



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي  
Université Echahid Hamma Lakhdar EL-OUED  
كلية علوم الطبيعة والحياة  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية  
Département de Biologie Cellulaire et Moléculaire  
قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية  
Département de Biologie Cellulaire et Moléculaire

### MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences Biologiques  
Spécialité : Toxicologie Appliquée

## THEME

**Étude de préparation alimentaire à base de bio  
ressource locale moins chère enrichie par Spiruline**

Présenté par :  
Ammari zineb

Devant le jury composé de :

Président	Dr. ZEGHIB KHAOULA	Université d'El Oued
Examineur	Dr. GHANIA AHMED	Université d'El Oued
Encadreur	Dr. KIRAM ABDERRAZAK	Université d'El Oued

Année universitaire 2023/2024

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



# *Remerciements*

*Je remercie avant tout Dieu Tout-Puissant de m'avoir donné la force et le courage  
d'entreprendre cette humble recherche.*

*J'adresse également mes sincères remerciements et ma gratitude au directeur de recherche*

*Dr. Kiram Abderazzak pour les précieux conseils et orientations qu'il m'a prodigués tout  
au long de la période de recherche. Merci pour votre confiance, votre soutien pratique et  
moral, ainsi que pour votre présence et participation active à ces travaux de recherche.*

*Merci pour tout*

*J'adresse également mes sincères remerciements aux professeurs qui m'ont apporté leur aide  
et à ceux auprès desquels j'ai étudié et appris beaucoup d'eux*

*Mes remerciements vont à mes parents qui m'ont toujours soutenu ainsi qu'à mes frères et  
sœurs*



# *Dédicace*

*Je dédie ce travail à*

*Mes chers parents*

*Aux membres de ma famille, mes frères et sœurs*

*À mes professeurs de tous niveaux*

*À tous les amis et collègues*

*A tous ceux qui m'ont apporté leur aide*



## **Résumé :**

Cette étude s'est concentrée sur la préparation d'un produit alimentaire en exploitant des bioressources locales moins cher ,représentées par les dattes, en le transformant en sirop de dattes et en l'enrichissant en Spiruline, un type d'algue connue pour ses nombreux bienfaits, en deux pourcentages différents, 5% et 10 % Pour garantir la qualité nutritionnelle et sanitaire du produit, une étude a été réalisée des analyses biochimiques (Protéines, glucides, lipides), physiques (humidité, cendres , acidité titrable, pH) et microbiologiques du sirop de datte et de la Spiruline et le produit final (formule 5% et formule 10%) des analyses sensorielles des deux échantillons ont ensuite été réalisées menée sur un groupe d'étudiants universitaires et les résultats ont été analysés statistiquement à l'aide d'un programme statistique pour déterminer la formulation préférée entre les deux échantillons. Les résultats de l'étude ont montré que l'ajout de Spiruline au sirop de dattes entraînait une amélioration des propriétés biochimiques, physiques et nutritionnelles de sirop. Les résultats ont également montré que la formule riche en Spiruline à 5% était préférée par les consommateurs en termes de goût par rapport à la formule riche en 10% de Spiruline, ce qui en fait une option appropriée pour améliorer le goût du sirop de datte sans altérer négativement son goût original. Enfin, cette étude a montré comment la préparation d'un sirop de dattes riche en Spiruline est possible et présente de multiples bénéfices sanitaires et nutritionnels. Le pourcentage préféré de Spiruline dans le sirop de dattes en termes de goût a également été déterminé, ce qui ouvre la voie au développement de nouveaux produits alimentaires riches dans la Spiruline qui soient acceptables pour les consommateurs.

**Mots clés :** sirop de datte, Spiruline, formule 5%, formule 10%

## **Abstract**

This study focused on the preparation of a food product by exploiting cheaper local bioresources, represented by dates, by transforming it into date syrup and enriching it with spirulina, a type of algae known for its numerous benefits, in two different percentages, 5% and 10%. To guarantee the nutritional and health quality of the product, a study was carried out of biochemical (Protein, carbohydrates, fats), physical (humidity, ashes, titratable acidity, pH) and microbiological analyzes of the date syrup and spirulina and the final product (5% formula and 10% formula) were carried out, followed by sensory analyzes of the two samples, it was conducted on a group of university students and the results were statistically analyzed using a statistical program to determine the preferred formulation between the two samples. The results of the study showed that the addition of spirulina to date syrup resulted in an improvement in the biochemical, physical and nutritional properties of the syrup. The results also showed that the 5% spirulina-rich formula was preferred by consumers in terms of taste compared to the 10% spirulina-rich formula, making it a suitable option to improve the taste of date syrup without negatively altering its original taste. Finally, this study showed how the preparation of a date syrup rich in spirulina is possible and presents multiple health and nutritional benefits. The preferred percentage of spirulina in date syrup in terms of taste was also determined, which paves the way for the development of new spirulina-rich food products that are acceptable to consumers.

