sup>+</sup> ) : |     |                  |                    |        |               |
|---------------------------------------------|-----|------------------|--------------------|--------|---------------|
| Source                                      | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F      | Pr > F        |
| Modèle                                      | 3   | 26.150           | 8.717              | 12.023 | <b>0.0002</b> |
| Erreur                                      | 16  | 11.600           | 0.725              |        |               |
| Total corrigé                               | 19  | 37.750           |                    |        |               |



**Figure 15** : Synthèse (Moyennes estimées) – Variétés des mélasses.

## Résumé

---

Cette étude a été menée dans le but de caractériser et de comparer les propriétés physico-chimiques, biochimiques et nutritionnelles de mélasses issues de quatre variétés de dattes cultivées dans la région de Ouargla : Mech Degla, Ghars, Takarmouste et Tamasreit. Les analyses ont révélé une hétérogénéité significative entre les échantillons, attribuable à la variabilité génétique des cultivars, aux méthodes artisanales de transformation, ainsi qu'aux conditions environnementales et technologiques spécifiques.

Les résultats montrent des variations notables au niveau des paramètres physico-chimiques. Le pH était plus élevé chez Mech Degla (4,58) et Takarmouste (4,544), tandis que Ghars (4,28) et Tamasreit (4,24) présentaient des valeurs plus acides. La conductivité électrique maximale a été enregistrée chez Takarmouste (1,658 mS/cm), traduisant une forte concentration en ions minéraux, contrairement à Ghars (1,245 mS/cm). La densité était la plus élevée pour Mech Degla et Tamasreit (1,000 g/cm<sup>3</sup>) et la plus faible chez Ghars (0,990 g/cm<sup>3</sup>). La teneur en matière sèche variait de 39,6 % (Ghars) à 74,24 % (Tamasreit), tandis que la teneur en cendres atteignait un maximum chez Mech Degla (21,84 %) et un minimum chez Tamasreit (0,68 %).

Sur le plan biochimique, l'indice de couleur (absorbance) culminait à 1,65 Do pour Takarmouste, traduisant une coloration plus intense, tandis que Mech Degla présentait la valeur la plus faible (1,01 Do). L'acidité totale variait de 1,06 % (Mech Degla) à 2,44 % (Tamasreit). Les solides solubles totaux, exprimés en °Brix, étaient également très variables, allant de 59,20 °Brix (Ghars) à 88,80 °Brix (Takarmouste). La teneur en sucres totaux atteignait 77,63 % pour Tamasreit, contre seulement 25,08 % pour Ghars. En ce qui concerne les sucres réducteurs, Tamasreit et Mech Degla affichaient les concentrations les plus élevées (respectivement 25,18 % et 25,06 %).

Au niveau antioxydant, les concentrations en caroténoïdes et flavonoïdes variaient considérablement. Tamasreit présentait la plus forte teneur en caroténoïdes (0,0014 mg/g), tandis que Mech Degla était la plus riche en flavonoïdes (0,033 mg EQ/g). La présence de tanins a été confirmée dans l'ensemble des échantillons.

Concernant les paramètres nutritionnels, l'analyse minérale a mis en évidence des teneurs élevées en calcium (jusqu'à 349 mg/100 g pour Tamasreit), fer (138,92 mg/100 g pour Takarmouste), potassium (204,04 mg/100 g pour Tamasreit), magnésium (7,32 mg/100 g pour Takarmouste) et sodium (16,2 mg/100 g pour Mech Degla), témoignant de la richesse nutritionnelle des mélasses étudiées.

En conclusion, les mélasses traditionnelles de dattes de la région d'Ouargla présentent une diversité biochimique et nutritionnelle importante selon la variété utilisée. Cette richesse justifie leur valorisation dans une perspective de transformation agroalimentaire à l'échelle industrielle, notamment en tant que produits à haute valeur ajoutée sur les plans nutritionnel et fonctionnel.

**Mots-clés :** Mélasse de dattes ; Région de Ouargla ; Propriétés physico-chimiques ; Propriétés biochimique ; Valeur nutritionnelle ; Antioxydant ; Transformation traditionnelle ; Valorisation Agroalimentaire.

## Abstract

---

This study aimed to characterize and compare the physicochemical, biochemical, and nutritional properties of traditional date molasses derived from four local date cultivars grown in the Ouargla region: *Mech Degla*, *Ghars*, *Takarmouste*, and *Tamasreit*. The analyses revealed significant heterogeneity among the samples, attributed to the genetic variability of the cultivars, artisanal processing methods, and specific environmental and technological conditions.

The results showed notable differences in physicochemical parameters. The pH was higher in *Mech Degla* (4.58) and *Takarmouste* (4.544), while *Ghars* (4.28) and *Tamasreit* (4.24) had more acidic values. The highest electrical conductivity was recorded in *Takarmouste* (1.658 mS/cm), indicating a higher concentration of mineral ions, in contrast to *Ghars* (1.245 mS/cm). The highest density was found in *Mech Degla* and *Tamasreit* (1.000 g/cm<sup>3</sup>), while *Ghars* exhibited the lowest (0.990 g/cm<sup>3</sup>). Dry matter content ranged from 39.6% (*Ghars*) to 74.24% (*Tamasreit*), and ash content varied from 0.68% (*Tamasreit*) to 21.84% (*Mech Degla*).

