



République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche
scientifique



Université Amar Telidji - Laghouat

FACULTÉ : SCIENCES

DÉPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : M^{elle} Barkat Fatma Zohra

DOMAINE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)

FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES

SPECIALITE : AGROALIMENTAIRE ET CONTROLE DE QUALITE

Thème

**Etude de quelques paramètres physicochimiques
et microbiologiques de quelques produits dérivés
des dattes**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Mme Allali Khadidja	MCA	Président
Mme Menasra Amina	MCB	Examinatrice
Mme ZAMOUM Miyada	Professeur	Promotrice
M ^{elle} Houicher Aicha	Doctorante	Co-promotrice

Année universitaire :2023/2024

إهداء

من قال أنا لها "نالها"

لم تكن الرحلة قصيرة ولا الحلم قريبا ولا الطريق كان مخفوا بالتسهيلات،

لكني فعلتها ونلتها،

اللهم لك الحمد حمدا كثيرا طيبا، اللهم لك الحمد حتى ترضى ولك الحمد إذا رضيت ولك الحمد بعد الرضا، اللهم لك

الحمد على حلم كان مستحيلا وبفضلك أصبحا واقعا.

أهدي تخرجي وثمره تعبي:

إلى القلب الحنون إلى من كانت دعواتها تحيطني إلى روح الروح "جدي الغالية "

إلى من كانت الداعم الأول لتحقيق طموحي الى من كانت ملجأ يدي اليمنى في هذه المرحلة

إلى من ابصرت بها الطريق حياتي إلى " أُمي الحبيبة "

إلى ضلعي الثابت وأمان أيامي، الى ملهمي وسندي وقوتي "أبي العزيز"

إلى من قيل فيهم:

{قَالَ سَنَشُدُّ عَضُدَكَ بِأَخِيكَ}

إلى من مد يده دون كلل ولا ملل وقت ضعفي "أخي" أدامك الله ضلعا ثابتا لي

إلى إخوتي الاعزاء أمني وأماني حفظكم الله ورعاكم

إلى عائلتي إلى الأخوال والأعمام إلى من جمعني بهم الايامي صديقات العمر

Remerciements

Je tiens à remercier Dieu de
m'avoir offert la santé, la volanté et le courage pour franchir les
obstacles et achever ce travail.

Je tiens à remercier également, notre encadrante **Mme ZAMOUM
Miyada**, Professeur à l'Université de Laghouat pour ses précieux
conseils et aides durant toute la période du travail

Je remercie aussi **M^{elle} Houicher Aicha**, Co-promotrice à l'université de
Laghouat, pour son aide le long de ce travail

Je tiens à remercier **Mme Allali Khadidja**, Professeur à l'Université de
Laghouat d'avoir accepté présider le jury de soutenance

Je remercie également **Mme Menasra Amina**, Professeur à l'Université
de Laghouat d'avoir accepté examiner notre travail

Je remercie également l'ensemble des membres du laboratoire de
l'Université de Laghouat

Merci

Liste des abréviations :

°A	Gramme par Degré acétique
°B	Degré Brix
°C	Degré Celsius
AFNOR	Association française de normalisation
ANOVA	Analyse unidirectionnelle de la variance
APFA	Adhésion à la propriété foncière agricole
Cfu/ml	Unité de formation de colonie par millilitre
E.C	Conductivité électrique
FAO	Organisation pour l'alimentation et l'agriculture
g	Gramme
g/l	Gramme par litre
ha	Hectare
IANOR	Institut algérien de normalisation
ISO	Organisation internationale de normalisation
JORA	Journal officiel de la République algérienne
kg	Kilogramme
Mg	Milligramme
NaOH	Hydroxyde de sodium
pH	Potentiel de l'hydrogène
us/cm	Microsiemens par centimètre
VRBL	Gélose au lactose à la bile rouge violette

Liste des figures :

Figure 01 : Diagramme schématique du palmier dattier.....	4
Figure 02 : La production de dattes dans le monde.....	5
Figure 03 : Datte entière (à gauche) et coupe longitudinale (à droite)	6
Figure 04 : stades de développement des dattes	7
Figure 05 : Schéma de transformation des dattes	11
Figure 06 : <i>Aspergillus flavus</i> en microscopie électronique.....	13
Figure 07 : Schéma d'un tonneau préparé pour l'acétification selon la méthode d'Orléans	19
Figure 08 : Méthode de générateur	19
Figure 09 : Schéma de l'acétification à biomasse fixée sur des copeaux de hêtre	20
Figure 10 : Photographies montrant la variété de datte	25
Figure 11 : Schéma résumant les différentes étapes de la préparation traditionnelle du sirop de dattes	27
Figure 12 : Protocole de fabrication du vinaigre par une double fermentation	28
Figure 13 : vinaigre de datte industriel	29
Figure 14 : vinaigre de datte traditionnelle.....	29
Figure 15 : les échantillons de sirop de datte.....	30
Figure 16 : pH mètre (<i>photo original</i> ,2024)	30
Figure 17 : Réfractomètre	31
Figure 18 : l'humidité	32
Figure 19 : pH de différents échantillons de vinaigre de datte	36
Figure 20 : résultats de la conductivité des différents échantillons.	37
Figure 21 : l'acidité totale des différents échantillons.	38
Figure 22 : le taux de sucre soluble des différents échantillons.	39
Figure 23 : le taux d'humidité des différents échantillons.....	40
Figure 24 : la matière sèche des différents échantillons.	41
Figure 25 : résultats de coliformes de vinaigre de datte.	43
Figure 26 : observation macroscopique d' <i>Aspergillus flavus</i>	43
Figure 27 : observation microscopique (X100).	44
Figure 28 : observation macroscopique et microscopique de levure.....	44

Figure 29 : flore aérobie mésophile totaux des échantillons de vinaigre de datte.	45
Figure 30 : le pH des différents échantillons de sirop de datte.	47
Figure 31 : le Conductivité des différents échantillons de sirop de datte.	48
Figure 32 : l'acidité totale des échantillons de sirop de datte.	49
Figure 33 : le taux de sucre soluble des échantillons de sirop.	50
Figure 34 : le taux d'humidité des échantillons de sirop de datte.	51
Figure 35 : taux de matière sèche des échantillons de sirop de datte	52
Figure 36 : Penicillium : A) observation Macroscopique observation ; B) observation Microscopique (×40).	55
Figure 37 : flore aérobie mésophile des échantillons de sirop de datte.	56

Liste des tableaux :

Tableau 01 : Teneur en sucres de quelques variétés algériennes	8
Tableau 02 : Teneur en vitamines pour 100 g de pulpe d'après	9
Tableau 03 : Critères microbiologiques applicables aux les dattes	14
Tableau 04 : microorganismes présents dans vinaigre de datte (traditionnelle et industrielle)	42
Tableau 05 : les germes et les microorganismes présent dans le sirop de datte	53

Annexes :

Annexe 1 : Milieu de culture.

Annexe 2 : les analyses statistiques (ANOVA).

Annexe 3 : Les appareils que nous avons utilisés pour réaliser l'analyse.

Nom et Prénom : BARKAT Fatima Zahra

Encadrante : ZAAMOUM Miyada

Co-promatrice : HOUICHER Aicha

Thème : Etude de quelques caractéristiques physicochimiques et microbiologiques de quelques produits dérivés des dattes.

Résumé :

L'Algérie est classée parmi les grands pays producteurs des dattes par 1247403.75 tonnes. Pour obtenir de nouveaux produits faciles à commercialiser, les dattes ont dû passer par des processus techniques indispensables en raison de leur production abondante. Ce travail examine les caractéristiques physicochimiques et microbiologiques des produits dérivés des dattes, à savoir le vinaigre et le sirop de datte. L'étude a été réalisée sur 5 échantillons de sirop et 5 échantillons de vinaigre (3 industriels et 2 traditionnelles). L'étude consiste à comparer deux méthodes de production de vinaigre et de sirop, une approche industrielle et une approche traditionnelle. Les résultats physico-chimiques indiquent le pH, la conductivité, l'acidité, la teneur en sucre soluble, la teneur en humidité et la teneur en matière sèche des échantillons. Le pH des échantillons de vinaigre variait de 2,24 à 3,2, tandis que les échantillons de sirop de dattes présentaient des valeurs de pH comprises entre 4,18 et 4,64. Les variations de l'acidité, allant de 8 à 15 g/l dans le sirop de dattes et avec la présence d'acide acétique dans le vinaigre, étaient influencées par les matières premières et les procédés de production. La teneur en sucre soluble dans le sirop de dattes variait entre 68 % et 75 %, en lien avec les techniques d'extraction. La teneur en humidité allait de 16,427 % à 30,243 %, affectant des attributs de qualité tels que le goût et la sécurité. Les résultats statistiques d'ANOVA (XLSTAT) est très hautement significative (<0.0001). Les analyses microbiologiques ont révélé une absence de coliformes dans les deux produits, bien que certains échantillons industriels aient montré la présence de moisissures tels que *pénicillium* dans vinaigre et *Aspergillus flavus* dans le sirop. Ces résultats soulignent l'importance cruciale de contrôler les paramètres physicochimiques et microbiologiques pour garantir la qualité et la sécurité du vinaigre et du sirop de dattes, essentiels pour répondre aux attentes des consommateurs. Les analyses statistiques ont confirmé des différences significatives dans les paramètres évalués, qui sont influencés par les conditions de production et de stockage.

Mots clés : dérivés des dattes, vinaigre, sirop de datte, taux d'humidité, pH, Analyse physico-chimiques, qualité.

العنوان : دراسة بعض الخصائص الفيزيوكيميائية و الميكروبيولوجية لبعض المنتجات المشتقة من التمر .

ملخص

تصنف الجزائر ضمن الدول الكبرى في إنتاج التمور بما يصل إلى 1247403.75 طن. للحصول على منتجات جديدة سهلة التسويق، كان لا بد من خضوع التمور لعمليات تقنية ضرورية بسبب وفرة إنتاجها. يتناول هذا العمل الخصائص الفيزيائية الكيميائية والميكروبيولوجية للمنتجات المشتقة من التمور، وهي خل التمر وشراب التمر. تمت الدراسة على 5 عينات من شراب التمر و 5 عينات من خل التمر (3 صناعية و 2 تقليدية). تمت المقارنة بين طريقتي إنتاج لخل التمر وشراب التمر، وهما الطريقة الصناعية والطريقة التقليدية. أظهرت النتائج الفيزيائية والكيميائية أن درجة الحموضة، والتوصيلية، والحموضة، ونسبة السكر الذائب، ونسبة الرطوبة، ونسبة المادة الصلبة تختلف بين العينات. كانت درجة الحموضة لعينات خل التمر تتراوح بين 2.24 و 3.2، في حين أن عينات شراب التمر كانت قيم درجة الحموضة بين 4.18 و 4.64. تم التأثير في التباينات في درجة الحموضة التي تتراوح بين 8 و 15 جرام/لتر في شراب التمر بوجود حمض الخليك في خل التمر والذي كان يتأثر بالمواد الخام وعمليات الإنتاج. كما تم تباين نسبة السكر الذائب في شراب التمر بين 68% و 75% وهذا يرتبط بتقنيات الاستخلاص. وكانت نسبة الرطوبة بين 16.427% و 30.243% مما أثر في سمات الجودة مثل الطعم والأمان. أظهرت النتائج الإحصائية لتحليل التباين (XLSTAT) ذات دلالة عالية جداً ($p < 0.0001$). أظهرت التحاليل الميكروبيولوجية عدم وجود القولونيات في المنتجين، على الرغم من أن بعض العينات الصناعية أظهرت وجود عفن *Penicillium* في خل التمر *Aspergillus flavus* في شراب التمر. تؤكد هذه النتائج أهمية مراقبة المعلمات الفيزيوكيميائية والميكروبيولوجية لضمان جودة وسلامة خل التمر وشراب التمر، والتي تعد أساسية لتلبية توقعات المستهلكين. أكدت التحليلات الإحصائية وجود فروقات معتبرة في العوامل المقيمة، المتأثرة بشروط الإنتاج والتخزين.

الكلمات الرئيسية: مشتقات التمور، خل التمر، شراب التمر، نسبة الرطوبة، درجة الحموضة، التحليل الفيزيوكيميائي، الجودة.

Full name: BARKAT Fatima Zahra

Directed by : ZAAMOUM Miyada
Co-promoter : HOUICHER Aicha

Theme: Study of some physicochemical and microbiological characteristics of some date-derived products.

Abstract

Algeria is ranked among the major countries in date production with 1,247,403.75 tonnes. To develop new products suitable for easy marketing, dates have undergone necessary technical processes due to their abundant production. This study examines the physicochemical and microbiological characteristics of date-derived products, specifically date vinegar and date syrup. The study involved 5 samples of syrup and 5 samples of vinegar (3 industrial and 2 traditional), comparing two production methods: industrial and traditional approaches. Physicochemical results indicate pH, conductivity, acidity, soluble sugar content, moisture content, and dry matter content. pH values for vinegar samples ranged from 2.24 to 3.2, while date syrup samples showed pH values between 4.18 and 4.64. Variations in acidity ranged from 8 to 15 g/l in date syrup, influenced by raw materials and production processes, with acetic acid presence in vinegar. Soluble sugar content in date syrup varied between 68% and 75%, correlating with extraction techniques. Moisture content ranged from 16.427% to 30.243%, affecting quality attributes such as taste and safety. The statistical results of ANOVA (XLSTAT) are very highly significant (<0.0001). Microbiological analyses revealed absence of coliforms in both products, though some industrial samples showed presence of molds and *Penicillium* in vinegar and *Aspergillus flavus* in syrup. These findings underscore the crucial importance of controlling physicochemical and microbiological parameters to ensure quality and safety of date vinegar and syrup, essential to meet consumer expectations. Statistical analyses confirmed significant differences in evaluated parameters, reflecting diversity arising from production and storage conditions.

Keywords : Date-derived products, vinegar, date syrup, moisture content, pH, physicochemical analysis, quality.

Table des matières :

الهـاء

Remerciements

Liste des figures :

Résumé :

Table des matières :

Introduction.....	1
--------------------------	----------

Partie bibliographique

Chapitre I :Palmier Dattier

1. Palmier dattier :	3
1.1. Généralités :	3
1.1.1. Importance économique	5
2. Les dattes.....	6
2.1. Description de datte.....	6
2.2. Stades d'évolution.....	7
2.3. Composition biochimique des dattes.....	8
2.4. Classification des dattes	10
2.5. Valeurs Nutritionnelles et thérapeutique	11
2.6. Transformation des dattes	11
2.7. Aspects microbiologiques des dattes et dérivées :	13
2.7.1. Microbiologie des dattes	13
2.7.2. Contrôles et normes microbiologiques.....	14

Chapitre II :Dérivées des dattes(Vinaigre et sirop de datte)

1. Vinaigre :	17
1.1. Compostions du vinaigre.....	17
1.2. Principe	17
1.2.1. Fermentation alcoolique.....	17
1.2.2. Fermentation acétique	17
1.3. Différents types de vinaigre :	18
1.4. Production du vinaigre	18
1.4.1. Méthode d'orléans.....	18
1.4.2. La Méthode de générateur.....	19
1.4.3. Procédé de Shützenbach.....	20
2. Sirop de dattes « Robb »	20

2.1.	Généralités :	20
2.2.	Valeur nutritionnelle.....	21
2.3.	Utilisation de sirop de datte.....	21
2.4.	Méthodes de fabrication de sirop	22
2.4.1.	Extraction par pressurage	22
2.4.2.	Procédé par trempage dans de l'eau, à basse température	22
2.4.3.	Extraction par trempage dans l'eau à haute température	22
2.4.4.	Procédé par diffusion	22
2.4.5.	Extraction avec enzymes (cellulase et pectinase).....	23

Chapitre III :Matériel et Méthodes

1.	Matériels :	25
1.1.	Matériel végétale :.....	25
1.2.	Matériel biologique :	25
2.	Méthodes :	26
2.1.	Extraction De sirop :	26
2.2.	Extraction du vinaigre traditionnel de la datte :	28
2.3.	Les Analyses effectués :	28
2.3.1.	Analyses physico-chimiques :.....	28
2.3.1.1.	Préparation des échantillons :.....	28
2.3.1.2.	Détermination de pH :	30
2.3.1.3.	Détermination de la conductivité :	31
2.3.1.4.	Détermination de l'acidité totale : (ISO 6091 :2010) :	31
2.3.1.5.	Détermination de T.S.S :	31
2.3.1.6.	Détermination de taux d'humidité :	32
2.3.2.	Analyse microbiologique :	33
2.3.2.1.	Préparation des dilutions décimales : (ISO 6887-1 :2017) :	33
2.3.2.2.	Détermination des coliformes totaux et fécaux (AFNOR 3M 01/02-09/89C) :	33
2.3.2.3.	Détermination de flore mésophile Aérobie totale :	33
2.3.2.4.	Détermination des levures et Moisissures (NF V08-059) :	34
2.3.3.	Analyse statistique :	34

Chapitre IV :Résultats et Discussion

1.	Vinaigre.....	36
1.1.	Résultats des analyses physico-chimiques :	36
a.	pH.....	36

b.	Conductivité	37
c.	L'acidité totale	38
d.	Taux de sucre soluble	39
e.	Taux d'humidité	40
f.	Teneur en matière sèche	41
1.2.	Résultats d'analyses microbiologiques :	42
2.	Sirop de datte	47
2.1.	Résultats des analyses physico-chimique.....	47
a.	pH.....	47
c.	L'acidité totale.....	49
d.	Le taux de sucre soluble.....	50
e.	Le taux d'humidité	51
f.	La matière sèche.....	52
2.2.	Les résultats d'analyse microbiologique :	53
Conclusion		57

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

La palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) est la plus importance culture des zones arides et semi-arides et constitue le moteur de l'économie agricoles des régions phéniciennes (*Djaferi et al., 2021*).

Les dattes sont les fruits du palmier dattier, dont la culture a des valeurs socio-économiques, culturelles et alimentaires importantes pour les habitants et les communautés mondiales. De nos jours, et en raison du changement climatique, de plus en plus de régions répondent aux conditions climatiques typiques de leur culture (étés longs et chauds, faibles précipitations et faible humidité relative), et donc, il se propage rapidement à d'autres régions du monde avec l'augmentation attendue correspondante de la production de dattes (*Barakat, 2023*).

La datte algérienne dispose d'une puissance pouvant défier d'autres dattes en provenance d'autres pays. La production, la consommation et l'exportation prennent un essor d'investissement particulier et marque un certain dynamisme (*Salah, 2021*). En 2022, l'Algérie est classée parmi les grands pays de producteurs des dattes par 1247403.75 tonnes (*FAOSTAT, 2023*).

La valorisation des dattes implique divers processus de transformation et de commercialisation qui augmentent la valeur ajoutée de ce produit agricole. Cela englobe non seulement la production de dattes fraîches de haute qualité, mais aussi leur transformation en une variété de produits dérivés tels que les sirops, les pâtes, les confitures, et les sucreries. Des innovations récentes ont également conduit à la création de produits novateurs comme la farine de dattes et les boissons à base de dattes (*Al-Farsi & Lee, 2008*).

Dans ce contexte, la technologie de transformation des dattes en Algérie, se limite à son conditionnement et à la production de pâtes, à partir de la variété molle (Ghars). Pourtant, un développement réfléchi de cette technologie, par une meilleure maîtrise des procédés peut être d'un grand apport quant à la recherche de nouveaux débouchés pour les variétés communes. Il devient impératif, pour la sauvegarde de cette biodiversité et par la même, pour la survie des populations de ces régions de recourir à des formulations aussi bien alimentaires que non alimentaires pouvant leur apporter une valeur ajoutée (*Bennahia & Kabdi, 2023*).