Keywords: date syrup, Spirulina, 5% formula, 10% formula

## ملخص:

ركزت هذه الدراسة على تحضير منتج غذائي جديد من خلال استغلال موارد حيوية محلية رخيصة متمثلة في التمر و ذلك بتحويله الى شراب التمر و اثاره بالسبيرولينا و هي نوع من الطحالب المعروفة بفوائدها العديدة بنسبتين مختلفتين 5% و10% , ولتأكد من الجودة الغذائية و الصحية للمنتج تم اجراء تحاليل بيوكيميائية ( بروتين , كربوهيدرات, دهون ) و فيزيائية(الماء , الرماد , الحموضة القابلة للمعايرة, الرقم الهيدروجيني ) ومكروبيولوجية لكل من شراب التمر و السبيرولينا والمنتج النهائي( التركيبتين 5% و10%), بعدها تم اجراء التحاليل الحسية للعينتين على فئة من الطلبة الجامعيين و تم التحليل الاحصائي للنتائج باستخدام برنامج احصائي لتحديد التركيبة المفضلة بين العينتين .أظهرت نتائج الدراسة ان إضافة السبيرولينا الى شراب التمر أدت الى تحسين الخصائص البيوكيميائية والفيزيائية والمغذية للشراب، كما أظهرت النتائج ان التركيبة الغنية بنسبة 5% من السبيرولينا كانت مفضلة لدى المستهلكين من حيث المذاق مقارنة بالتركيبة الغنية بنسبة 10% من السبيرولينا وهذا ما يجعلها خيارا مناسباً لتحسين طعم شراب التمر دون التأثير سلباً على مذاقه الأصلي .وفي الأخير أظهرت هذه الدراسة كيف ان تحضير شراب تمر غني بالسبيرولينا ممكن وله فوائد صحية و غذائية متعددة , كما ان تحديد التركيبة المفضلة لهذا المنتج يمهد الطريق لتطوير منتجات غذائية جديدة غنية بالسبيرولينا و ذات قابلية من طرف المستهلكين.

**الكلمات المفتاحية :** شراب التمر , سبيرولينا , التركيبة 5% , التركيبة 10%

## Liste des figures

### Partie I :Synthèse bibliographique

Figure I-1 Schéma datte son noyau .....	6
Figure II-1 : morphologie de la Spiruline : (a)- sous microscope optique (b) Micrographie électronique d'Arthrospira platensis (c)- Micrographie électronique d'un trichome d'Arthrospira platensis(d) Micrographie électronique de non axénique de <i>S. platensis</i> .....	20
Figure II-2 : Cycle biologique de la Spiruline.....	22

### Partie II : Partie Pratique

Figure I-1. paillette de Spiruline.....	31
Figure I-2. Les dattes Ghars .....	31
Figure I-3. Sirop des dattes.....	32
Figure I-4 : Diagramme sur les Processus de préparation de sirop de dattes .....	33
Figure I-5. Transformation de Spiruline.....	34
Figure I-6. Incorporation de la Spiruline dans le sirop de dattes.....	34
Figure I-7. Lieu de degustation .....	48
Figure I-8. Présentation des échantillons.....	49
Figure I-9. Choix de degustateurs.....	50
Figure II-1 : Représentation graphique de la teneur en protéines de la Spiruline, sirop de datte et les formulations (5% et 10%).....	52
Figure II-2 : représentation graphique de la teneur en lipides de la <i>Spiruline</i> , sirop de datte et les formulations (5% et 10%).....	53
Figure II-3 : représentation graphique de la teneur en sucres de la Spiruline, sirop de datte et les formulations (5% et 10%).....	54
Figure II-4 : Représentation graphique de la valeur énergétique de la Spiruline, sirop de datte et les formulations (5% et 10%).....	55
Figure II-5 : représentation graphique des cendres de la Spiruline, sirop de datte et les formulations (5% et 10%).....	56