From a biochemical standpoint, the color index (absorbance) peaked at 1.65 Do in *Takarmouste*, indicating a darker molasses, whereas *Mech Degla* showed the lowest value (1.01 Do). Total acidity ranged from 1.06% (*Mech Degla*) to 2.44% (*Tamasreit*). Total soluble solids (°Brix) varied significantly between samples, from 59.20 °Brix (*Ghars*) to 88.80 °Brix (*Takarmouste*). Total sugar content reached a maximum of 77.63% in *Tamasreit* and a minimum of 25.08% in *Ghars*. In terms of reducing sugars, *Tamasreit* and *Mech Degla* showed the highest levels (25.18% and 25.06%, respectively).

Regarding antioxidant content, *Tamasreit* exhibited the highest carotenoid level (0.0014 mg/g), while *Mech Degla* was richest in flavonoids (0.033 mg EQ/g). Tannins were detected in all samples.

Mineral analysis confirmed the high nutritional value of these molasses, with significant levels of calcium (up to 349 mg/100 g in *Tamasreit*), iron (138.92 mg/100 g in *Takarmouste*), potassium (204.04 mg/100 g in *Tamasreit*), magnesium (7.32 mg/100 g in *Takarmouste*), and sodium (16.2 mg/100 g in *Mech Degla*).

In conclusion, traditional date molasses from the Ouargla region exhibit substantial biochemical and nutritional diversity depending on the cultivar used. This richness highlights their potential for valorization in the agro-food industry as high-value nutritional and functional products.

**Keywords:** Date molasses; Ouargla region; physicochemical properties; Biochemical composition; Nutritional value; Antioxidants; Traditional processing; Agro-food valor

## الملخص

أُجريت هذه الدراسة بهدف توصيف ومقارنة الخصائص الفيزيائية-الكيميائية، والبيوكيميائية، والقيم الغذائية لرب التمر المستخرج من أربع أصناف من التمور المزروعة في منطقة ورقلة: مش دقلة، الغرس، تاكرموس، وتاماصريت. كشفت التحاليل عن تباين كبير بين العينات، يُعزى إلى التنوع الوراثي للأصناف، وطرق التصنيع التقليدية، والظروف البيئية والتكنولوجية الخاصة.

أظهرت النتائج وجود اختلافات ملحوظة على مستوى المعايير الفيزيائية-الكيميائية. كان الرقم الهيدروجيني (pH) أعلى لدى مش دقلة (4.58) وتاكرموس (4.544)، في حين سجلت الغرس (4.28) وتاماصريت (4.24) قيمةً أكثر حموضة. تم تسجيل أعلى قيمة للتوصيل الكهربائي لدى تاكرموس (1.658 مللي سيمنز/سم)، مما يعكس تركيزاً عالياً من الأيونات المعدنية، مقارنةً بالغرس (1.245 مللي سيمنز/سم). أما الكثافة فكانت الأعلى لدى مش دقلة وتاماصريت (1.000 غ/سم<sup>3</sup>) والأدنى لدى الغرس (0.990 غ/سم<sup>3</sup>). تراوحت نسبة المادة الجافة بين 39.6% (الغرس) و74.24% (تاماصريت)، في حين بلغت نسبة الرماد أقصاها لدى مش دقلة (21.84%) وأدناها لدى تاماصريت (0.68%).

أما من الناحية البيوكيميائية، فقد بلغ مؤشر اللون (الامتصاصية) أعلى قيمة له لدى تاكرموس (1.65 وحدة ضوئية)، مما يعكس لوناً أكثر كثافة، بينما كانت أقل قيمة لدى مش دقلة (1.01 وحدة ضوئية). تراوحت الحموضة الكلية بين 1.06% (مش دقلة) و2.44% (تاماصريت). كما تباينت المواد الصلبة الذائبة الكلية (°بريكس) بشكل كبير من 59.20° (الغرس) إلى 88.80° (تاكرموس). وبلغت نسبة السكريات الكلية 77.63% لدى تاماصريت، مقابل 25.08% فقط لدى الغرس. وبالنسبة للسكريات المختزلة، سجلت تاماصريت ومش دقلة أعلى التراكيز (25.18% و25.06% على التوالي).

على صعيد مضادات الأكسدة، تفاوتت تركيزات الكاروتينات والفلافونويدات بشكل ملحوظ. حيث سجلت تاماصريت أعلى نسبة من الكاروتينات (0.0014 ملغ/غ)، في حين كانت مش دقلة الأغنى بالفلافونويدات (0.033 ملغ مكافئ كيرسيتين/غ). كما تم تأكيد وجود التانينات في جميع العينات.

وفيما يتعلق بالقيم الغذائية، أبرز التحليل المعدني نسباً مرتفعة من الكالسيوم (حتى 349 ملغ/100 غ لدى تاماصريت)، والحديد (138.92 ملغ/100 غ لدى تاكرموس)، والبوتاسيوم (204.04 ملغ/100 غ لدى تاماصريت)، والمغنيسيوم (7.32 ملغ/100 غ لدى تاكرموس)، والصوديوم (16.2 ملغ/100 غ لدى مش دقلة)، مما يدل على الغنى الغذائي للرب المدروس.

ختاماً، تبين أن رب التمر التقليدي المستخرج من تمور منطقة ورقلة يتمتع بتنوع بيوكيميائي وغذائي مهم يختلف حسب الصنف المستخدم، مما يبرر التوجه نحو تثمينه في إطار التحويل الصناعي الغذائي، خاصة كمنتج ذي قيمة مضافة عالية من حيث الجوانب الغذائية والوظيفية.

**الكلمات المفتاحية:** رب التمر؛ منطقة ورقلة؛ الخصائص الفيزيائية-الكيميائية؛ الخصائص البيوكيميائية؛ القيمة الغذائية؛ مضادات الأكسدة؛ التحويل التقليدي؛ التثمين الغذائي.