Cette étude a lieu pour examiner et analyser les propriétés physico-chimiques et microbiologiques des produits dérivés de dattes, tels que le vinaigre et le sirop.

Pour cela, notre travail est consacré à faire :

- ✓ Une production et extraction de sirop et vinaigre de dattes à partir deux variétés molles et sèches.
- ✓ Une évaluation de la qualité microbiologique des produits dérivés (sirop et vinaigre) en laboratoire et autre commercialisée.
- ✓ Des Analyses physico-chimiques des produites.

Partie bibliographique

Chapitre I :
Palmier Dattier

1. Palmier dattier :

1.1.Généralités :

Palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) appelé "arbre de vie" (*Alamari, 1995& Barklair, 2012*). est l'une des plantes les plus anciennes avec une histoire de 7000 ans (*Ashraf & Hamidi-Esfahani 2011*). *Phoenix dactylifera* est une espèce thermophile cultivées dans les régions arides et semi-arides (*Babahani & Eddoud, 2012*). Il appartient à la famille des *Arecaceae*, riche de plus de 200 genres et de plus de 2500 espèces (*El Hadrani, 2009*). Le palmier dattier est une espèce nécessitant un entretien considérable et des pratiques agricoles spécialisées (*Bouguedoura et al., 2015*).

Le système racinaire d'un palmier dattier est très développé. Les feuilles sont grandes, mesurant de 4 à 5 mètres de long sur 4 à 8 mètres de large, alternes, pennées, s'enroulant en spirale sur le tronc et s'imbriquant dans des rosettes terminales denses ou une couronne de 100 à 120 feuilles (**Figure 1**).

Les extrémités des feuilles sont pointues comme des aiguilles. Chaque feuille possède un bourgeon axillaire qui peut être végétatif, floral ou intermédiaire (**Figure 1**).

La pollinisation est généralement effectuée par le vent et la pollinisation artificielle des arbres pistillés en plaçant des portions coupées des épis floraux mâles sur l'inflorescence femelle réceptive est néanmoins généralement pratiquée et recommandée pour assurer une productivité élevée. Un palmier dattier pleinement productif peut soutenir jusqu'à 10 grappes, qui peuvent porter plus de 100kg de fruits (*El Hadrami, 2009*).

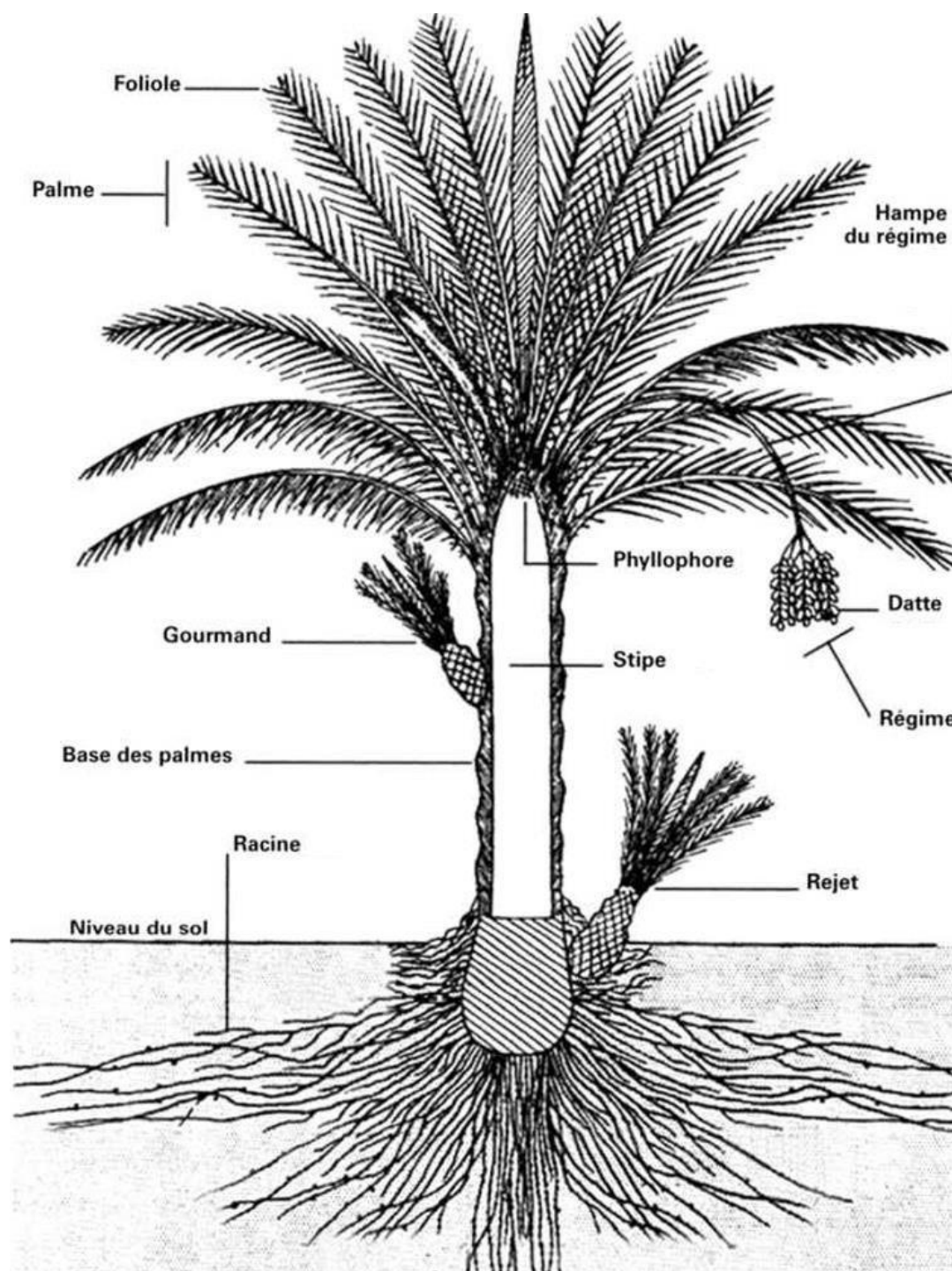


Figure 01 : Diagramme schématique du palmier dattier (Munier, 1973) (Ait-El-Mokhtar, 2020)

1.1.1. Importance économique :

- Dans le monde :

Les dattes jouent un rôle très important dans la vie économique et sociale des habitants de régions sahariennes (aride et semi-aride) (*Abbés et al., 2014*).

En 2022, selon les données de la FAO (**Figure 2**), l’Egypte était l’un des principaux producteurs de dattes de 1733432.48 tonnes et Arabi Saoudite en 2^{ème} position avec 1640731 tonnes.

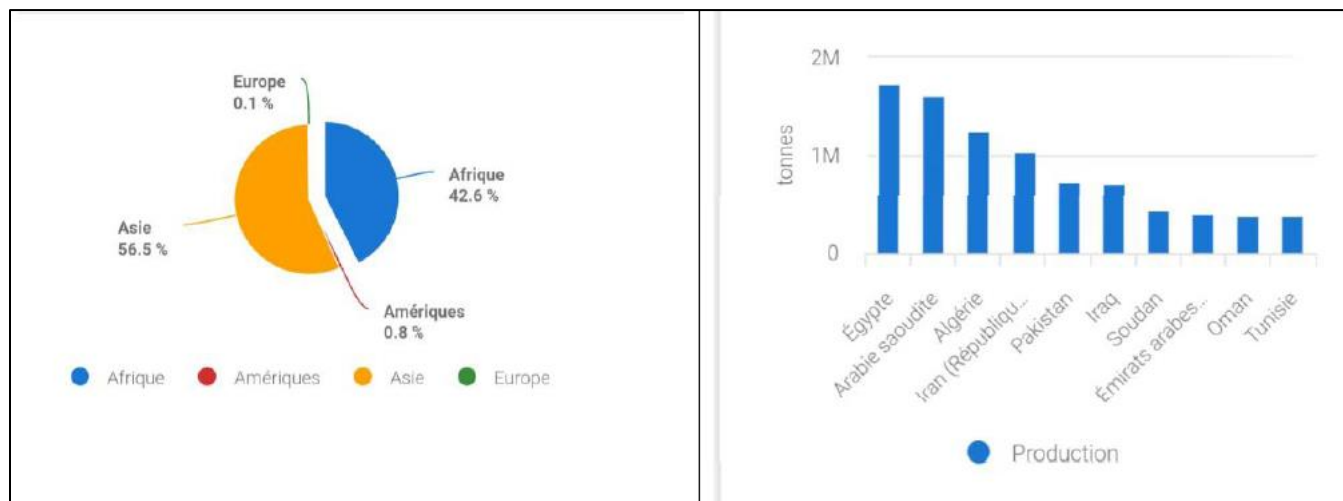


Figure 02 : La production de dattes dans le monde (*FAOSTAT, 2023*)

- En Algérie :

L’Algérie est le troisième producteur dans le monde en 2022 par 1247403.75 tonnes, elle a augmenté par rapport à l’année précédente (1188803 tonnes en 2021) (*FAOSTAT, 2023*).

La wilaya de Biskra est le plus grand producteur de dattes au niveau national, avec la majorité des palmeraies situées dans la région de Zibans (Touggourt, Foughala et Ourlal). On estime que cette région compte environ 4 286 354 palmiers dattiers, contribuant à une production totale de 364 703 quintaux de dattes dans la wilaya. La variété Deglet Nour représente une part importante de cette production, contribuant à hauteur de 421 635 quintaux, soit environ 65,63 % de la production totale de dattes dans la wilaya (*Salah, 2021*).

Les palmeraies en Algérie sont réparties dans les appuis des montagnes de l'Atlas (Ksour Ouled Nail, Aurès) et à l'est (Biskra, Oued rhir, oued Souf et le bassin de Ouargla), à l'ouest : le Saoura, le Touat (Adrar), Gourara (Timimoune), Reggan (Tidikelt), au centre : le M'zab (ghardaia), El-Goléa et Laghouat (*Bouguedoura et al., 2015*).

2. Les dattes

2.1. Description de datte :

La datte est constituée d'une partie charnue riche en sucre appelée mésocarpe, portée par un épicarpe fin (*El Houmaizi, 2002*).

La taille de la datte peut varier considérablement : de 2 à 8 cm de longueur et un poids de 2 à 8 g selon les variétés (Figure 3). Leur couleur peut aller du blanc jaunâtre au noir, en passant par les tons ambrés, rouges et brunes, plus ou moins foncés (*Djebri, 1994*) (*Misbah et al., 2022*).

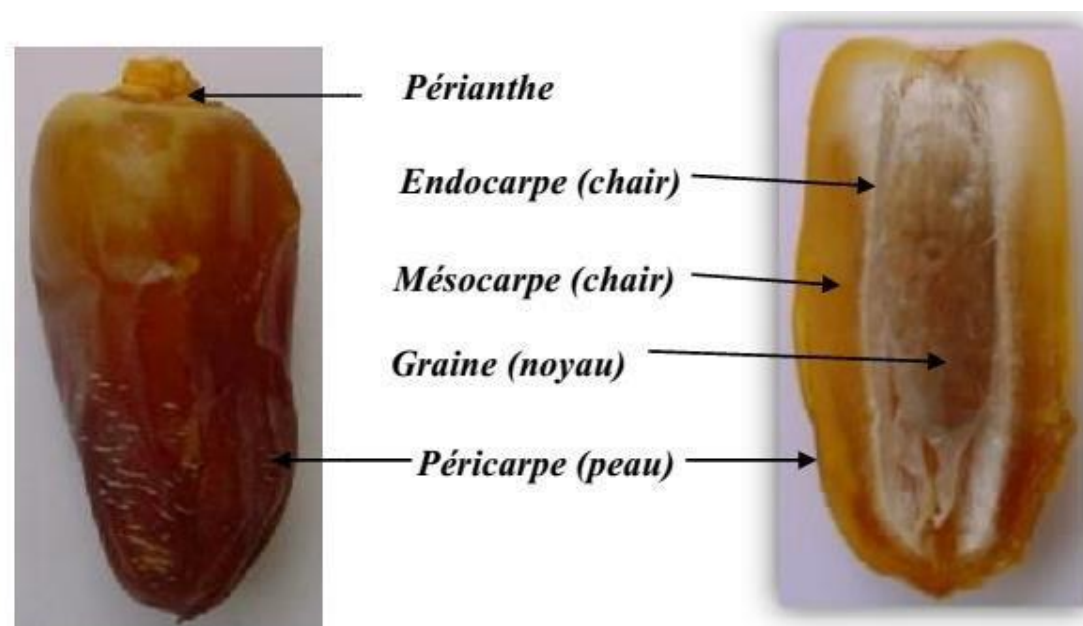


Figure 03 ; Datte entière (à gauche) et coupe longitudinale (à droite) (*Boulal, 2017*).

2.2.Stades d'évolution :

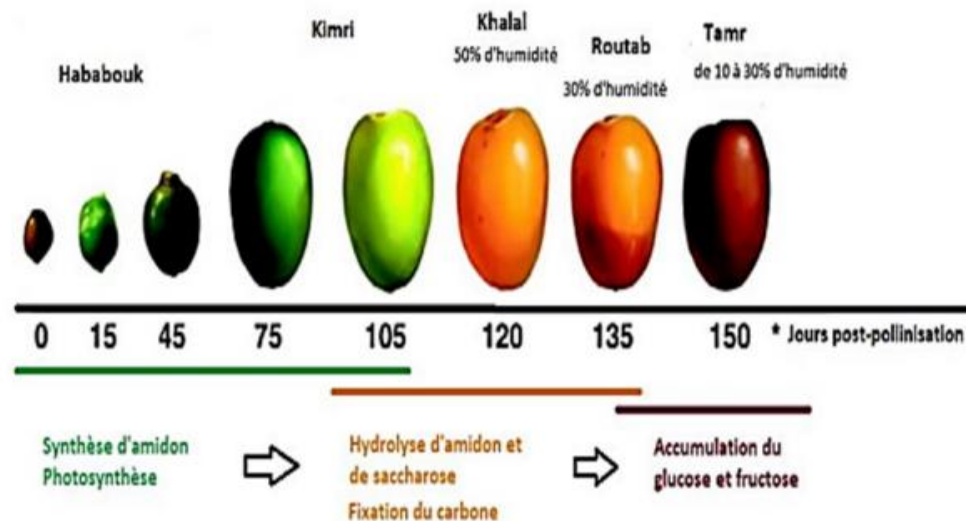


Figure 04 ; stades de développement des dattes (Misbah et al.,2022)

D'après la figure 4, le développement des dattes passe par 5 :

- A. Habbouk** : Après la pollinisation, le fruit a une forme ronde et une couleur crème blanche. C'est une étape assez lente qui se prolonge pendant 4 à 5 semaines.
- B. Kimri** : cette phase se produit au cours des 17 premières semaines après la pollinisation. À ce moment-là, le fruit est jeune allongé, de couleur verte et une texture dure. Ce stade est caractérisé par :
 - ❖ Une augmentation de taille et de poids.
 - ❖ Une concentration élevée de tanins.
 - ❖ Une augmentation du taux d'accumulation de sucres, acidité et humidité élevée.
- C. Khalal ou bisr** : le fruit a une couleur typique, rose violacé, rouge ou jaune selon les variétés cultivées avec une texture dure. Cette étape se poursuit pendant 3 à 5 semaines.
- D. Rutab** : il se caractérise par une couleur plus foncée (brun clair), moins astringent. Pendant cette étape, les dattes de certaines variétés conservent leur texture. C'est le début de maturation.

E. Tamer : à la fin du stade de maturation, Le fruit a une :

- ❖ Couleur brun foncé.
- ❖ Texture tendre, aspect ridé.
- ❖ Concentration élevée de sucre réducteur (*Ashraf & Hamidi-Esfahani, 2011*).

2.3.Composition biochimique des dattes :

La datte a une partie charnue (chair ou pulpe) et un noyau. C'est un fruit principalement énergétique. Environ cinq grammes de datte contiennent 4 à 5 fois plus de calories que la majorité des autres fruits (*Munier, 1973*).

- **Eau :**

Selon les variétés, le stade de maturation et le climat, la teneur en eau peut varier entre 8 et 30 % du poids de la chair fraîche, avec une moyenne d'environ 19% (*Matallah, 1970*).

- **Sucre :**

La datte contient principalement trois types de sucres : saccharose, fructose et glucose (*Estanove, 1990 ; Acourene & Tama, 1997*).

Selon le cultivar, la consistance et les stades de maturation, la teneur en glucides varie généralement (**table I**). En règle générale, les dattes molles se distinguent par leur teneur élevée en sucres réducteurs (glucose, fructose) tandis que les dattes sèches se démarquent par leur teneur élevée en saccharose (*Noui, 2001*).

Tableau 01 : Teneur en sucres de quelques variétés algériennes (<i>Belguedj, 2001</i>)			
Constituants par rapport à la matière sèche %	Datte molle (Ghars)	Datte demi-molle (Deglet-Nour)	Datte sèche (Mech-Degla)
Sucres totaux %	85.28	71.37	80.07
Sucres réducteurs %	80.68	22.81	20.00
Saccharose %	04.37	46.11	51.40

- **Protéines :**

Il existe une teneur en protéines comprise entre 1 et 3%. Ces protéines sont responsables du brunissement non enzymatique des dattes (réaction de Maillard).

Les acides aminés minoritaires de la datte sont représentés par la lysine (lys), l'arginine (Arg), le tryptophane (Trp), la valine (Val), la thréonine (Thr), l'alanine (Ala), la tyrosine (Tyr) et la leucine (Leu) , qui, bien que faiblement présents, sont indispensables au bon fonctionnement de l'organisme et confèrent aux protéines des dattes une valeur biologique remarquable (*Donald & Judith, 1998*).

- **Lipides :**

La teneur en matières grasses des dattes varie généralement de 0,5 % au stade du kimri à 0,1 % au stade de tamer (*Ashref, 2011*). Selon *Bousdira, 2007*, le noyau contient un pourcentage de matière grasse entre 7-11%.

- **Fibres :**

La datte contient principalement de la pectine, de la cellulose, de l'hémicellulose et de la lignine (*Benchabane, 1996*). La datte est une source importante de fibres et représente entre 8.1 et 12,7 % du poids sec (*Al-shahib & Marshall, 2002*)

- **Vitamines :**

Selon les types de dattes et leur leur provenance, la pulpe contient des vitamines en quantités variables (table II).

Tableau 02 : Teneur en vitamines pour 100 g de pulpe d'après (*Benchelah & Maka, 2008*).

Vitamines	Vitamine C	Thiamine(B1)	Riboflavine(B2)	Niacine(B3)	Acide pantothénique(B5)	Pyridoxine(B6)	Folates (B9)
Teneur moyenne pour 100g	2.00 mg	0.06mg	0.10mg	1.70 mg	0.80 mg	0.15 mg	28 mg

- **Les éléments minéraux**

La datte a une teneur élevée en éléments minéraux, tels que le potassium, le calcium, le magnésium, le phosphore, le fer, le cuivre, le zinc et le manganèse, ce qui indique une bonne valeur nutritive (*Harrah & Boujnah, 2012*).

- **Autres constituants**

Parmi les enzymes qui sont essentielles, on peut mentionner l'invertase, les polygalacturonases et pectinesterases, ainsi que les polyphénoloxydases (*Elbouzir et Elimam, 2006*).

2.4. Classification des dattes :

Selon *Estanove, (1990)*, les dattes sont classées en 3 catégories en fonction de leur importance économique :

- **Dattes nobles** : destinées à l'exportation et à la commercialisation à l'échelle nationale.
- **Dattes communes** : destinées à la consommation locale ou à l'alimentation du bétail.
- **Dattes non consommées** : représentent les cultivars de faible valeur marchande destinés à l'alimentation animale ou perdues.