Figure II-6: représentation graphique de l'humidité de la Spiruline, sirop de datte et les formulations (5% et 10%).....	58
Figure II-7 : représentation graphique du PH de la Spiruline, sirop de datte et les formulations (5% et 10%).....	59
Figure II-8. Représentation graphique de Acidité titrable de la Spiruline, sirop de datte et les formulations (5% et 10%).....	60
Figure II-9. Représentation de choix des dégustateurs.....	62
Figure II-10. classification ascendante hiérarchique sur les 3 axes de l'AFC.....	63

## Liste des Tableaux

### Partie I :Synthèse bibliographique

Tableau I-1. Caractéristiques physico-chimique de datte variété Ghars .....	7
Tableau I-2. Composition biochimique de dattes. ....	10
Tableau I-3. Caractéristiques physicochimiques et composition des noyaux .....	11
Tableau I-4. Dimensions dattes de variétés molles. ....	12
Tableau I-5. Domaines d'utilisation des datte.....	13
Tableau I-6 Composition biochimique du sirop de dattes .....	16
Tableau II-1:Teneurs en pigments exprimées mg pour 10g de matière sèche de Spiruline .....	26

### Partie II : Partie Pratique

Tableau II-1: Résultats de contrôle de qualité microbiologique.....	61
Tableau II-2 résultats obtenus à partir du programme Past de state.....	65

## Liste des abréviations

% : pourcentage

A.t : Acidité titrable

C° : degré Celsius

cm : Centimètre

CO<sub>2</sub>: Dioxyde de Carbone

CSR : Clostridium sulfito-réducteurs

DRBC : Dichloran rose bengalechloramphenicol

g : gramme

GAMT : Germes aérobies mesophiles totaux

h : heure

HCL : Chlorure d'hydrogène

Kg : Kilogramme

l : Litre

L.D : Longueur de la datte;

L.N : Longueur de noyau

m : masse

M. S : matière sèche

mg : milligramme

min : minute

ml : Millilitres

mm : millimètre

Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>: Carbonate de sodium

nm : nanomètre

OH : Hydroxide

ONG : Organisation non gouvernementale

P : pourcentage de la pulpe

P.D : Poids de la datte

P.N : Poids du noyau

P.P : Poids de la pulpe

PCA: Plate Count Agar

S : Saccharose

s : seconde

S.R : Sucres réducteurs

S.T : Sucres totaux

TCE: Tryptone Sel Eau

TSS : Totale de solides solubles

ug : microgrammes

v : Volume

VRBL : Violet Red Bile Lactose ; gélose au cristal violet, au rouge neutre, à la bile et au lactose

## Sommaire

Résumé	
Liste des abréviations	
Introduction.....	1
Partie I	
<i>Synthèse bibliographique</i>	
Chapitre I Datte et sirop de dattes .....	5
I.1.  Datte.....	6
I.1.1.  Définition des dattes.....	6
I.1.2.  Classification des dattes .....	6
I.1.3.  Caractéristique physicochimique des datte .....	7
I.1.4.  Composition biochimique de datte.....	7
I.1.5.  Les différent variétés de datte .....	12
I.1.6.  Valeur nutritionnelle des dattes.....	12
I.1.7.  Utilisations des dattes.....	12
I.1.8.  Transformations de datte.....	13
I.2.  Sirop de datte .....	14
I.2.1.  Définition .....	14
I.2.2.  Les principales caractéristiques de sirop de datte .....	15
I.2.3.  Composition biochimique du sirop des dattes.....	16
I.2.4.  Dèfèrent méthodes d'élaboration de sirop de datte.....	16
I.2.5.  Valeur nutritionnelle de sirop de dattes.....	18
I.2.6.  Utilisation de sirop de datte.....	18

Chapitre II Spiruline.....	19
II.1. Définition .....	20
II.2. Taxonomie .....	21
II.3. Reproduction.....	21
II.4. Différentes méthodes de production .....	22
II.4.1. Production artisanale .....	22
II.4.2. Production semi-industrielle.....	23
II.4.3. Production industrielle.....	23
II.5. Culture de la Spiruline .....	23
II.5.1. Condition de culture .....	23
II.5.2. Milieu de culture.....	24
II.6. Aspect nutritionnel.....	25
II.7. Domaine d'application .....	26

## Partie II

### *Partie Pratique*

Chapitre I : Matériels et méthodes .....	29
I.1. Matériels .....	30
I.1.1. Matériels biologiques .....	30
I.1.2. Matériels non biologiques .....	32
I.2. Méthode d'analyse .....	32
I.2.1. Processus de préparation du sirop de dattes .....	32
I.2.2. Traitement de la Spiruline.....	33
I.2.3. Incorporation de la Spiruline dans le sirop de dattes .....	34
I.2.4. Analyses biochimiques.....	35
I.2.5. Valeur énergétique .....	39
I.2.6. Analyse physicochimique .....	39

I.2.7. Analyse microbiologique .....	42
I.2.8. Analyse sensoriel .....	47
I.2.9. Analyse statistique .....	50
Résultats et discussion .....	51
II.1. Résultats de Analyses biochimique .....	52
II.1.1. Teneur en protéines.....	52
II.1.2. Teneur en lipides.....	53
II.1.3. Teneur en sucres totaux .....	54
II.2. Résultats de Valeur énergétique.....	55
II.3. Résultats de Analyses physicochimiques .....	56
II.3.1. Taux en cendres .....	56
II.3.2. Humidité .....	57
II.3.3. pH et Acidité titrable .....	59
II.4. Résultats de Analyse microbiologique .....	61
II.5. Résultats de Analyse sensorielle.....	61
II.6. Résultats de Analyse statistique.....	62
Conclusion .....	66
Références.....	68
Annexes.....	77

# ***Introduction***

« Faim invisible » ou « Faim cachée » notions rappelées par l'Organisation des Nations-Unies (ONU) à propos de la malnutrition, qui explique une augmentation ou une diminution d'un élément ou d'un groupe de nutriments (vitamines, protéines, sels minéraux, oligo-éléments). La malnutrition résulte dans les pays développés d'un excès de nutriments, que ce soit quantitatives ou qualitatives, et c'est ce qui conduit aux maladies cardiovasculaires, contrairement aux pays en développement, qui sont la conséquence d'une consommation d'aliments de mauvaise qualité (Manque de protéines, de vitamines et de sels minéraux) et donc d'un apport calorique insuffisant, ce qui entraîne des taux de morbidité et de mortalité importants (**Baudin, 2014**)

C'est pour cette raison que l'homme cherche une solution à ce problème. En effet, un aliment très populaire a été trouvé dans l'industrie des aliments de santé humaine, à savoir la Spiruline, une algue alimentaire, qui contient un pourcentage élevé de macro et micronutriments, qui a été largement utilisé dans les pays africains comme aliment. Il constitue une source importante de protéines. En outre, il présente un grand potentiel de développement en améliorant la nutrition, en développant les moyens de subsistance et en atténuant les impacts environnementaux, La Fishstat Affilier à FAO elle a indiqué a également noté l'importance croissante de ce produit (**Ahsan et al, 2008**).

L'Algérie est considérée comme l'un des principaux pays producteurs de dattes. Sa production est estimée à 492 217 tonnes. Deglet Nour représente 50% de la production totale, suivie de Deglet Beida avec 33%, puis d'Al-Ghars avec environ 17% (**Belguedj, 2007**)

Cependant, cette production excédentaire pose des problèmes de commercialisation et d'environnement. En guise de solution, nous transformons ces dattes en produits à valeur nutritionnelle et marchande. Un exemple en est le sirop de dattes, qui est un sirop énergisant à haute valeur nutritionnelle.

Sur cette base, la présente étude présente un produit alimentaire unique composé de sirop de dattes et de poudre de Spiruline, qui constitue une riche source de protéines issues de la Spiruline et de sucres issus du sirop de dattes, ce qui en fait un aliment à double valeur ajoutée.

Dès lors, quelle sera la qualité nutritionnelle de ce produit ?

Quelle est la formulation plus privilégiée sur le plan sensoriel ?