Les dattes ont une consistance ou une texture différente selon les cultivars. En accord avec cette caractéristique, les dattes sont divisées en trois catégories (*Espiard, 2002*).

- **Les dattes molles** : taux d'humidité supérieur ou égal à 30%, elles sont à base de sucres invertis (fructose, glucose) tel que Ghars, Hamraia, Litima.....etc.
- **Les dattes demies molles** : de 20 à 30% d'humidité, elles occupent une position

Intermédiaire à l'exception de la Deglet-Nour.

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

2.5.Valeurs Nutritionnelles et thérapeutique :

Les graines de dattes sont des sources riches de fibres alimentaires et de composés antioxydants naturels qui pourraient potentiellement être utilisé comme un supplément de fibres et d'antioxydants dans les industries nutraceutiques, pharmaceutiques et médicales (*Al-Farsi & Lee, 2008*).

La consommation régulière de la datte est bénéfique pour la toux, le rhumatisme, la sensation brûlante, la néphropathie, la gastropathie, la bronchite (*Selvam, 2008*).

Les composés phénoliques et les flavonoïdes présents dans la datte sont efficaces pour inhiber les radicaux libres et protéger l'organisme contre les cancers et les maladies dégénératives (*Benmaddour, 2016*).

2.6.Transformation des dattes

La transformation des dattes se fait selon la figure 1.

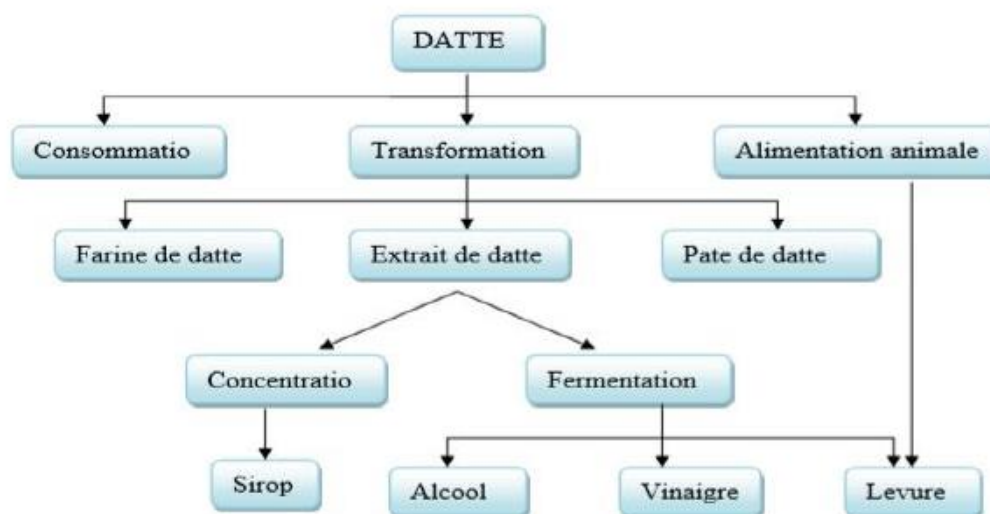


Figure 05 : Schéma de transformation des dattes (*Madani et Seddiki, 2018*)

- **Pâte de datte**

Les dattes molles ou ramollies par humidification sont généralement utilisées pour la fabrication de la pâte de dattes obtenue par tassement. Si l'humidité du produit est trop élevée,

il est envisageable d'ajouter de la pulpe de noix de coco ou de la farine d'amande douce pour obtenir une pâte qui est utilisée en biscuiterie et en pâtisserie (*Espirad, 2002*).

- **Sirop de datte**

Le sirop de datte, appelé « Rob AT-Tamr » au Dibs dans le monde arabe, est un produit sucré, foncé de couleur marron, extrait des dattes, et emblématique de la cuisine arabe (*Mimouni et Siboukeur, 2011*). Ils sont fabriqués avec des dattes saines, afin d'éviter tout goût de fermentation (*Chibane, 2008*).

- **Farine de datte**

Elle est élaborée à partir de dattes sèches ou susceptibles de le devenir après dessiccation. Grâce à son faible taux de sucre, cette farine est utilisée dans les biscuits, pâtisseries et aliments pour enfants (*Aït-ameur, 2001*).

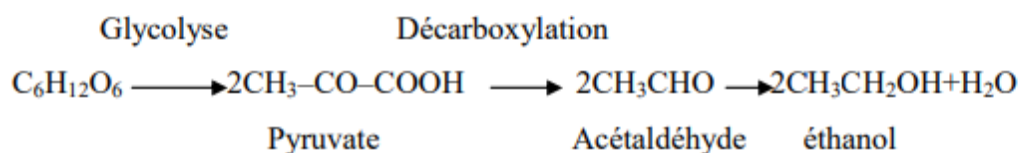
- **Sucre de datte**

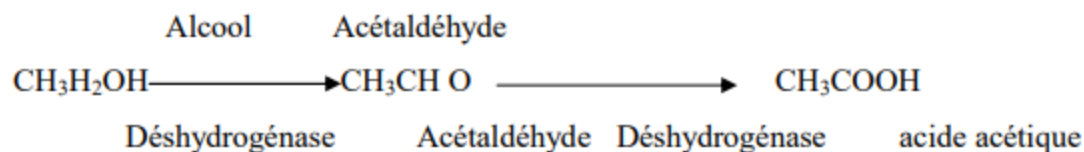
Les sirops de dattes sont concentrés et déshydratés pour donner naissance à ce produit, qui est une substance solide. Il a une couleur brune et une capacité sucrante supérieure à celle du glucose (*Chelghoum, 2012*).

- **Vinaigre de datte**

Les dattes sont utilisées pour produire de nombreux produits alimentaires, notamment le vinaigre (*Ould el hadj et al., 2001*). Les recherches menées par *Benamara et al, (2008)* et *Boukhiar, (2009)* ont démontré la faisabilité de fabriquer du vinaigre en utilisant du moût de dattes (variété sèche Mech Degla et Degla Beida).

Le principe est basé sur une double fermentation simultanée alcoolique et acétique par *Saccaromyces uvarum* ou *Saccaromyces cerevisiae* (*Bouaziz & Ould el hadj, 2010*).





- **Alcool**

Les dattes constituent un substrat de choix pour la production de l'alcool éthylique (*Ould el hadj et al, 2001*). Selon *Espiard, (2002)* La fermentation permet de produire entre 30 et 34 litres d'alcool pur pour 100kg de dattes.

2.7.Aspects microbiologiques des dattes et dérivées :

2.7.1. Microbiologie des dattes :

Les contaminants microbiens ont été isolés des fruits de dattes, y compris les levures, les moisissures, les bactéries lactiques et certains agents pathogènes potentiels comme *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Aspergillus flavus* (figure 6) et *parasiticus* (*Obajuluwa & Durowaiye, 2023*). Selon des études sur la numération microbienne totale, la production des mycotoxines se fait différents stades de maturation. Il a été trouvé que le nombre total est élevé au stade kimri et que les *Aspergillus aflatoxogènes* sont observé au

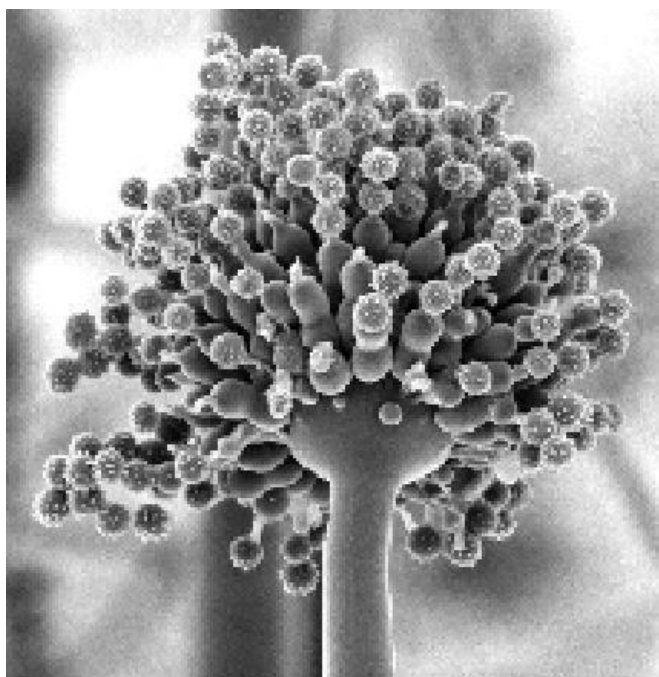


Figure 06 : *Aspergillus flavus* en microscopie électronique (*Georgievski et al.,2016*)

stade kimri. Au stade rutab, la numération microbienne augmente rapidement. Les bactéries lactiques ne sont observées qu'à ce stade, mais au stade de l'appriovissement, le nombre des bactéries diminue dans une large mesure et aucune aflatoxine et *Aspergillus aflatoxogène* ne sont vu (*Ashraf & Hamidi-Esfahani, 2011*).

2.7.2. Contrôles et normes microbiologiques :

Le tableau 03 montre les limites des micro-organismes au journal officiel 2017.

Tableau 03 : Critères microbiologiques applicables aux les dattes (<i>journal officiel, 2017</i>)					
Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (ufc/g)	
		N	c	m	M
Fruits secs (figues, dattes, pruneaux, raisins secs...)	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10	102
	<i>Moisissures</i>	5	2	102	103
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
N : nombre d'unités composant l'échantillon. c : nombre d'unités de l'échantillon donnant des valeur entre m et M . M : seuil limite au-delà duquel les résultats ne sont pas considérés satisfaisants sans que le produit soit dangereux. m : fixé par décret tous les résultats égaux ou inférieurs à m sont considérés comme satisfaisants.					

▪ Interprétation :

Les limites autorisées de microorganismes dans les dattes, telle que définie dans le journal officiel de 2017, est cruciale pour garantir la sécurité alimentaire et la qualité des produits exportés et consommés. Nous observons que :

Salmonella : Doit être absent dans 25g de dattes.

E. coli : Généralement, moins de 10 unités formant colonie (UFC) par gramme.

Levures et Moisissures : moins de 1000 UFC par gramme.

L'établissement de ces limites microbiologiques dans le journal officiel vise à :

- Protéger la santé des consommateurs en minimisant les risques d'intoxication alimentaire.
- Garantir que les dattes mises sur le marché respectent des normes de qualité rigoureuses.
- Maintenir la confiance des consommateurs et des partenaires commerciaux.

Chapitre II :

Dérivées des dattes

(Vinaigre et sirop de datte)

1. Vinaigre :

Le vinaigre est un condiment préparé en utilisant différentes sources sucrées et féculentes, qui subissent une fermentation alcoolique suivie d'une fermentation acétique. Son produit final est obtenu en convertissant l'alcool éthylique en acide acétique grâce à l'oxydation par des bactéries *Acetobacters* (*Siddeeg et al., 2019*).

1.1.Compositions du vinaigre

L'acide acétique est le principal composant du vinaigre. Les autres composants, comme l'acide tartrique, l'acide succinique et les matières azotées, sont issus de la matière première utilisée, des nutriments ajoutés au milieu réactionnel et de l'eau de dilution.

Toutefois, d'autres éléments se forment pendant la fermentation acétique, tels que l'acétate d'éthyle, qui participe à l'arôme du vinaigre (*Follma, 1983 cités par Benahmed, 2007*).

1.2.Principe

La fabrication du vinaigre est basée sur une double fermentation :

1.2.1. Fermentation alcoolique :

La première fermentation est une fermentation alcoolique et transforme les sucres ou les amidons transformés en éthanol. Ce processus est effectué par la levure, principalement de l'espèce *Saccharomyces cerevisiae* (*Mas, 2016*). Elle est principalement basée sur la transformation des sucres, essentiellement le glucose et le fructose, qui pénètrent dans la cellule de la levure par diffusion facilitée et subissent une phosphorylation aboutissant à la fin de la fermentation à l'alcool éthylique, mais aussi sur la production de différents composés qui accompagnent cette production d'alcool et jouant un rôle organoleptique majeur sur la qualité de produit (*Bourgeois et Leveau, 1991*).

1.2.2. Fermentation acétique :

La fermentation acétique est accompagnée d'une fermentation secondaire qui se combine pour produire la saveur et l'arôme typique; de petites quantités de substances volatiles se forment (p. ex., *éthane, acétaldéhyde, formiate d'éthyle, acétate d'éthyle, acétate d'isopentyle, butanol, méthylbutanol, butanone-3-hydroxi-2 ou acétylméthylcarbinol*), qui varient du vinaigre au vinaigre selon la matière de départ et qui, en raison de leurs

caractéristiques individuelles, produire des vinaigres avec une variété d'odeur, de goût, de couleur et d'autres propriétés. La fermentation est généralement arrêtée à un niveau minimal d'éthanol résiduel pour éviter la suroxydation, comme l'oxydation de l'acide acétique en eau et en CO₂ (*Plessi, 2003*).

1.3. Différents types de vinaigre :

Selon la classification originale, les vinaigres peuvent être des vinaigres de fruits (en particulier à partir de raisins, principalement appelé vin vinaigres), vinaigres de grains (provenant de plusieurs céréales, tels que les vinaigres de malt ou de riz), les vinaigres alcoolisés (principalement dérivés à partir d'alcool pur obtenu par distillation de différents sous-produits de l'industrie des boissons : raisin ou de fruits, maïs, etc.), ou même des vinaigres de produits d'origine animale (tels que miel ou sérum de lait) (*Mas, 2016*).

1.4. Production du vinaigre

La production de vinaigre va des fûts de bois traditionnels et des méthodes de culture en surface à la fermentation immergée de l'acétate (*Morales & coll., 2001*).

1.4.1. Méthode d'Orléans :

Le procédé d'Orléans (figure 7) est l'une des méthodes les plus anciennes et les plus connues pour la production de vinaigre. C'est un processus lent et continu, originaire de France (*Vidra & Németh, 2018*). La méthode d'Orléans était la seule utilisée pour produire du vinaigre de vin pur et était considérée comme la meilleure méthode pour produire du vinaigre de table de qualité supérieure. Dans ce processus, des fûts de bois ont été utilisés et remplis avec du liquide de fermentation alcoolique à environ $\frac{3}{4}$ plein, qui a été fourni avec des trous à l'extrémité du baril à quelques pouces au-dessus de la surface liquide. Les trous ont été laissés ouverts et couverts d'un écran fin (*Bhat, S et al., 2014*).

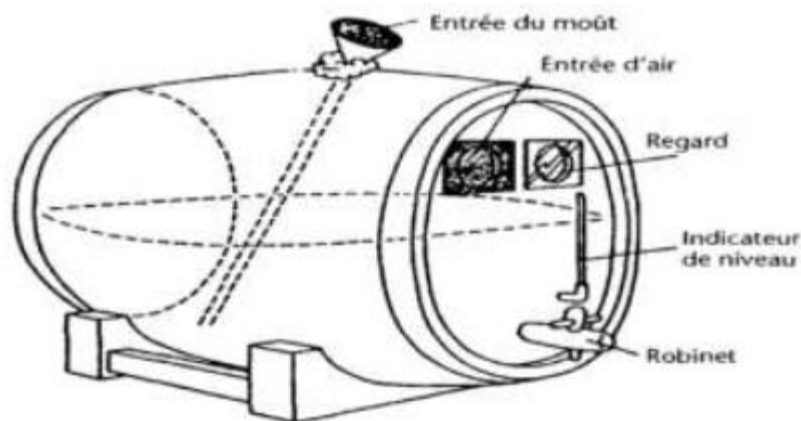


Figure 07 : Schéma d'un tonneau préparé pour l'acétification selon la méthode d'Orléans (*Bourgeois et Larpent, 1996*).

1.4.2. La Méthode de générateur :

Les procédés de génération (Figure 8), introduits pour la première fois en Allemagne, sont généralement utilisés depuis plus de 100 ans. Les réservoirs du générateur sont généralement en bois ou parfois en acier, sont équipés de serpentins de refroidissement et sont ventilés pour permettre à l'air de circuler (*Plessi, 2003*).

Cette méthode augmente le contact de surface d'acétification en utilisant des copeaux de bois comme matériau de support bactérien. Cette méthode utilise un générateur, qui est un réservoir vertical rempli de copeaux de bois de hêtre ou de tiges de raisin et équipé de dispositifs qui permettent à la solution alcoolique de couler à travers les copeaux (*Vidra & Németh, 2018*).

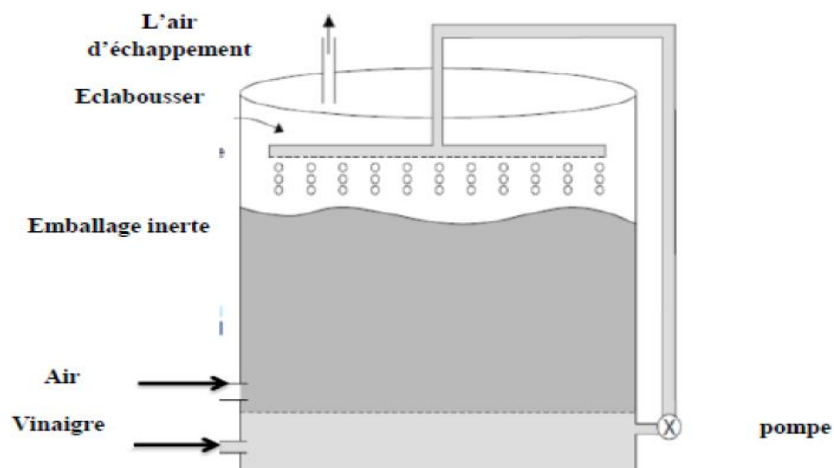


Figure 08 : Méthode de générateur (*Bourgeois et Larpent, 1996*).

1.4.3. Procédé de Shützenbach :

La culture submergée était la méthode de production la plus répandue, ce qui permettait d'améliorer les conditions générales de fermentation telles que l'aération, l'agitation, le chauffage, etc. Comme la culture du générateur était lente et coûteuse, les fermenteurs de culture submergée ont été largement utilisés à l'échelle industrielle. Dans ce processus, le moût est agité et aéré fréquemment et les fermenteurs sont équipés d'un échangeur de chaleur pour le maintien de la température optimale pendant le processus de fermentation (*Bhat et al., 2014*). (Figure 9).

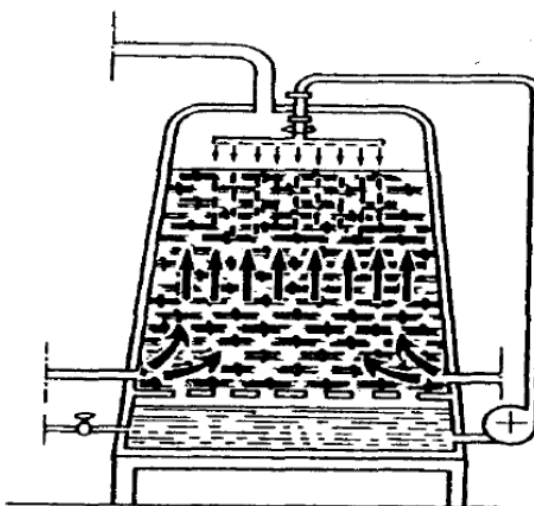


Figure 09 : Schéma de l'acétification à biomasse fixée sur des copeaux de hêtre (*Bourgeois et Larpent, 1996*).

2. Sirop de dattes « Robb »

2.1. Généralités :

Le sirop de dattes, une denrée alimentaire de certaines variétés de dattes locales connue localement comme « Rob AT-Tamr » (appellation impropre), ou « Dibs » dans le monde arabe (*Mimouni, 2015*).

Le sirop de dattes est un produit obtenu à partir d'un produit mûri avec une concentration solide d'environ 67 à 72 % composé de 95 % de sucre réducteur. Le sirop de dattes est un aliment très énergétique et riche en glucides, une bonne source de minéraux ; mais il contient également un mélange très complexe d'autres saccharides, d'acides aminés et organiques, de

polyphénols et de caroténoïdes. Les ingrédients du sirop de dattes dépendent du type de datte, mais généralement le sirop de dattes contient du fructose, du glucose, de l'humidité et une petite quantité de saccharose, des protéines, de la pectine et du calcium. Le sirop de dattes est utilisé dans la préparation de certains aliments traditionnels et industriels. C'est un édulcorant naturel qui constitue un ingrédient approprié pour être utilisé dans la formulation de produits alimentaires afin d'améliorer les propriétés nutritionnelles. Le sirop de datte est directement consommé ou utilisé comme ingrédient dans certaines formulations alimentaires telles que les produits de crème glacée, les boissons, les confiseries, les produits de boulangerie, les mélanges de pâte de sésame et de sirop de datte, la confiture et certains autres (*Gab-allah & Shehta, 2020*).

2.2.Valeur nutritionnelle

Le sirop de datte est un aliment à haute énergie riche en glucides, une bonne source de minéraux et de fibres solubles et insolubles, acide aminés et organiques ; mais il contient également un mélange très complexe d'autres polysaccharides, les polyphénols et les caroténoïde (*Fontaine et al., 2002*). Le sirop de datte est riche en vitamines de groupe B : Vitamine B3 (1.7mg), Vitamine B5 (0.8mg), vitamine B6 (0.15mg), vitamine B2 (0.10mg) (*EL arem et al., 2011*).

Le sirop de la datte est d'une grande importance dans l'effet thérapeutique du fer anémie de carence, due à sa richesse en fer et autres propriétés contribuent à la synthèse de l'hémoglobine (*Laiche, 2020*).

2.3.Utilisation de sirop de datte

Le sirop est utilisé dans les boissons, la confiserie, la boulangerie et la crème glacée comme un agent édulcorant et aromatisant. Le sirop de datte extrait avec le pectinase et de la cellulase. Il s'avère être un bon substitut du sucre dans la fabrication du pain, du gâteau, du biscuit, du caramel et des bonbons. Elle peut être décoloré en utilisant du carbone activé (*Ashraf & hamidi, 2013*).

Grace à son effet aromatisant, le sirop sert à améliorer la qualité des produits laitiers fermentés (*Abbes et al, 2015*). On bien consommé directement (*Mimouni, 2015*).

2.4.Méthodes de fabrication de sirop

2.4.1. Extraction par pressurage :

Le principe de ce processus est basé sur la méthode d’emballage. Habituellement, on le met dans un sac de toile, qui est un support souple pour stocker les dates.

Après le nettoyage et l’hydratation des dattes, le miel attire sous l’effet de la température, de l’humidité et du poids des fruits ; le rendement de ces derniers est très faible, variant entre 10 et 15 % du poids des dattes (*Mimouni, 2015*).

2.4.2. Procédé par trempage dans de l'eau, à basse température :

Les dattes sont mises à tremper dans de l'eau tiède pendant plusieurs heures. Après cela, on a filtré l'extrait pour éliminer les fibres et les noyaux, puis on l'a chauffé à nouveau sur un feu doux pour faire évaporer l'eau et augmenter sa concentration (*EL-Ogaidi, 2000*).

L’inconvénient de ce procédé est le sirop qui n’a pas toujours la même texture et la même concentration. En outre, il existe un risque de fermentation.

2.4.3. Extraction par trempage dans l’eau à haute température :

Le processus implique de chauffer à 90°C pendant 2 heures, puis de les mettre au réfrigérateur pour continuer l'extraction (*Bahramian et al., 2011*).

Le miel obtenu est de couleur brun foncé, avec un goût et une odeur de sucre brûlé en raison de l’utilisation de haute température (*Hassan, 2000*).

2.4.4. Procédé par diffusion :

Le procédé consiste à macérer des dattes dans de l'eau maintenue à 80°C pendant 24 heures. Ensuite, un tamisage est effectué pour séparer le sirop des dattes. Le filtrat obtenu est ensuite concentré pour atteindre un produit final avec un degré Brix compris entre 72 et 75°. Cette concentration se fait dans une étuve réglée à 60°C, ce qui permet de prévenir la déstabilisation des sucres, telle que la production de dérivés furfuraliques et la caramélisation (*Mimouni & Siboukeur, 2011*).

2.4.5. Extraction avec enzymes (cellulase et pectinase) :

Le procédé repose sur le trempage d'une pâte de dattes dans de l'eau, suivie d'une ébullition. Après filtration, la solution subit un traitement enzymatique à l'aide de cellulase et de pectinase pour la clarification (*Chikhrouhou et al, 2006 ; AL-Sharnoubi et al, 2014*)

Chapitre III :

Matériel et Méthodes

L'objectif de ce travail est de Comparer les caractéristiques physico-chimiques des échantillons industrielles et traditionnelle des sirop et vinaigre de datte.

1. Matériels :

1.1. Matériel végétale :

Les variétés de dattes retenues dans cette étude sont : **Mech-Degle** de BISKRA, **Ghars** de LAGHOUAT. (Figure 10). Nous avons choisi ces variétés parce qu'il est très disponible et moins chère.



Figure 10 : Photographies montrant la variété de datte Ghars(A), Mech-Degla(B).

1.2. Matériel biologique :

La datte contient naturellement des levures (saccharomyces) et des bactéries acétiques. Celles-ci entraînent une production d'éthanol qui est transformé en acide acétique (**OULD EL HADJ et al., 2001**).

2. Méthodes :

2.1.Extraction De sirop :

Les sirops de dattes (robb) sont préparés selon les pratiques traditionnelles dans des conditions hygiéniques à partir deux variétés de datte « Ghars » et « Mech-degla », selon la méthode décrite par *Houssni et al., (2022)* (Figure 11).

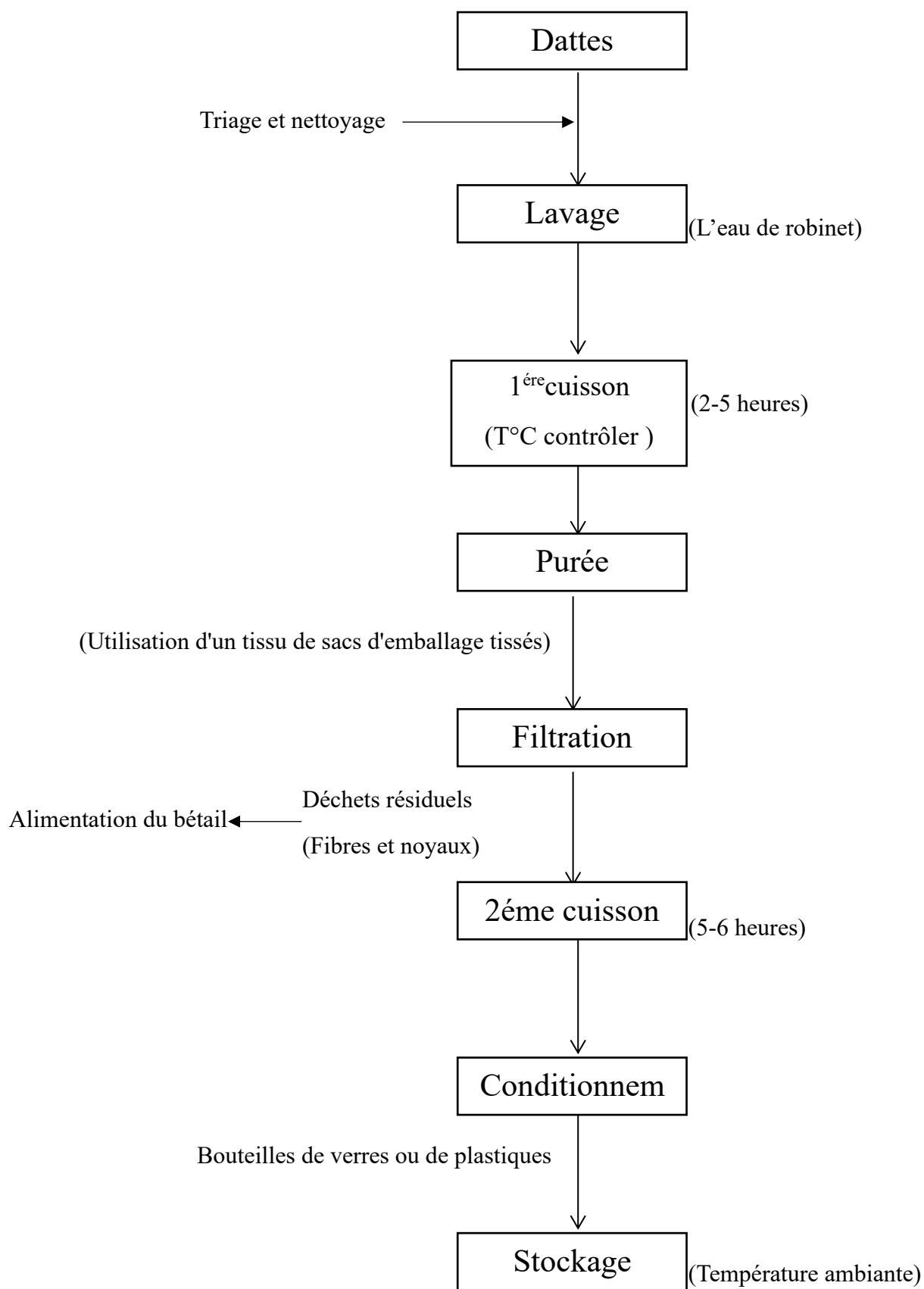


Figure 11 : Schéma résumant les différentes étapes de la préparation traditionnelle du sirop de dattes

2.2.Extraction du vinaigre traditionnel de la datte :

Les dattes **Mech-degla** et **Ghars** utilisées pour fabriquer du vinaigre traditionnel sont triées et lavées, puis ajoutées à 3 mesures d'eau minérale dans des bouteilles en plastique vides. On s'assure que les bouteilles sont bien couvertes et qu'elles restent à température ambiante pendant 40 jours.

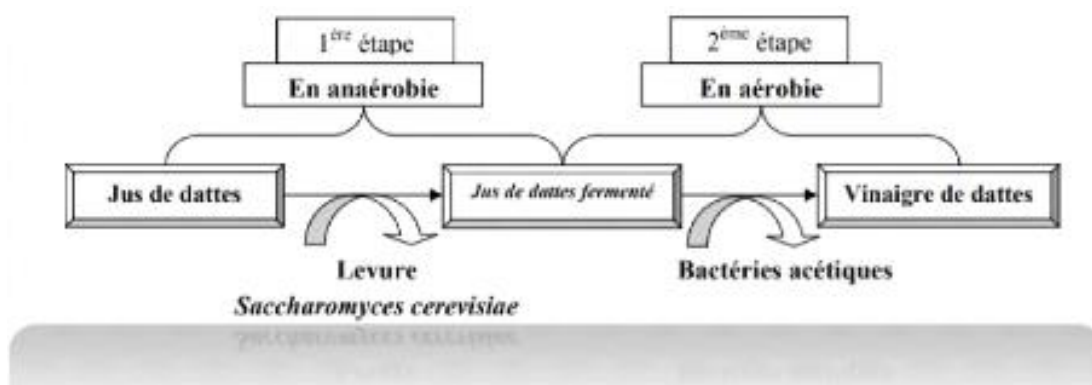


Figure 12 : Protocole de fabrication du vinaigre par une double fermentation
(*Boukhiar Aissa, 2009*)

Après 40 jours, le couvercle est retiré et filtrer pour éliminer les déchets de dattes. Le tout est conservé à la même température pendant 10 jours pour la fermentation acétique. Après cela, le produit est filtré. Il bout pendant 30 minutes avant d'être stocké dans de petites bouteilles bien fermées (*Djerfaf & Hadjadj, 2023*).

L'acidité titrable, le pH, le niveau de Brix et la conductivité, l'humidité sont les paramètres physico-chimiques qui sont déterminés.

Des tests microbiologiques (dénombrement des levures et des moisissures, FAMT et coliformes fécaux/totaux) ont été effectués pour les échantillons.

2.3.Les Analyses effectués :

2.3.1. Analyses physico-chimiques :

2.3.1.1.Préparation des échantillons :

Les échantillons de vinaigre de datte utilisés dans cette analyse sont :

- **Echantillon 01** : vinaigre de datte traditionnelle (variété Ghars).
- **Echantillon 02** : : vinaigre de datte traditionnelle (variété Mech-degla).
- **Echantillon 03** : Vinaigre industriel de la région de El-oued
- **Echantillon 04** : Vinaigre industriel de la région de Tizi Ouzou.
- **Echantillon 05** : Vinaigre industriel de la région de Biskra.



Figure 13 : vinaigre de datte industriel

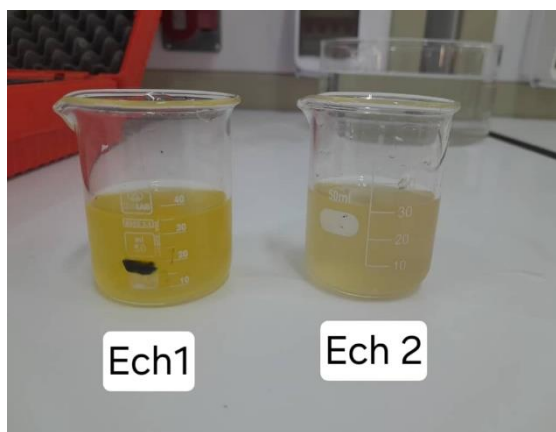


Figure 14 : vinaigre de datte traditionnelle

Pour le sirop de datte, On utilise les échantillons suivants :

- **Echantillon 01** : Sirop industriel de la région de Blida.
- **Echantillon 02** : sirop traditionnelle du datte ‘variété Mech-degla ‘
- **Echantillon 03** : Sirop industriel de la région de Illizi.
- **Echantillon 04** : sirop traditionnelle du datte ‘variété Ghars ‘

- **Echantillon 05** : Sirop industriel de la région de El Oued.



Figure 15 : les échantillons de sirop de datte

2.3.1.2. Détermination de pH :

On mesure directement les valeurs de pH pour toutes les solutions préparées, y compris Robb, le vinaigre à 20 °C, en utilisant une électrode de pH combinée. Les électrodes sont plongées dans des béchers contenant le produit à analyser, en accord avec la norme AFNOR. Une fois que le pH est stabilisé, la lecture est effectuée. Après chaque mesure de pH, il est recommandé de retirer l'électrode, de rincer avec de l'eau distillée et de sécher. (Figure16).on fait 3 répétitions de chaque échantillon.

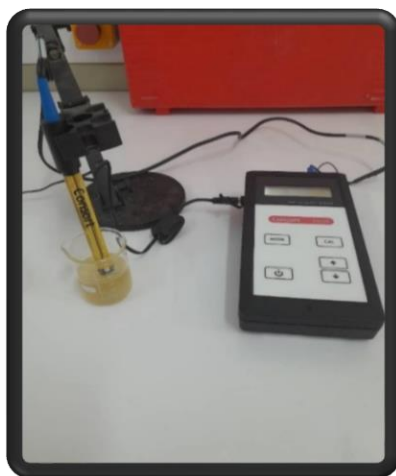


Figure 16 : pH mètre (*photo original ,2024*)

2.3.1.3.Détermination de la conductivité :

La conductivité électrique des vinaigres et celle des sirops exprimé la teneur du produit en matières minérales. Elle est exprimée en $\mu\text{s} / \text{cm}$. Elle varie en fonction de la température. Après rinçage de l'électrode à l'eau distillé, on prend la valeur de la température de la solution à analyser, puis on mesure la conductivité avec un conductimètre. (3 répétitions de chaque échantillon)

2.3.1.4.Détermination de l'acidité totale : (ISO 6091 :2010) :

Le titrage de l'acidité des sirops de dattes (Rob) se fait avec une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH 0,1 N) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré (*AFNOR, 1974*). (3 répétitions de chaque échantillon)

2.3.1.5.Détermination de T.S.S :

Le taux de solides solubles (T.S.S%) exprimé également en degré Brix, des sirops de dattes est déterminé à l'aide du réfractomètre à partir de l'indice de réfraction d'une solution d'essai à la température de 20°C (*Audigié et al., 1984*). (3 répétitions de chaque échantillon)



Figure 17 : Réfractomètre (*photo original, 2024*)

2.3.1.6.Détermination de taux d'humidité :

La teneur en eau est la quantité d'eau perdue par l'aliment lorsqu'on le place en équilibre avec une pression de vapeur nulle (*Frenot et vierling, 2001*). (3 répétitions de chaque échantillon)

- Peser, séparément 5g de l'échantillon (sirop de datte, vinaigre) dans des capsules propres.
 - Mettre ces capsules dans l'étuve à 105 °C jusqu'au poids constant.
 - Laisser refroidir les capsules avant la pesée dans un dessiccateur.
 - Répéter l'opération plusieurs fois jusqu'à l'obtention d'un poids constant.
- (*Doukani et Tabak, 2014*) (Figure 18)

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

Soit H% : Teneur en eau ou Humidité ;

M1 : La masse initiale en g « matière fraîche +capsule avant dessiccation ».

M2 : La masse finale en g « matière sèche +capsule après dessiccation ».

P : La masse de la prise d'essai.

La matière sèche :

La teneur en matière sèche est calculée selon la relation (**ISO1026 :1982(fr)**)

$$MS\% = 100 - H\%$$

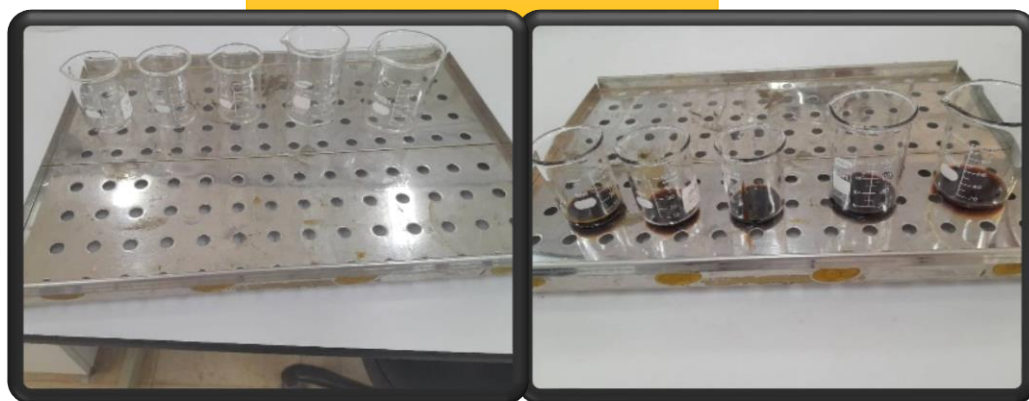


Figure 18 : l'humidité (*photo original ,2024*)

2.3.2. Analyse microbiologique :

L'analyse microbiologique est une méthode utilisée pour étudier et évaluer la présence, la composition et l'activité des micro-organismes dans un échantillon donné (vinaigre et sirop de datte). Elle vise à déterminer si ces micro-organismes sont présents en quantités acceptables ou s'ils représentent un risque pour la santé publique.

2.3.2.1. Préparation des dilutions décimales : (ISO 6887-1 :2017) :

On utilise la méthode de dilution en série. À l'aide d'une pipette stérile, ajouter 1 ml de l'échantillon à 9 ml d'eau physiologique stérile. Agiter cette dilution primaire pour obtenir une dilution 10⁻¹. À partir de cette dernière solution, une série de dilutions décimales sont effectuées jusqu'à 10⁻⁶.