Le but de cette étude

- Exploiter des bio ressources local moins chère
- Valoriser les bio ressources

L'étude comprenait plusieurs sujets dans lesquels nous avons abordé :

- Fournir des informations sur les dattes et le sirop de dattes
- Fournir des généralités sur les algues Spiruline
- Mise en avant des techniques utilisées dans l'étude biochimique, physicochimique, microbiologique matières premières (sirop de dattes, Spiruline), et le produit final (sirop de dattes avec Spiruline)
- Effectuer des tests d'acceptation du produit par les consommateurs

# **Partie I**

## ***Synthèse bibliographique***

# **Chapitre I**

## ***Datte et sirop de dattes***

## I.1. Dattes

### I.1.1. Définition des dattes

Selon (**Espirad, 2002**) les dattes, les fruits du palmier dattier, sont généralement des baies allongées ou arrondies. Elle est composée d'un noyau ayant une consistance dure, entouré de chair.

- un péricarpe ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau
- un mésocarpe généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et est de couleur soutenue.
- un endocarpe de teinte plus claire et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane Parcheminée entourant le noyau.

Les dimensions des dattes sont très variables, comme sa longueur varie de 2 à 8 cm et son poids de 2 à 8 g selon les variétés. Sa couleur va du blanc jaunâtre au noir, voire ambré, rouge, brun et plus ou moins foncé (**Djerbi, 1994**)

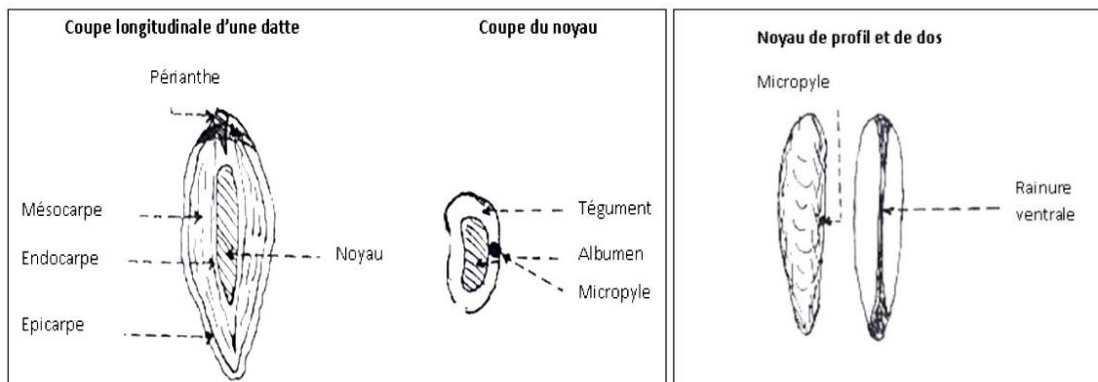


Figure I0-1 Schéma datte son noyau (Belguedj ;2001)

### I.1.2. Classification des dattes

Selon (**Espirad, 2002**) les dattes sont divisées en 3 catégories selon la caractéristique de la consistance des dattes (variable)

- Dattes molles par exemple : Ghars, Dent Qbala, Litim (**IGUERGAZIZ, 2012 et BOUSDIRA, 2007**)
- Dattes demi molles par exemple : Deglet Noor
- Dattes seches par exemple: Degla Beida , Mech Degla

### I.1.3. Caractéristique physicochimique des dattes

Selon (Acouren et Tama, 1997), la longueur des dattes et du grain diffère selon les variétés. La variété de Ghars est considérée comme une variété longue (4,5 cm), et les grandes différences entre variétés dans le pourcentage de pulpe (80%-92 %) ne sont pas pris en compte (Tableau I.1)

L'analyse de variance a montré des différences significatives entre les variétés pour tous les caractères chimiques (Tableau I.1).

**Tableau I0-1. Caractéristiques physico-chimique de dattes variété Ghars (Acouren et Tama ;1997**

Caractéristiques	Variété	Paramètres							
Physique	Ghars	Couleur	Consistance	L.D(cm)	P.D(g)	P.P(g)	P.N(g)	L.N(cm)	P%
		Brun	Molle	4.56	10.3	9.24	1.06	3.13	89.8
Chimique	Ghars	Eau en %	Ph	A.T(g/Kg)	Cendres % M.S	T.S.S de M.S	S.R de M. S	S% de M.S	S.T% de M.S
		27.5	5.5	2.3	1.5	74	82.12	5	87.42

### I.1.4. Composition biochimique de dattes

#### I.1.4.1. Composition biochimique de partie comestible (pulpe)

Selon (Estanove, 1990), les dattes contiennent principalement de l'eau, des sucres réducteurs (glucose, fructose) et des sucres non réducteurs (saccharose). Les composants non glucidiques représentent les graisses, les protéines, la cellulose, les cendres (sels minéraux), les vitamines et enzymes.