2.3.2.2. Détermination des coliformes totaux et fécaux (AFNOR 3M 01/02-09/89C) :

La recherche et le recensement des coliformes totaux et des coliformes fécaux (*E. coli*) sont essentiels pour détecter une contamination fécale sur le produit. Les coliformes constituent l'ensemble des entérobactéries lactose-négative qui produisent du gaz. Leur habitat naturel inclut les tubes digestifs des mammifères.

Cependant, certaines espèces peuvent résister aux variations de l'environnement et, par conséquent, survivre en dehors de l'intestin (*Romain al, 2006*).

La recherche de coliformes dans nos échantillons se fait dans un milieu solide qui est l'agar-lactose de bile rouge violette (VRBL). C'est un milieu sélectif pour l'isolement et le dénombrement des coliformes. 1 ml de la dilution est inoculé à la surface de 10⁻¹, 10⁻³, 10⁻⁵ dilutions. Les boîtes sont incubées à 30 °C pour les coliformes totaux et à 44 °C pour les coliformes fécaux pendant 72h.

2.3.2.3. Détermination de flore mésophile Aérobie totale :

La flore mésophile Aérobie totale est constituée d'un ensemble de micro-organismes variés correspondant aux germes banals de contamination. Ces germes n'agissent pas sur l'aliment et n'ont de répercussion du point de vue qualitatif (altérations du produit) et hygiénique (santé du consommateur) qu'au-delà d'une certaine quantité (*Guiraud, 2004*).

Dans cette technique ,0.1ml de chaque dilutions (10^{-1} ; 10^{-3} ; 10^{-5}) est déposé à la surface d'un milieu Gélosé (Gélose Nutritif) coulé en boite de Petri et étalé à l'aide d'un râteau. L'incubation se fait 30 °C pendant 72h.

2.3.2.4.Détermination des levures et Moisissures (NF V08-059) :

Levures et moisissures constituent une bonne flore indicatrice de la qualité générale essentiellement pour des produits végétaux (*Guiraud, 2004*).

Le milieu de gélose Sabouraud utilisée pour ce travail, un volume de 0,1 ml est inoculé à la surface des plaques de Petri pour les dilutions 10^{-1} , 10^{-3} , 10^{-5} et 10^{-7} , les boîtes de Petri ont été incubées à 28°C pendant 5 jours.

2.3.3. Analyse statistique :

Une méthode d'analyse de la variance (ANOVA) a été utilisée pour comparer les moyennes. Toutes les analyses statistiques ont été effectuées en utilisant le XLSTAT 2024.

Chapitre IV :
Résultats et Discussion

1. Vinaigre

1.1. Résultats des analyses physico-chimiques :

a. pH :

La mesure de pH des différents échantillons de vinaigre donne les résultats suivants :

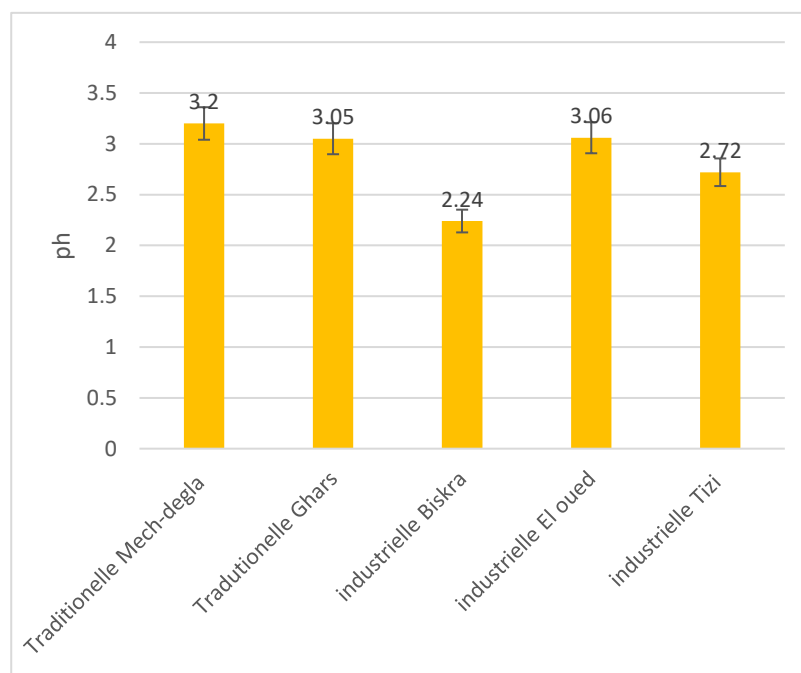


Figure 19 : pH de différents échantillons de vinaigre de datte

Tous les échantillons de vinaigre de dattes ont indiqué que la valeur du pH était la suivante : 3,2 de vinaigre traditionnelle Mech-degla ; 3,05 de traditionnelle Ghars ; 3,06 d'industrielle El-oued ; 2,72 d'industrielle Tizi Ouzou ; 2,24 d'industrielle Biskra.

Globalement, ces résultats sont proches des résultats présentés par *ould El Hadj et al., 2001*, qui indique que la valeur de pH de Harchaya est 3,25 ; Hchef de deglet 3,12 et 3,86 de Hamraya.

Le pH de vinaigre traditionnelle de Mech -degla comparant avec la valeur trouve par *Djilalia et al., 2012* (3,83-7).

Les analyses statistiques (Annexe) ont montré que la différence entre les valeurs est très hautement significative c'est-à-dire, il y a des différences entre les 5 échantillons. La

variation du pH dans le vinaigre de dattes est influencée par plusieurs facteurs liés à la matière première, aux conditions de fermentation et aux procédés de production.

Les mesures du pH nous donnent une information sur l'évolution de l'acidité du milieu en fonction du métabolisme des microorganismes acidophiles. Le milieu est fortement acide. Ce sont des milieux favorables pour les germes acidophiles (*Ould et hadj et al., 2001*).

b. Conductivité électrique :

Les résultats obtenus de la mesure de la conductivité sont donnés par la figure 20 :

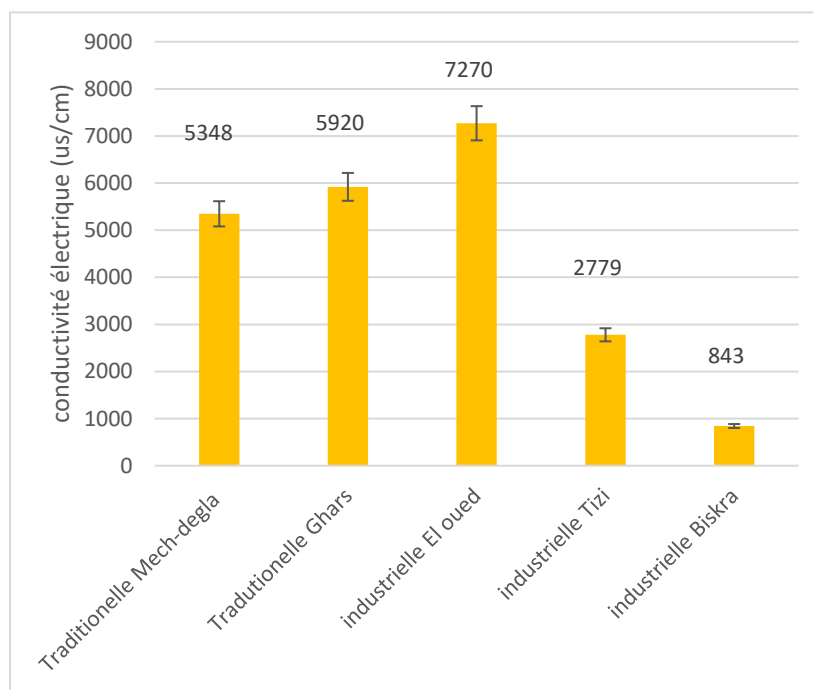


Figure 20 : résultats de la conductivité des différents échantillons.

Selon la figure 20, la conductivité varie d'un échantillon à l'autre où nous trouvons : 5920 de traditionnelle Ghars et 5348 traditionnelle Mech-degla 7270 et 2779, 843 respectivement d'industriel El oued et Tizi et Biskra.

Hamden et al., (2022) indique que le résultat de la conductivité est 5650 us/cm, ce résultat est très proche à notre résultat. Cela peut être dû à la matière première utilisé dans la production ou le processus de fermentation. (*Hamden et al., 2022*)

Les analyses statistiques (Annexe) ont montré que la différence entre les valeurs est très hautement significative. Ce résultat est Très différent où la valeur la plus élevée que nous trouvons à El oued, et la valeur la plus basse à Biskra, bien que les deux sont industriels, alors les valeurs obtenues peuvent être expliquées par la richesse de la matière première en éléments minéraux ainsi que l'eau utilisée (eau minéral) pour l'élaboration de nos vinaigres. (Sebihi, 1996)

c. L'acidité totale :

Les résultats de l'acidité de vinaigre sont représentés par la figure 21 :

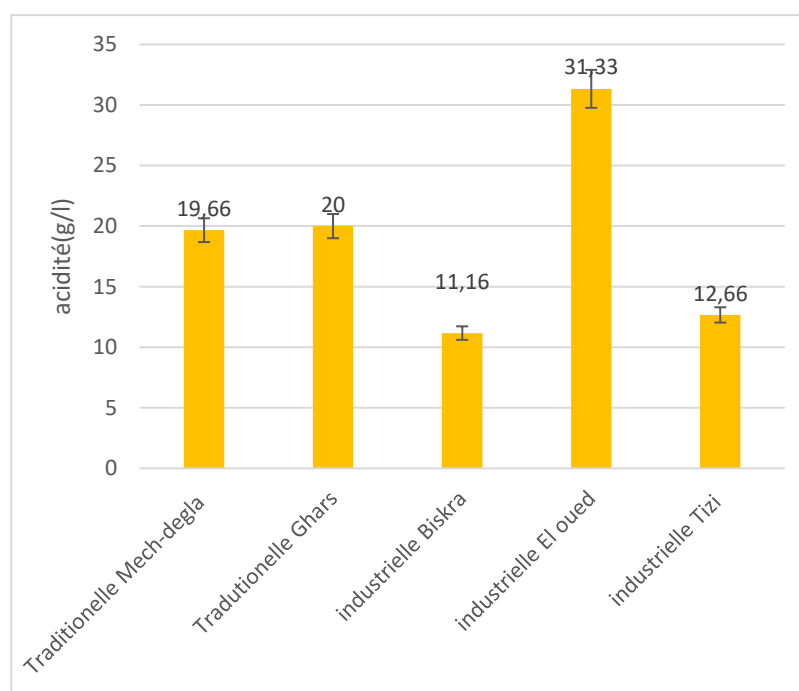


Figure 21 : l'acidité totale des différents échantillons.

L'acidité varie d'un échantillon à l'autre, la valeur la plus élevée est pour l'échantillon El oued avec 31.5 g/l, puis traditionnel Ghars avec 20 g/l, suivi du Mech-degla avec 19.67 g/l quant à Biskra et Tizi respectivement avec 11.17 g/l et 12.67 g/l, Comparés à ceux trouvés par *Ould El-Hadj et al. (2001)*, ils ont rapporté des teneurs en acide acétique de 25,94 et 30,38 g/l pour les vinaigres fabriqués à partir des variétés de dattes H'Chef Deglet Nour et Harchaya respectivement.

L'acidité du vinaigre est principalement due à la présence d'acide acétique et de petites quantités d'autres acides proviennent de matières premières ou sont générées par la fermentation. (**Benkhelifa, 2018**).

La fermentation dans le cas de la vinaigrerie traditionnel est un processus combiné en une fois. En même temps qu'il y a production d'alcool, la production d'acide acétique par oxydation de l'éthanol s'effectue. C'est une transformation en désordre où une multitude de microorganismes Intervient (**Benkhelifa, 2018**).

Les résultats d'analyse statistique indiquent que la différence entre les échantillons est très hautement significative (**<0.0001**). L'échantillon de Eloued est la valeur la plus élevée d'acidité totale donc plus élevée d'acide acétique.

d. Taux de sucre soluble :

Les résultats de taux de sucre soluble sont décrits dans la figure 22 :

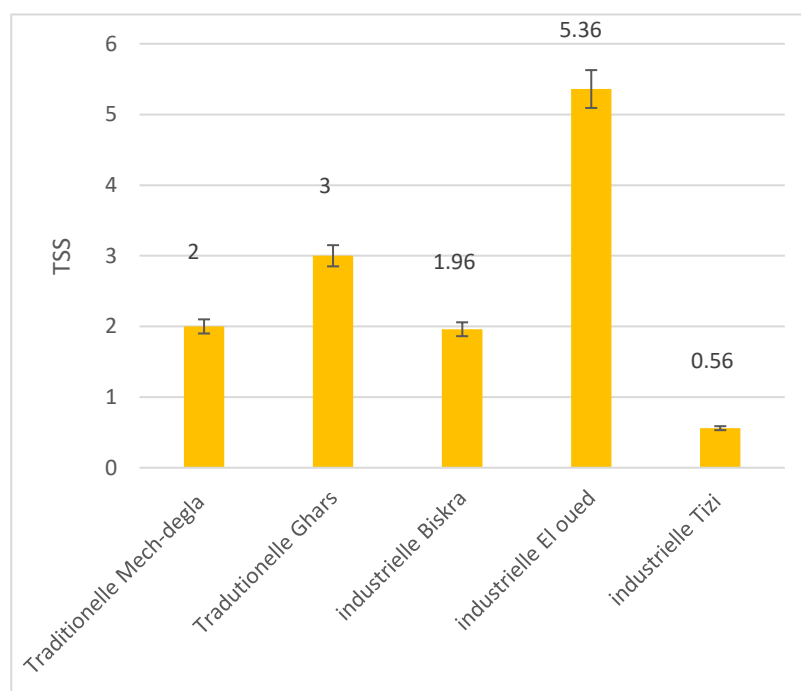


Figure 22 : le taux de sucre soluble des différents échantillons.

Le taux de sucre soluble est la concentration de sucres qui se dissolvent facilement dans l'eau, comme le glucose, le fructose et le saccharose. Ce terme est souvent utilisé en agroalimentaire pour évaluer la quantité de sucre présente dans un aliment ou une boisson.

Dans notre étude, on observe que le TSS est très faible par rapport les résultats de **sebihi,(1996)** (5à 10%) surtout de vinaigre industriel Tizi Ouzou (0.56%) puis industrielle Biskra (1.96%) et les autres : 2% de vinaigre traditionnelle Mech-degla ; 3% traditionnelle Ghars ; 6% vinaigre industrielle El oued.

Les résultats d'analyse (Annexe) statistique indiquent que la différence entre les échantillons est très hautement significative (**<0,0001**). Grâce à ces résultats, nous concluons que la majorité du sucre s'est transformée en alcool.

e. Taux d'humidité :

La figure suivante représente les résultats d'humidité dans les échantillons de vinaigre :

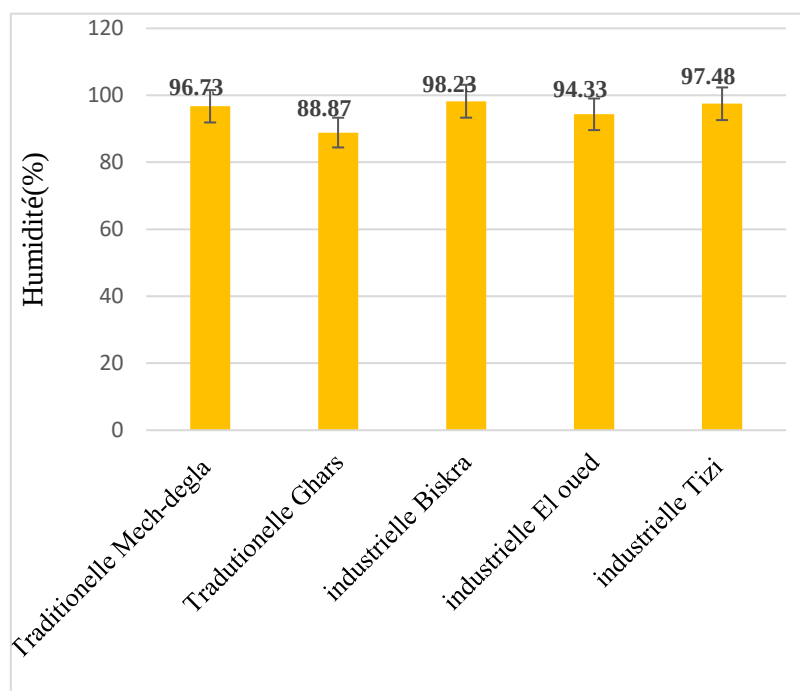


Figure 23 : le taux d'humidité des différents échantillons.

Le taux d'humidité dans le vinaigre traditionnelle Ghars 88.870% est le pourcentage le plus faible contrairement au le vinaigre industriel de Biskra qu'est la première par 98.237%

puis industriel de Tizi Ouzou 97.480%, traditionnelle Mech-degla 96.730%, industriel El oued 94.330%.

Selon ces résultats, nous observons que les échantillons ont une teneur en eau très élevée. Cela indique que le produit contient principalement de l'eau et des composants dissous.

Les résultats statistiques indiquent que la différence des taux d'humidité entre les échantillons est très hautement significative (<0.0001).

f. Teneur en matière sèche :

Les résultats de la teneur en matière sèche sont représentés dan figure 24

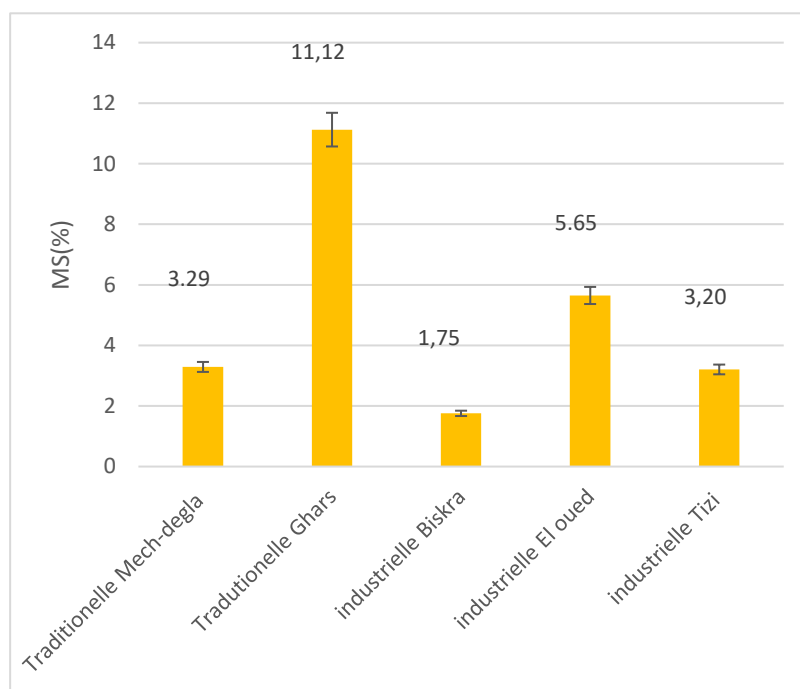


Figure 24 : la matière sèche des différents échantillons.

Les teneurs en matière sèche des échantillons sont variées entre 1.757% et 1.127%. Ces résultats sont cohérents avec les résultats trouvés par *Benkhelifa, (2018)*.

Ould el hadj et al., (2001) notent des teneurs de 6.59 ;10.0 et 11.26% pour le vinaigre traditionnel des dattes.

La texture du fruit semble en être responsable. Il semble que les compositions organiques et minérales diffusent plus facilement du fruit vers le moût dans le cas de la datte. Par

comparaison la teneur en matière sèche de vinaigre traditionnel Ghars e Mech-degla , on remarque que le vinaigre de Ghars plus élevée que le vinaigre Mech-degla . Donc la diffusion des composants est plus lente que celle des dattes dont la texture est moins dure(molles).(*Dahmani,2009*)

Les résultats statistiques indiquent que la différence de taux de matière sèche entre les 5 échantillons est très hautement significative (<0.0001).

1.2.Résultats d'analyses microbiologiques :

Dans le tableau suivant, on observe différents microorganismes présents dans vinaigre de datte (traditionnelle et industrielle) :

Tableau 04 : microorganismes présents dans vinaigre de datte (traditionnelle et industrielle)				
Micro-organismes cfu/ml	Coliforme fécaux	Coliforme totaux	Levure et moisissure	FAMT
Traditionnelle « Ghars »	Absence	Absence	33	<15
Traditionnelle « Mech-degla »	Absence	Absence	40	<15
Industrielle Biskra	Absence	Absence	88	$2.99 \cdot 10^4$
Industrielle El oued	Absence	Absence	39	$2.4 \cdot 10^4$
Industrielle Tizi	Absence	Absence	20	$1.18 \cdot 10^4$
Norme algériennes	10^6^*	10^3^*	<5000**	10^2^{**}

* journal officiel 2017

**NF ISO 4833-2008

- **Coliformes fécaux/totaux :**

La présence de coliformes dans les aliments indique une contamination fécale. Dans notre résultats l'absence de coliformes est un indicateur que les échantillons de vinaigre de bonne qualité. (Figure 25)

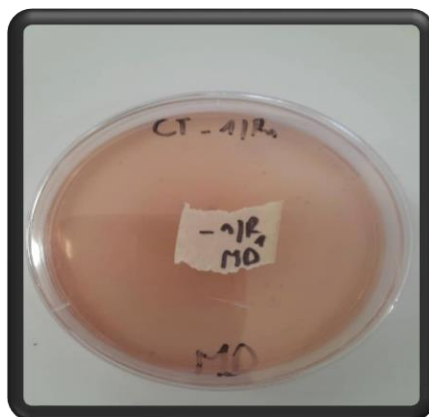


Figure 25 : résultats de coliformes de vinaigre de datte.

- **Levures et moisissures :**

Les deux vinaigres traditionnels ont montré une absence de moisissures et présence de levures , ces levures sont responsable de la fermentation comme : *Saccharomyces* (Figure 28) . Par contre les vinaigres industriels montrent une présence de moisissures au même temps présence de levure. La moisissure présente est *Aspergillus flavus* (Figure 26 ;27).

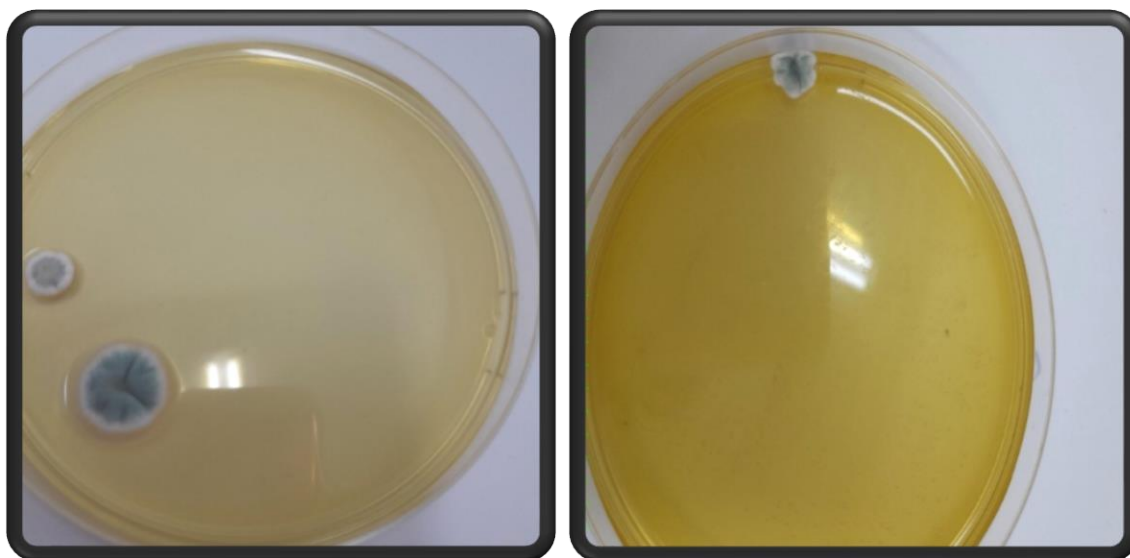


Figure 26 : observation macroscopique d'*Aspergillus flavus*

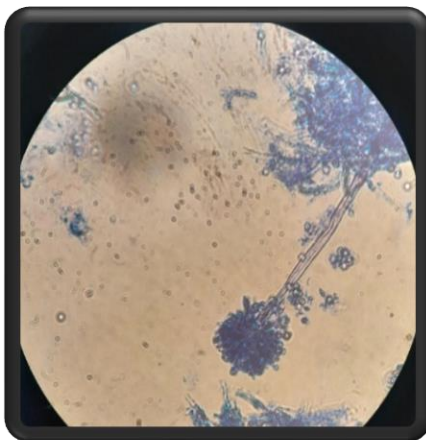


Figure 27 : observation microscopique (X100) d' *Aspergillus flavus*

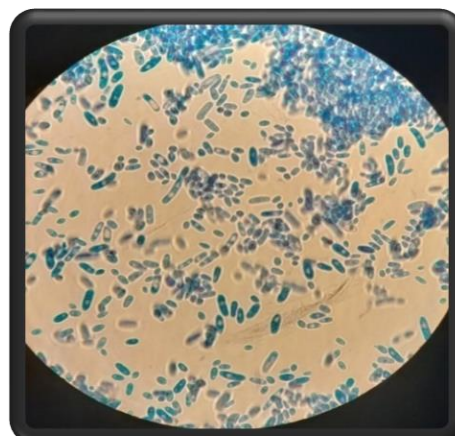
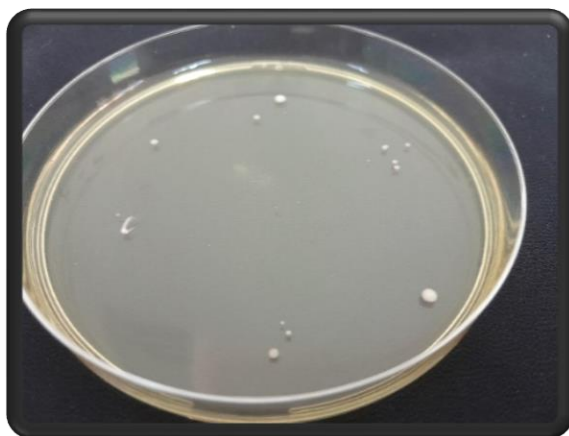


Figure 28 : observation macroscopique et microscopique de levure.

- **Flore aérobie mésophile totaux :**

La flore aérobie mésophile totale est un indicateur sanitaire qui permet d'évaluer le nombre UFC présents dans un produit. Selon le tableau 04, on observe que le FAMT dans le vinaigre traditionnel de Ghars est absent par contre dans le vinaigre de Mech-degla est présent mais en quantité <15 , dans le vinaigre industriel de Biskra et El oued et Tizi présent à un quantité plus élevée variant entre $1.18 \cdot 10^4$ et $2.99 \cdot 10^4$ UFC/ml.

De plus, on remarque aussi que le nombre des germes de la FAMT des échantillons industriels obtenu dépasse les valeurs indiquées par les normes algériennes (10^2 UFC/ml), cela confirme la qualité ne satisfaisante des types de sirop industrialisé.



Figure 29 : flore aérobie mésophile totaux des échantillons de vinaigre de datte.

La présence de FAMT dans le vinaigre industriel de datte peut être due à plusieurs facteurs :

- La qualité de matière première.
- Processus de fermentation

- Condition de stockage.
- L'hygiène des équipements.
- Contamination croisée.
- Qualité de l'eau.

Par contre ,l'absence de FAMT de notre produit indique que l'eau utilisée,le matière première sont des bonnes qualité ,en plus nous avons respecté les bonnes pratique d'hygiène.

2. Sirop de datte

2.1. Résultats des analyses physico-chimique

a. pH :

Les résultats de pH des différents échantillons de sirop de datte sont décrites dans la figure suivante :

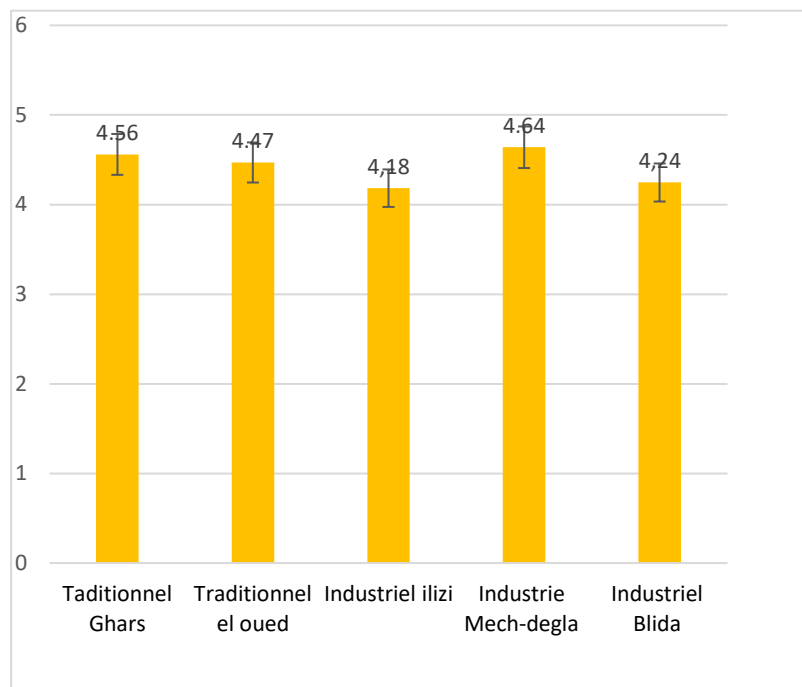


Figure 30 : le pH des différents échantillons de sirop de datte.

La figure indique les valeurs de pH de sirop de datte étudiée (deux traditionnels et trois industriels). Les valeurs mesurées présentent une légère différence de 4,56 et 4,64 des deux traditionnels Ghars et Mech-degla respectivement et les industriels avec 4,47 de El oued ;4,18 de Ilizi ;4,24 de Blida.

Farahnaky et al., (2016), décèlent que l'acidité de sirop de dattes est due à la présence des acides organiques dans les fruits de dattes ainsi que la quantité d'eau utilisée.

L'étude du pH est extrêmement importante dans l'industrie des sirops car le pH est un facteur déterminant pour les caractères organoleptiques de produit (*Madani et Seddiki, 2019*).

On remarque que :

- ❖ Le pH de sirop des échantillons est acide.
- ❖ Le résultat de sirop de variété Ghars est plus faible par rapport à ceux obtenus par **Benahmed, (2012)**, pour cette variété (pH 5.64).
- ❖ pH inférieures à 5.4 indiquent l'utilisation des dattes d'un mauvais caractère dans la transformation (**Elberkennou et Hafidi, 2015 Bessas A., 2008**).

Les analyses statistiques (Annexe) ont montré que la différence de pH entre les échantillons de sirop est très hautement significative (<0.0001), la meilleur valeur trouvée de l'échantillon traditionnel Mech-degla parce qu'il est très proche à 5 donc la qualité de datte est bonne.

b. Conductivité

La figure suivante indique les valeurs de la conductivité électrique de sirop des différents échantillons :

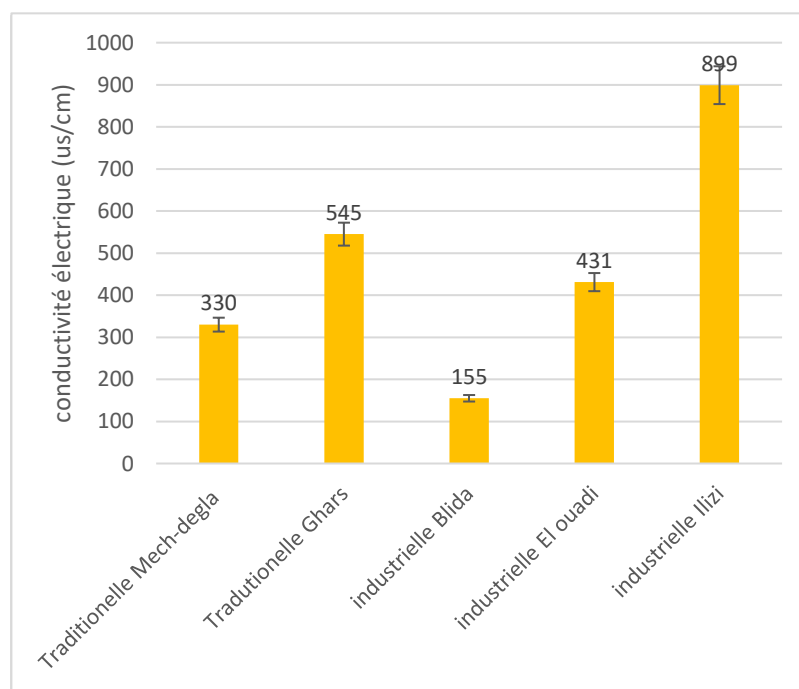


Figure 31 : le Conductivité des différents échantillons de sirop de datte.

La conductivité électrique de sirop de l'échantillons industriel de illizi est plus élevée (899 $\mu\text{S}/\text{cm}$) par rapport aux autres échantillons (figure31).

La conductivité électrique est liée à la teneur en matière ionisable dont la matière minérale en constitue l'essentiel. Elle dépend de la nature des ions dissous et leurs concentrations (*Mimouni, 2015*).

Les résultats d'analyse statistique (Annexe) ont montré que la différence entre les valeurs est très hautement significative ($<0,0001$) c'est-à-dire, il y a des différences entre les 5 échantillons.

c. L'acidité totale :

Les résultats d'acidité des échantillons de sirop de datte sont décrits dans la figure suivante :

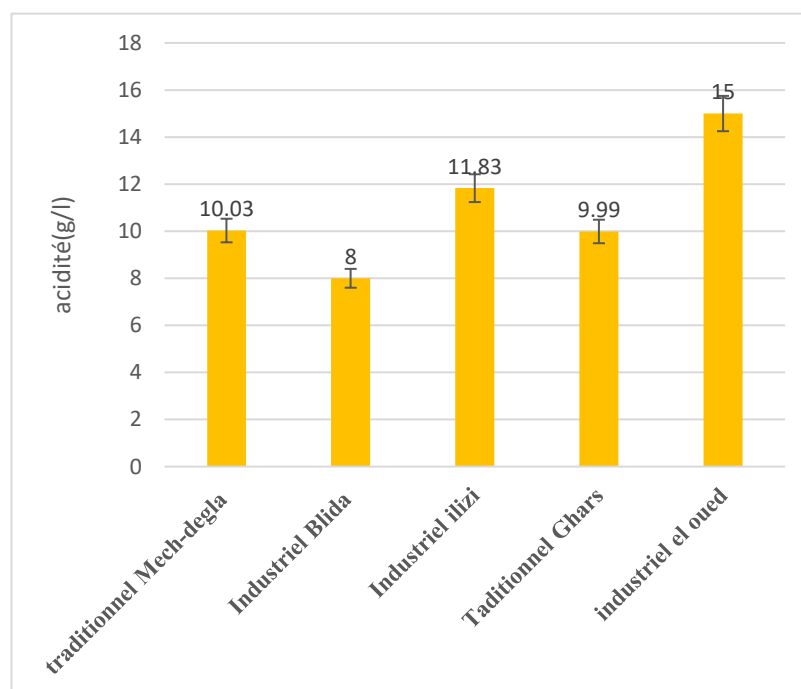


Figure 32 : l'acidité totale des échantillons de sirop de datte.

La figure 32 indique que la valeur la plus élevée se trouvait dans le sirop industriel el oued par 15 g/l. Tandis que la valeur la plus faible était dans le sirop industriel Blida, avec 8 g/l, D'après les résultats des *Hadjadj et Djerfaj (2023)*, le sirop traditionnel de Ghars est de 10.1g/l et le sirop de Balha de 9.6 g/l.

Les analyses statistiques ont montré que la différence entre les valeurs est très hautement significative entre les 5 échantillons. Les variations observées peuvent être dues à deux facteurs : la teneur en eau et la nature sucrée de la matière première (*Mimouni, 2015*).

d. Le taux de sucre soluble :

Les résultats de taux du sucre soluble des différents échantillons de sirop de datte décrites dans la figure suivante :

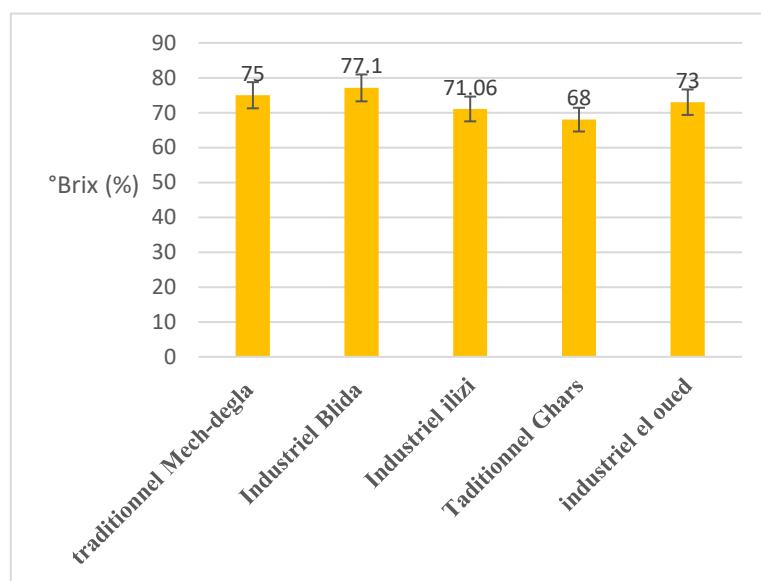


Figure 33 : le taux de sucre soluble des échantillons de sirop.

Les résultats de cette étude indiquent que le TSS se situe entre 68 et 75 %. D'après nos résultats, le taux de TSS le plus bas se situe à 68 % pour l'échantillon de sirop traditionnel Ghars. Ces résultats sont en accord à ceux mentionné par *Mimouni, (2015)*, qui signale un taux de 72.81% pour les variétés demi molle (deglet Nour) et 73.20% pour les variétés molle (Ghars) et *El-Nagga et Abd EL- Tawab, (2012)* (73.77%). D'après *Temagoutze, 2022*, le degré de brix de sirop Mech-degla était de 65,20.