#### Eau

Les dattes sont considérées comme un aliment à humidité moyenne. La teneur moyenne en eau des dattes varie généralement de 10 à 40 % et l'humidité diminue du stade vert au stade mûr (Booj et al, 1992) (Tableau I.2)

#### Sucres

Ce sont les principaux composants des dattes. L'analyse du sucre des dattes a montré qu'il en existe principalement trois types : le fructose, le saccharose et le glucose (Estanove, 1990).

La teneur en sucre total et le pourcentage de saccharose et de sucres réducteurs varient selon les variétés, allant de 20 à 60 % pour le saccharose et de 50 à 85 % pour le sucre total (**Bennalia et Messaoudi, 2006**) (Tableau I.2)

### **Protéines et acides aminés**

La pulpe de dattes contient peu de protéines, dont le taux varie selon les variétés, notamment mûres, et constitue généralement environ 1,75 % du poids de la pulpe (**Djoudi, 2013**).

La protéine présente dans les dattes contient 23 types d'acides aminés (Tableau I. 2), dont certains ne se trouvent pas dans les fruits les plus courants comme les oranges, les bananes et les pommes (**Al-Shahib et Marshall, 2023**)

### **Lipide**

La pulpe De datte contient un faible pourcentage de graisse qui joue un rôle physiologique plus que nutritionnel, car elle est concentrée dans la peau, où le pourcentage varie entre (2,5%-7,5%MS) (**Djoudi, 2013**).

-Il contient également 6 types d'acides gras (Tableau I.2)

Fibres : Les dattes contiennent un pourcentage élevé de fibres alimentaires (8g/100g), et les fibres alimentaires insolubles représentent la plus grande partie des fibres alimentaires présentes dans les dattes (**Al-Farsi et Lee, 2008**).

Selon (**Benchabane et al, 2000**), les composants en fibres alimentaires de la des dattes sont : la pectine, la cellulose, l'hémicellulose et la lignine (Tableau I. 2)

Éléments minéraux : Les dattes sont considérées comme l'un des fruits les plus riches en éléments minéraux dont les plus importants sont : le potassium, le magnésium, le phosphore et le calcium (Tableau I.2)

### **Vitamines**

La pulpe de dattes contient des quantités variables de vitamines selon la variété et l'origine. En général, la pulpe de dattes contient des vitamines du groupe B (B1, B3, B6, B9,

B12) en quantité notable et de la vitamine E en grande quantité (**Ismail et Tuwariki, 2016**) (Tableau I.2)

### **Composés phénoliques**

Il est connu que les dattes contiennent des niveaux élevés et une large gamme d'antioxydants phénoliques (composés phénoliques), dont certains sont solubles, notamment les hydroxy benzoates, les hydroxy Cinna mates et les flavanols, et certains sont liés aux fibres, avec de grandes différences entre les variétés. Les proanthocyanidines représentent également les principaux composés phénoliques présents dans les parties comestibles. Les dattes mûres, qui atteignent 1,5% et représentent environ 95% des polyphénols. Cependant, consommer 100 g de dattes fournit 250 mg à 450 mg de composés phénoliques totaux. (**Ghnimi et al , 2017**)

### **Pigments**

Les dattes contiennent des pigments, et les principaux pigments les plus importants trouvés dans la variété Deglet Nour sont les caroténoïdes, la lutéine et le carotène B. Il y avait également une variation dans la teneur totale en caroténoïdes entre les variétés et les stades de maturité, puisqu'elle en contenait 61,7ug 167 ug pour 100 g de poids Frais (**El-Hdrami et Al-Kayri, 2012**)

### **Enzymes**

Selon (**Yahiaoui, 1998**) Les enzymes présentes dans la pulpe des dattes jouent un rôle important pendant la phase de formation et de maturation du fruit dans le processus de transformation, où la qualité des dattes est activement affectée par :

- Invertase : Responsable de la conversion du saccharose en fructose et glucose
- Cellulase : divise la cellulose en chaînes plus courtes
- Bactiméthylestérase : Elle convertit les substances pectiques insolubles en pectine plus soluble, ce qui réduit le poids du fruit
- Polyphénoloxydase : Elle oxyde les phénols, ce qui entraîne le jaunissement des fruits frais.

Tableau I0-2. Composition biochimique de dattes (Baliga et al.,2011).