Les analyses statistiques ont montré que la différence entre les valeurs est très hautement significative ($<0,0001$) c'est-à-dire, il y a des différences entre les 5 échantillons .la raison de ces différences peut être dû à :

- La concentration du sirop est liée à la teneur en solides solubles et dépend de la technique d'extraction utilisée (**Belguedj et al., 2015**)
- Le TSS semble suivre la teneur en eau (**Nagoudi, 2014**). La teneur élevée en solides solubles dans le sirop de datte est due à sa concentration élevée en sucres (**Ganbi, 2012**), donc la meilleure valeur est industriel Blida à 77.1%.

e. Le taux d'humidité :

Les résultats du taux d'humidité des différents échantillons de sirop de datte sont mentionnés dans la figure suivante :

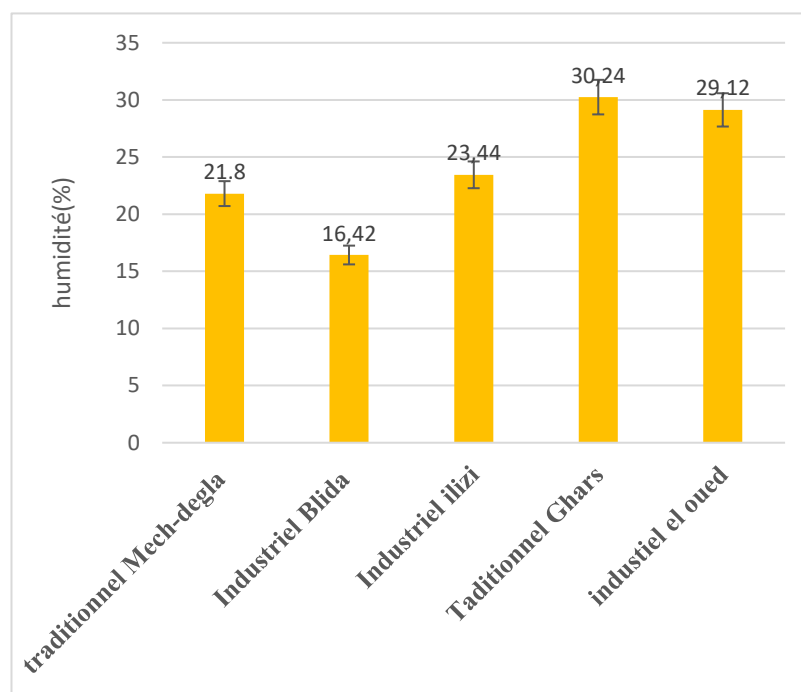


Figure 34 : le taux d'humidité des échantillons de sirop de datte.

Le taux d'humidité du sirop de datte est entre 16.427 et 30.243 %. On constate que la valeur la plus élevée est de traditionnel Ghars avec 30.243% et la faible valeur est de l'industriel Blida avec 16.427%.

Selon les normes de **FAO (2007)**, l'humidité requise pour la commercialisation des dattes en l'état serait égale à 26 %. le taux d'humidité des échantillons sont conforme aux normes sauf le sirop traditionnel Ghars et industriel d'El Oued .

Des teneurs de l'ordre de 16.76 % et 16.25% sont signalées par *Al-hooti et al., (2002)* pour les sirops de variétés Birhi et Safri respectivement. *EL-Naga et Abd EL-Tawab, (2012)*, révèlent que la teneur en eau en sirop de dattes est comprise entre 19.66 à 24.35%.

En effet, La teneur en eau de sirop peut être également dépendre de la consistance des variétés fraîches au stade Tmar, ou du lieu d'entreposage après récolte. (*Belimi et Reffas, 2016*). D'après *Belguedj et al., (2015)*, l'humidité du sirop de dattes est égale à 25%, ce caractère le protège des risques d'altérations microbiennes.

Les résultats d'analyse statistique ont montré que la différence entre les valeurs est très hautement significative ($<0,0001$) entre les 5 échantillons. Les variations des taux d'humidité sont dues probablement aux méthodes d'extraction, les conditions climatiques, de stockages et le type des variétés des dattes utilisées (*Mahtout et Saidani, 2017*).

f. La matière sèche :

Les résultats de taux de matière sèche des échantillons de sirop de datte sont montrés dans la figure suivante :

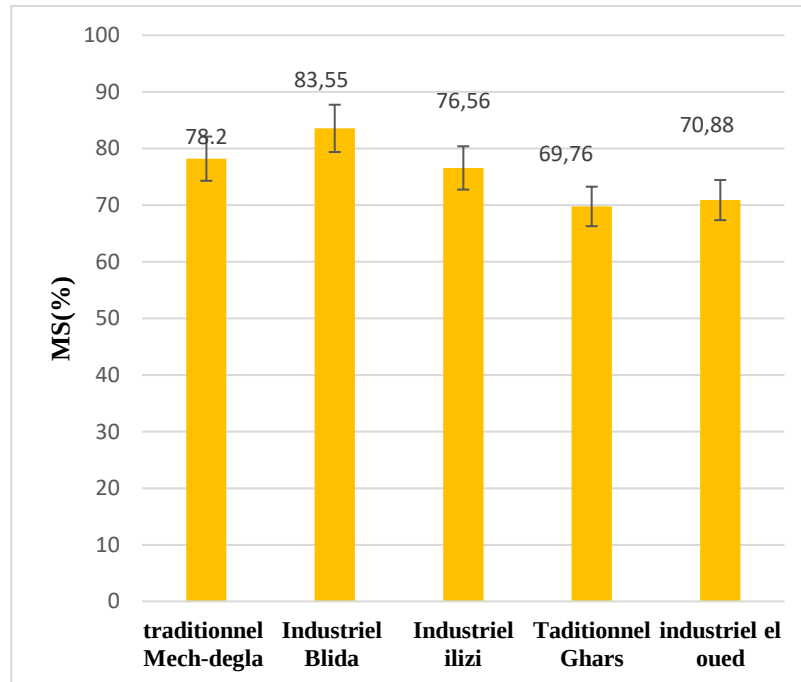


Figure 35 : taux de matière sèche des échantillons de sirop de datte

Le taux de matière sèche des sirop des 5 échantillons est : 78.20%; 83.557%; 76.563%; 69.763%; 70.887%. Le sirop traditionnel Mech-degla ; industriel Blida ; industriel ilizi ; traditionnel Ghars ; industriel el oued respectivement (Figure35).

Nos résultats obtenus sont proches de celles indiquées par **Siboukeur, (1997)** (59 à 75%) pour des dattes molles. Aussi, ils sont plus proches aux résultats de **Durand et Monsan (1982)**, qui sont comprises entre 71 et 80%. Les résultats obtenus sont supérieurs à ceux obtenus par **Raiesi-ardali et al., (2014)**, selon lesquels le taux de matière sèche du sirop de dattes serait égal à 72.1%.

Les résultats d'analyse statistique ont montré que la différence entre les valeurs est très hautement significative ($<0,0001$) entre les 5 échantillons. Les variations des taux de matière sèche liée avec la variété, la maturité des dattes (**Ali & Saleh, 2008**), Température de stockage et humidité relative influencent l'évaporation de l'eau et la concentration de matière sèche (**Abdelhafiz & Al-Abbasy, 2019**)

2.2.Les résultats d'analyse microbiologique :

Dans le tableau suivant, on observe les germes et les microorganismes présent dans le sirop de datte en comparaison avec les normes :

Tableau 05 : les germes et les microorganismes présent dans le sirop de datte			
<i>Micro-organismes</i> <i>cfu/ml</i>	<i>Coliformes totaux et</i> <i>Fécaux</i>	<i>Levures et moisissures</i>	<i>FAMT</i>
Traditionnel Ghars	Abs	Abs	<15
Traditionnel Mech-degla	Abs	Abs	<15
Industriel El oued	Abs	Abs	$6.1 \cdot 10^3$
Industriel Blida	Abs	26	<15
Industriel Ilizi	Abs	Abs	$1.8 \cdot 10^3$
Normes	$10^6/10^3^*$	$10^{3^{**}}$	$<10^{5^{**}}$

* journal officiel 2017

**NF ISO 4833-2008

- **Coliformes totaux et fécaux :**

Les résultats de l'analyse microbiologique obtenus indiquent aussi une absence totale des coliformes totaux et fécaux.

Il y a un taux de conformité de 100% pour ces germes absents. D'après **Guiraud (1998)**, il n'y a pas de réglementation indiquant le nombre maximal tolérable. Cependant, les organismes nationaux et internationaux de normalisation tels qu'AFNOR (10^3) exigent l'absence des germes pathogènes et de leurs toxines.

- **Levures et Moisissures :**

Nos résultats ont révélé des valeurs moins élevées qui ne dépassent pas les valeurs critiques relatives aux normes internationales (**NF ISO 4833-2008**) et Algérienne (10^3 UFC/g) (**J.O.R.A N° 39 du 02 Juillet, 2017**).

La présence de **Penicillium** dans le sirop de datte est un indicateur de problèmes potentiels de qualité et de sécurité alimentaire. Elle peut entraîner une détérioration du produit, la production de mycotoxines nocives, une réduction de la durée de conservation et indiquer des pratiques de fabrication et de stockage inadéquates. Il faut donc adopter des mesures préventives et correctives appropriées est crucial pour assurer la qualité et la sécurité du sirop de datte. (**Bourgeois, C. M., & Mafrit, P., 1991**)

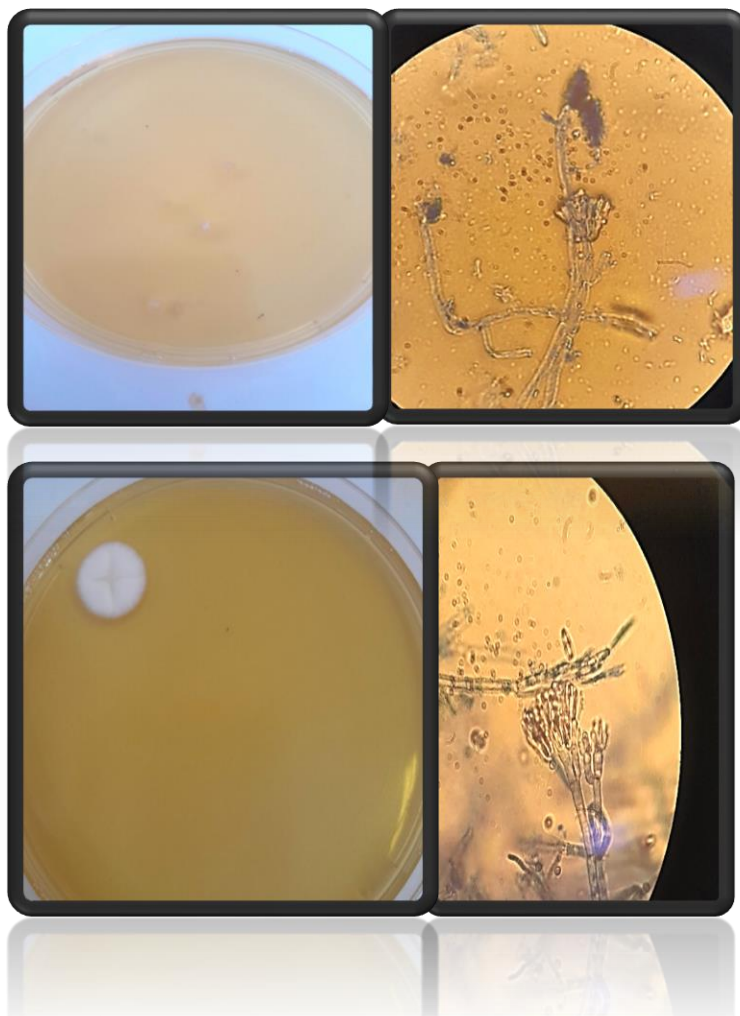


Figure 36 : Penicillium : A) observation Macroscopique observation ; B) observation Microscopique ($\times 40$)

- **Flore aérobie mésophile :**

Le tableau n°5 représente les résultats du dénombrement de la FAMT. Les résultats sont exprimés en UFC/ml.

On a noté une charge bactérienne de $(6,1.10^3 \text{ UFC/ml})$ pour l'échantillon industriel de El oued, cette dernière est très proche de la valeur que nous avons trouvé pour l'échantillon industriel Ilizi $(1,8.10^3 \text{ UFC/ml})$. Nous avons remarqué également l'absence ou bien la faible présence de ces germes (<15) pour les trois autres échantillons.

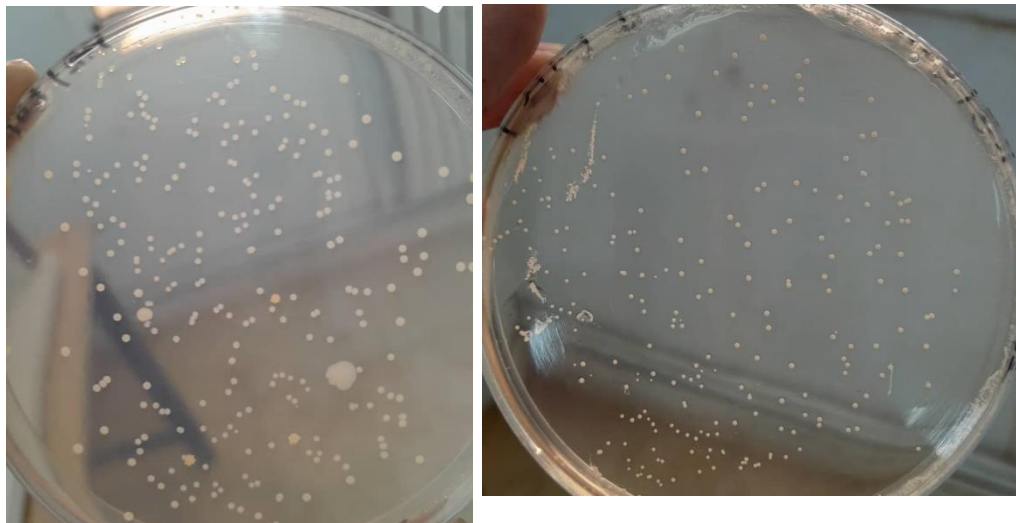


Figure 37 : flore aérobie mésophile des échantillons de sirop de datte.

Conclusion

Conclusion :

La valorisation des dattes par des procédés biotechnologiques, et leur transformation en sirop ou vinaigre en l'occurrence, peut contribuer à sauvegarder la biodiversité et donc à préserver le patrimoine phoenicicole saharien.

Dans ce travail, nous avons choisi deux variétés de consistance différents demi-molles et sec (Ghars et Mech-degla).

L'analyse physicochimique a permis d'obtenir des informations précieuses sur la composition, les caractéristiques sensorielles et la qualité globale des produits obtenus à partir de la dattes. Nous avons examiné attentivement le pH, le TSS, la conductivité électrique et l'acidité titrable, humidité et matière sèche, ce qui a permis une meilleure compréhension des caractéristiques et des variations du produit.

Les analyses de vinaigre ont montré une forte similitude entre certains vinaigre industriel (El oued) et les normes par rapport au vinaigre traditionnel.

Tous les critères physico-chimiques et microbiologiques étudiés ont révélé que les sirops traditionnels étaient de meilleure qualité. Les résultats ont aussi montré que les sirops traditionnels étaient plus bénéfiques pour la santé et avaient un goût plus intense que les sirops industriels.

Les résultats de l'évaluation microbiologique des produits indiquent que tous les échantillons de dérivés traditionnels sont conformes aux normes internationales et nationales par contre les FAMT dans les échantillons de vinaigre industriel plus élevée que les normes, le stockage peut-être la raison.

En outre, il y a deux types de champignons différents : *Aspergillus flavus* et *Penicillium sp.* Pour assurer la sécurité des produits, il est impératif d'avoir ces connaissances pour effectuer des mesures de contrôle de qualité.

En plus, l'étude de l'utilisation du différentes variétés dattes dans la production du vinaigre ou sirop influence sur les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des produits.

Afin d'élargir cette étude, d'autre aspect peuvent être développés tel que :

- Étude de la qualité organoleptique du vinaigre et du sirop que satisfaisante aux exigences des consommateurs.
- Grâce à sa valeur nutritionnelle, le sirop de dattes peut être utilisé dans la préparation d'autres produits alimentaires.
- Amélioration des techniques de production du vinaigre pour augmenter sa valeur économique.

Références
bibliographiques

Références :

1. **Abbes ,F., Masmoudi ,M., Kchaou W., Danthie , S., Besbes S. (2015).** Effect of enzymatic treatment on rheological properature transition and microstructure of date syrup. *LWT-Food Science and Technology*. 60,339-345.
2. **Abbés, F., Kchaou, W., Blecker, C., Attia, H., Besbes, S., & Ayadi, M. A. (2014).** Physico-chemical properties and DPPH-RAA of date vinegars as affected by date variety and origin. *Journal of Food Science and Technology*, 51(11), 3365-3376.
3. **Acourene, S et Tama, M. (1997).** Caractérisation physico-chimique des principaux cultivars de la région des zibans. *Recherche Agronomique*, Vol. 1, 59-66.
4. **Aït Ameer, L. (2001).** *Analyse du processus de diffusion des sucres, des acides organiques et de l'acide ascorbique dans le système : Mech-Degla/Jus de ci tron.* [Master's thesis]. M'hamed Bougara University, Boumerdes.
5. **Alamari, H. (1995).** "Valorisation des produits agricoles : Le cas des dattes". *Journal of Agricultural Development*, 12(3), 45-60.
6. **Al-Farsi, M. A., & Lee, C. (2008).** Nutritional and Functional Properties of Dates: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(10), 877–887. <https://doi.org/10.1080/10408390701724264>
7. **AL-Hooti, S., Sidhu, J.S., AL-Saqer, J.M., AL-Othman, A. (2002).** Chemical composition and quality of date syrup as affected by pectinase/cellulase enzyme treatment, *Food Chemistry*, 79, pp 215-220.
8. **Al-Maamari, S., & Al-Hakmani, H. (2022).** The Integrated Approach to Date Palm Valorization: Economic, Social, and Environmental Perspectives. *Journal of Agricultural Sustainability*, 15(3), 210-225.
9. **Al-Shahib, W., & Marshall, R. P. (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. <https://doi.org/10.1080/09637480120091982>
10. **AL-Sharnoubi, G.A., Aleid, S.M., Al-Otaibi,M.M. (2014).** Nutritional quality of biscuit Supplemented with wheat bran and date palm fruits (*Phoenix dactylifera L.*). *Food and Nutrition Sciences*. 3 : 322-328.

11. **Amrani ,Y. (2002).** Comportement d'un stock de la pâte de dattes traitée par thermisation en atmosphère modifiée et au froid, mémoire d'ingénieur en agronomie, Mostaganem, 16 p.
12. **Ashraf, Z., & Hamidi-Esfahani, Z. (2011).** Date and Date Processing: A Review. *Food Reviews International*, 27(2), 101–133.
<https://doi.org/10.1080/87559129.2010.535231>
13. **Audigé CI, Figarella J, Zonsain F (1984).** Manipulations d'analyse biochimique, Doin Editeurs, Paris, France, pages 274.
14. **Babahani, H., & Eddoud, M. (2012).** "Innovations in Date Processing and Value Addition". *Journal of Agricultural Science and Technology*, 14(1), 101-110.
15. **Barakat, H. et Alfheaid, HA (2023).** Le fruit du palmier dattier (*Phoenix dactylifera*) et son potentiel prometteur dans le développement de barres énergétiques fonctionnelles : examen des attributs chimiques, nutritionnels, fonctionnels et sensoriels. *Nutriments* , 15 (9), 2134.
16. **Barklair, J. (2012).** "Innovations in Date Processing and Marketing". *International Journal of Food Science and Technology*, 47(6), 1157-1165.
17. **Belguedj, M. (2001).** Caractéristiques des cultivars de dattes dans les palmeraies du Sud-est. *Algérien, Ed. 3D. Alger*, 289.
18. **Belguedj, N., Bassi, N., Fadlaoui, S., Agli, A. (2015).** Contribution à l'industrialisation par l'amélioration du processus traditionnel de fabrication de la boisson locale à base de dattes « Rob ». *Journal of new sciences , Agriculture and Biotechnology*. 20(7), 818-829.
19. **Belimi et Reffas , (2016) .** Valorisation et caractérisation des méthodes d'extraction de sirop des dattes à partir des variétés communes. Mémoire de Master. Université Echahid Hamma Lakhdar El Oued. 106 p.
20. **Benahmed, D. A., (2012).** Analyse des aptitudes technologiques de poudres de dattes (*Phoenix dactylifera*.L) améliorées par la spiruline. Etude des propriétés rhéologiques, nutritionnelles et antibactériennes. Thèse Doctorat, Université M'hamed Bougara-Boumedes, 118p.
21. **Benamara, S., Gougam, H., Amellal , H., Djouab, A., Benahmed, A., et Noui Y.(2008).** Some technologic properties of common date (*Phoenix Dactylifera* L.) ,

- Fruits. American Journal of Food Technology.
22. **Benchelah, A., & Maka, M. (2008).** Les dattes: intérêt en nutrition. *Phytothérapie*. <https://doi.org/10.1007/s10298-008-0296-0>
 23. **BENNAHIA, Z., & KABDI, Z. E. A.(2023).** *Commercialisation des sous produits de dattes dans la région de Ouargla* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA).
 24. **Bhat, S. V., Akhtar, R., & Amin, T. (2014).** An overview on the biological production of vinegar. *International journal of fermented foods*, 3(2), 139-155.
 25. **Bouaziz. S., Ould EL Hadj, M. D. (2010).** Contribution à l'étude des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de quelques types de vinaigres traditionnels de dattes obtenues à partir de quelques variétés de la région de Ouargla. *Annales des Sciences et Technologie*, 2 (1) , 81 -80.
 26. **Bouguedoura, N., Bennaceur, M., Babahani, S., & Benziouche, S. E. (2015).** Date Palm Status and Perspective in Algeria. *Springer eBooks*, 125–168. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9694-1_4
 27. **Boukhiar, A. (2009).** *Analyse du processus traditionnel d'obtention du vinaigre de dattes tel qu'appliqué au sud algérien : essai d'optimisation*. [Master's thesis]. M'Hamed Bougara University. Boumerdes.
 28. **Boulal, A. (2017).** Contribution à l'étude de la microflore des dattes conservées par des méthodes traditionnelles (Btana), et valorisation des dattes de faible valeur marchande. Oran: Université d'Oran, 1.
 29. **Bourgeois, C. (2003).** *Les vitamines dans les industries agroalimentaires*. Tech & doc.
 30. **Bourgeois, C. M., & Larpent, T. P. (1996).** *Microbiologie alimentaire. Aliment fermentés et fermentation alimentaires*. (2nd ed.). Tec & doc-Lavoisier.
 31. **Bourgeois, C. M., & Mafrit, P. (1991).** Technologie globales d'évaluations de la microflore in : technique d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaire. *Ed. Tec & Doc Lavoisier APRIA*, 3, 50-71.
 32. **Bousdira k. (2007).** Contribution à la connaissance de la biodiversité du palmier dattier pour une meilleure gestion et une valorisation de la

- biomasse : Caractérisation morphologique et biochimique des dattes des cultivars les plus connus de la région de M'zab, classification et évaluation de la qualité. Thèse de magistère, Université M'hammed Bouguerra, Boumerdès, 157p.
33. **Cheikh-Rouhou, S., Baklouti, S., Hadj-Taïeb, N., Besbes, S., Chaabouni, S., Blecker, C., & Attia, H. (2006).** *Élaboration d'une boisson à partir d'écart de triage de dattes : clarification par traitement enzymatique et microfiltration.* Fruits, 61(6), 389-399.
 34. **Chibane, H. (2008).** *Aptitude technologiques de quelques variétés communes des dattes : formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé.* [PhD thesis]. M'hamed Bougara University, Boumerdes.
 35. **Codex Alimentarius. (2001).** Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires commission du Codex Alimentarius. *ALINORM 01/25*, Pp.1-31.
 36. **Dahmani, S., & Rebbouh, I. (2009).** *Etude comparative des caractéristiques physicochimiques de différents types de vinaigres : le vinaigre traditionnel de datte (Deglet Nour, Degla Beida, Tacherwit), vinaigre de pommes et vinaigre vendu en épicerie.* [Master's thesis]. University of Kasdi Merbeh, Ouargla.
 37. **Djafri, K., Khemissat, E., Bergouia, M., Hafouda, S., & expérimentale de Touggourt S. (2021).** Valorisation technologique des dattes de faible valeur marchande par la production du sirop. *Recherches Agronomiques*, 19(1), 97-114.
 38. **Djerfaf, F., & Hadjadj, A. (2023).** Study of some physicochemical and microbiological characteristics of some date-derived products. [Master's]. Laghouat : Université Amar Telidji - Département d'agronomie.
 39. **DONALD V. et JUDITH G. V. (1998).** Biochimie. Masson 2eme édition, Paris : 56 – 727.
 40. **Doukani, K., et Tabak, S. (2014).** Article Profil Physicochimique du fruit "Lendj" (*Arbutus unedo* L.) Laboratoire d'Agro Biotechnologie et Nutrition en Zones Semi Arides Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université de Tiaret,

- Algérie. Journal .Nature& Technology.
41. **Doyle, M. P., & Buchanan, R. L. (2013).** Food microbiology: fundamentals and frontiers. Jay, JM, Loessner, MJ et Golden, DA (2005). Indicateurs de la qualité et de la sécurité microbiennes des aliments. *Microbiologie alimentaire moderne* , 473-495.
 42. **Durand, G. et Monsan, P. (1982).** Les enzymes, production et utilisations industrielles. Ed. Villars, N01, Paris: 123-171.
 43. **El Hadrani, S. (2009).** "Innovations in Date Processing and Value Addition". Journal of Agricultural Science and Technology, 11(2), 45-55.
 44. **Elarem A.G., Flamini G., Emna B.S., Issaoui M., Zeyene N., Ferchichi A., Hammami M., Helal Ahmed N. & Achour L. (2011).** Chemical and aroma volatile compositions of date palm (Phoenix dactylifera L.) fruits at three maturation stages. *Food Chem*, (127), p.1744-1754.
 45. **Elberkennou, H., & Hafidi, M. (2015).** Contribution à l'étude des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du vinaigre traditionnel de dattes ' Hmira, Tinaceur ' de la cuvette d'Adrar [Master's thesis]. Ahmed Draia University, Adrar.
 46. **Elbouziri S. et Elimam A. (2006).** Evolution du brunissement non enzymatique de la datte Deglet-Nour ; traitement par thermisation et emballée en atmosphère modifiée au cours du stockage au froid. Mémoire d'ingénieur d'état en biologie, option contrôle de qualité et analyses, université Saad Dahlab-Blida. 83p
 47. **El-Houmaizi, A. (2002).** Modélisation de l'architecture du palmier dattier (Phoenix dactylifera L.) et application à la simulation du bilan radiatif en oasis. Université Cadi Ayyad-Marrakech, 41p
 48. **EL-Nagga, E.A., and Abd EL-Tawab, Y. A. (2012).** Compositional characteristics of date syrup extracted by different methods in some fermented dairy products. *Annals of Agricultural Science*.57(1), 29–36.
 49. **EL-Ogaidi, A.K.H. (2000).** The date palm agronomic and industrial technological science. Dar ezahran, Oman.
 50. **Espiard, É. (2002).** *Introduction à la transformation industrielle des fruits*. Tec & Doc Lavoisier.
 51. **Estanove, P. (1990).** Note technique : Valorisation de la datte. Option

- Méditerranéennes.
52. **FAO (2007)**. La production des dattes dans le monde.Statistiques Agricoles
 53. **FAOSTAT. (n.d.)**. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations.<https://www.fao.org/faostat/en/#home>
 54. **Faradji-Hamma, S. (2016)**. Technique de contrôle microbiologique des aliments[Cours]. *Département De Microbiologie Techniques*.
 55. **Farahnaky, A., Mansoori, N., Majzoobi, M. and Badii, F. (2016)**. Physicochemical and sorption isotherm properties of date syrup powder: Anti plasticizing effect of maltodextrin. *Food and Bio products Processing*, 98, 133-141.
 56. **FOLLMAN H. (1983)**. « Acetic-Acid ». Vol 5. Chap 3. P 388-407
 57. **Frenot, M. et Vierling, E. (2001)**. Biochimie des aliments, diététique du sujet bien portant. 2éme. Ed. DOIN éditeurs, Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine, 21-22.
 58. **Gab-Allah, RH et Shehta, HA (2020)**. Une nouvelle boisson fonctionnelle au lactosérum, contenant du calcium et du sirop de datte (Dibs). *Journal égyptien de nutrition* ,
 59. **Ganbi, H. (2012)**. Production of Nutritious High Quality Date (*Phoenix dactylifera*) Fruits Syrup (Dibs) by using some Novel Technological Approaches. *Journal of Applied Sciences Research.*, 8(3), 1524-1538.
 60. **Guiraud, J., & Rosec, J. (2004)**. *Pratique des normes en microbiologie alimentaire*.
 61. **Guiraud, J. (2003)**. Microbiologie alimentaire. Ed. RIA Dunod. Paris. p270, 300.
 62. **Harrak H, Boujnah M (2012)** . Valorisation technologique des dattes au Maroc. Édition INRA. 157 p.
 63. **Harrak, H., & Boujnah, M. M. (2012)**. *Valorisation Technologique des Dattes*.INRA Edition, Maroc.
 64. **Hassan, B. (2000)**. Production de sirop de dattes et de dattes à haute teneur en fructose à l'échelle industrielle. Université Elmalek Saoud d'Arabie Saoudite.industrielle. Ed. Dar ezahran, Oman, 410 p.
 65. **Houssni, M., El Mahroussi, M., Kassout, J., Sbih, HB, Kadiri, M. et Ater, M. (2022)**. Pratiques traditionnelles et valorisation des dattes par des produits de terroir

- : Cas du sirop de dattes dans les oasis du Sud du Maroc. Revue internationale d'innovation et d'études appliquées
66. **Lück, E. and Jager, M. (1997)** Antimicrobial Food Additives: Characteristics, Uses, Effects. Springer Science & Business Media, Berlin.
<https://doi.org/10.1007/978-3-642-59202-7>
 67. **Madani, R et Seddiki, R. (2019).** Comparaison des différents types d'extraction de sirop de dattes. Mémoire de Master. Université Kasdi Merbah Ouargla, 62p.
 68. **Mahtout D., Saidani S., (2017).** Elaboration d'une crème glacée au sirop de dattes Mémoire de master en sciences Alimentaires, Université A. MIRA – Bejaia, 49p
 69. **Mas, A. J., Troncoso, A. M., García-Parrilla, M. C., & Torija, M. J. (2016).** Vinegar. *Elsevier eBooks*, 418–423.
<https://doi.org/10.1016/b978-0-12-384947-2.00726-1>
 70. **MATALLAH S. (1970).** Contribution à la valorisation de la dattes Algérienne., Mémoire d'ingénieur, INA, EL-HARACH
 71. **Mimouni, Y. (2015).** *Développement de produits diététiques hypoglycémisants à base de dattes molles variété «Ghars», la plus répandue dans la cuvette de Ouargla* [PhD dissertation]. Kasdi Marbah, Ouargla University.
 72. **Mimouni, Y., & Siboukeur, O. (2011).** Etude 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. *Annales Des Sciences Et Technologie*, 3(1), 1–11.
 73. **Misbah, A., Essarioui, A., & Noutfia, Y. (2022).** Technologies post-récolte pour la préservation de la qualité des dattes durant le stockage. *African and Mediterranean Agricultural Journal-Al Awamia*, (134), 30-59.
 74. **Munier, P. (1973).** *Le palmier-dattier*. Maisonneuve & Larose, Paris.
 75. **Munier, P. (1973).** Le pays de Dilmoun et la culture du palmier-dattier. *Fruits*, 28(9), 641-642.
 76. **Nagoudi, D. (2014).** Effet de la congélation sur les caractérisations des dattes de cultivars Timjoughert et Adela, Bent Qbala, Master Académique, Université Kasdi

Marbah Ouargla

77. **Noui, Y. (2001).** L'optimisation de la production de la biomasse «saccharomyces cerevisae» cultivé sur un extrait de datte. *Mémoire d'ingénieur. Département d'agronomie. Batna. 62p.*
78. **Obajuluwa, AF, Yagat, DS et Durowaiye, MT (2023).** Contaminants bactériens des fruits du palmier dattier (*Phoenix dactylifera*) vendus à Kaduna, au Nigéria, et leur sensibilité aux antibiotiques. *Revue africaine de microbiologie clinique et expérimentale.*
79. **Ould El Hadj, M. D., Sebihi, A. H., & Siboukeur, O. (2001).** Qualité Hygiénique et Caractéristiques Physico-Chimiques du Vinaigre Traditionnel de Quelques Variétés de Dattes de la Cuvette d'Ouargla. *Revue Energie Renouvelable : Production Et valorisation-Biomasse*, 87-92
80. **Ould El-Hadj, M., & Sayah, Z. (2009).** Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques des dattes de la cuvette d'ouargla. *Annales Des Sciences Et Technologie*, 2(1), 87–92.
81. **Plessi, M. (2003).** VINEGAR. *Elsevier Books*, 5996–6004. <https://doi.org/10.1016/b0-12227055-x/01251-7>
82. **Raiesi-Ardali, F.A., Rahimi, E.A., Tahery, S. A., et Shariati, M. A. (2014).** Production of a New Drink by Using Date Syrup and Milk. *Journal of Food Biosciences and Technology*, Islamic Azad University, Science and Research Branch. 4 (2), 67-72.
83. **SALAH, A. C. (2021).** *Modélisation et analyse économétrique du prix des dattes de palmier (phoeniciculture) en Algérie* (Doctoral dissertation, Université de Laghouat).
84. **Siboukeur, O. (1997).** Qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique du jus de dattes. *Mémoire de Magister, INA, El Harrach, Alger.*
85. **Siddeeg, A., Zeng, X., Rahaman, A., Manzoor, M. F., Ahmed, Z., & Rahaman, A. (2019).** Quality characteristics of the processed dates vinegar under influence of ultrasound and pulsed electric field treatments. *Journal of Food Science and Technology*,
86. **Vidra, A., & Németh, Á. (2018).** Bio-produced acetic acid: A review. *Periodica*

Polytechnica Chemical Engineering, 62(3), 245-256.

Annexes

Les annexes :**Annexe 1: Milieu de culture****La gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL) :**

Peptone	7 g
Extrait de levure	3 g
Lactose	10 g
Chlorure de sodium	5 g
Mélange sel biliaire	1,5 g
Cristal violet	0,002 g
Rouge neutre	0,03 g
Agar-agar	15 g
pH = 7.5	

le milieu sabouraud (SDA) :

Dextrose	40 g
Mycologique, peptone	10 g
Agar	15 g
Eau distillée	1000ml
pH :5.6	

Annexe 2 : les analyses statistiques (ANOVA):

1. Vinaigre :

PH

Analyse de la variance :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F	Codes de signification des p-valeurs
Modèle	4,000	1,776	0,444	18,682	0,0001	THS
Erreur	10,000	0,238	0,024			
Total corrigé	14,000	2,013				

Contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

Codes de signification : $0 < THS < 0.001 < HS < 0.01 < S < 0.05 < . < 0.1 < NS < 1$

Conductivité

Analyse de la variance :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F	Codes de signification des p-valeurs
Modèle	4,000	79266062,929	19816515,732	16985584,872	<0,0001	THS
Erreur	9,000	10,500	1,167			
Total corrigé	13,000	79266073,429				

Calculé contre le modèle

$Y = \text{Moyenne}(Y)$

Codes de signification : $0 < THS < 0.001 < HS < 0.01 < S < 0.05 < . < 0.1 < NS < 1$

- **THS** : Très hautement significative.
- **HS** : Hautement significative.
- **NS** : Non significative.
- **DDL** : Degré de liberté.

Degré de Brix

Analyse de la variance

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F	Codes de signification des p-valeurs
Modèle	4,000	39,456	9,864	75,107	<0,0001	THS
Erreur	10,000	1,313	0,131			
Total corrigé	14,000	40,769				

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$ *Codes de signification : $0 < THS < 0.001 < HS < 0.01 < S < 0.05 < . < 0.1 < NS < 1$* **Acidité**

Analyse de la variance :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F	Codes de signification des p-valeurs
Modèle	4,000	765,067	191,267	1639,429	<0,0001	THS
Erreur	10,000	1,167	0,117			
Total corrigé	14,000	766,233				

Calculé contre le modèle *$Y = \text{Moyenne}(Y)$* *Codes de signification : $0 < THS < 0.001 < HS < 0.01 < S < 0.05 < . < 0.1 < NS < 1$* **Humidité :**

Analyse de la variance (humidité) :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F	Codes de signification des p-valeurs
Modèle	4,000	172,684	43,171	498128,154	<0,0001	THS
Erreur	10,000	0,001	0,000			
Total corrigé	14,000	172,685				

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

Codes de signification : $0 < THS < 0.001 < HS < 0.01 < S < 0.05 < . <$

$0.1 < NS < 1$

Matière sèche :

Analyse de la variance :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F	Codes de signification des p- valeurs
Modèle	4,000	163,853	40,963	595,916	<0,0001	THS
Erreur	10,000	0,687	0,069			
Total corrigé	14,000	164,541				

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

Codes de signification : $0 < THS < 0.001 < HS < 0.01 < S < 0.05 < . <$

$0.1 < NS < 1$

2-Sirop de datte

pH

Analyse de la variance :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F	Codes de signification des p- valeurs
Modèle	4,000	0,470	0,117	185,395	<0,0001	THS
Erreur	10,000	0,006	0,001			
Total corrigé	14,000	0,476				

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

Codes de signification : $0 < THS < 0.001 < HS < 0.01 < S < 0.05 < . < 0.1 < NS < 1$

Conductivité

Analyse de la variance :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F	Codes de signification des p-valeurs
Modèle	4,000	926324,267	231581,067	112055,355	<0,0001	THS
Erreur	10,000	20,667	2,067			
Total corrigé	14,000	926344,933				

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

Codes de signification : $0 < THS < 0.001 < HS < 0.01 < S < 0.05 < . < 0.1 < NS < 1$

L'acidité :

Analyse de la variance:

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F	Codes de signification des p-valeurs
Modèle	4,000	82,935	20,734	1194,79 4	0,000	THS
Erreur	10,000	0,174	0,017			
Total corrigé	14,000	83,108				

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

Codes de signification : $0 < THS < 0.001 < HS < 0.01 < S < 0.05 < . < 0.1 < NS < 1$

Taux de sucre soluble :

Analyse de la variance:

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F	Codes de signification des p- valeurs
Modèle	4,000	191,087	47,772	30,754	<0,0001	THS
Erreur	10,000	15,533	1,553			
Total corrigé	14,000	206,620				

Calculé contre le modèle Y=Moyenne(Y)

Codes de signification : $0 < THS < 0.001 < HS < 0.01 < S < 0.05 < . < 0.1 < NS < 1$

Humidité

Analyse de la variance :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F	Codes de signification des p- valeurs
Modèle	4,000	382,653	95,663	3587367,881	<0,0001	***
Erreur	10,000	0,000	0,000			
Total corrigé	14,000	382,653				

Calculé contre le modèle Y=Moyenne(Y)

Codes de signification : $0 < THS < 0.001 < HS < 0.01 < S < 0.05 < . < 0.1 < NS < 1$

Matière sèche :

Analyse de la variance :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F	Codes de signification des p- valeurs
Modèle	4,000	381,272	95,318	3574422,123	<0,0001	***
Erreur	10,000	0,000	0,000			
Total corrigé	14,000	381,272				

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

Codes de signification : $0 < THS < 0.001 < HS < 0.01 < S < 0.05 < . < 0.1$

$< NS < 1$

Annexe 3: Les appareils que nous avons utilisés pour réaliser l'analyse sont les suivants :

- pH-mètre
- Conductimètre.
- Réfractomètre (ATAGO).
- Vortex.
- Etuve.
- Dessiccateur.
- Balance analytique.
- Bain-marie.
- Agitateur magnétique.
- Diverses verreries.
- Réactifs : Solution saline, Phénolphtaléine, Éthanol et Eau distillée stérile