Composition	Minimum	Maximum
<b>Teneur en eau (g/100 g)</b>	7.2	50.4
<b>Lipides (g/100 g)</b>	0.1	1.4
<b>Cendres (g/100 g)</b>	1	1.9
<b>Protéines (g/100 g)</b>	1.1	2.6
Acides aminés (mg/100 g de protéines)		
<b>Alanine</b>	30	133
<b>Arginine</b>	34	148
<b>Acide aspartique</b>	59	309
<b>Cysteine</b>	13	67
<b>Acide glutamique</b>	100	382
<b>Glycine</b>	42	268
<b>Histidine</b>	0.1	46
<b>Isoleucine</b>	4	55
<b>Leucine</b>	41	242
<b>Lysine</b>	42	154
<b>Méthionine</b>	4	62
<b>Phénylalanine</b>	25	67
<b>Proline</b>	36	148
<b>Sérine</b>	29	128
<b>Threonine</b>	23	95
<b>Tryptophane</b>	7	92
<b>Tyrosine</b>	15	156
Hydrates de carbone (g/100 g)	52.6	88.6
<b>Fructose</b>	13.6	36.8
<b>Glucose</b>	17.6	41.4
<b>Saccharose</b>	0.5	33.9
Fibres (g/100 g)		
<b>Solubles</b>	0.4	1.3
<b>Insolubles</b>	3.03	7.4
<b>Total</b>	3.57	10.9
Minéraux (mg/100 g)		
<b>Magnésium</b>	31	150
<b>Na</b>	1	261
<b>Ca</b>	5	206
<b>P</b>	35	74
<b>K</b>	345	1287
<b>Manganèse</b>	0.01	0.4
<b>Fe</b>	0.1	1.5
<b>Zn</b>	0.02	0.6
<b>Cu</b>	0.01	0.8

Se	0.24	0.4
Vitamines (µg/100 g)		
A (Retinol)	3	44.7
B1 (thiamine)	50	120
B2 (riboflavine)	60	160
B3 (niacine)	1274	1610
B6 (pyridoxal)	165	249
B9 (foliques)	39	65
C (acide ascorbique)	400	16.000
a-carotenoides	3	3
B-carotenoides	2.5	146

#### I.1.4.2. Composition biochimique de la partie non comestible (noyau)

Noyau de la Datte a montré qu'elle est riche en graisses (10% à 12 %) et en protéines (5% à 6 %). L'industrie de transformation peut également être considérée comme une excellente source d'ingrédients alimentaires dotés de fonctions technologiques Intéressant (Bouaziz, 2008)

**Tableau 0-3. Caractéristiques physicochimiques et composition des noyaux (Devshony et al;1992)**

Composants du noyau	Cultivar			
	Deglet Noor	Zahidi	Medjool	Halawy
Poids moyen de chaque graine (n -- 50) (g)	0.70	0.84	1.05	1.0
Humidité (% en poids humide)a	4.33	4.78	4.22	4.67
Cendres (%)a, b	0.50	1.17	1.67	1.17
Huile (%)a, b	8.40	8.13	7.98	8.10
Protéine (%)a, b	5.66	5.28	5.81	5.66
Fibre brute(%)a, b	15.10	15.70	16.40	17.30

### I.1.5. Les différentes variétés de dattes

Les variétés de dattes sont très diverses et nombreuses, et seules quelques-unes d'entre elles ont une importance commerciale. Ces variétés se distinguent par leur saveur, leur consistance, leur forme, leur poids et leur longueur (tableau I) (Djerbi, 1994 ; Bueljuedj, 2001), dont les principales sont :

La variété Deglet Nour « doigts de lumière » ; se caractérise au stade de maturité (dates) comme étant trompeuse, lisse et brillante (Bessas, 2007), contrairement à la variété de Ghars qui change progressivement de couleur après la récolte du jaune au brun et au noir (Amiour et al, 2016). De plus, Variété Degla Beida se caractérise est très productive dans le sud-est (Didi et al.2012), et la variété Mech Degla est largement répandue dans l'Est (Messaid et al, 2023).

Tableau 0-4. Dimensions dattes de variétés molles.

Dimensions	Ghars (Belguedj, 2002)	Deglet Nour (Maatallah, 1970)
Longueur moyenne (cm)	4	6
Poids moyen (g)	9	12
Diamètre moyen (cm)	1.8	1.8

### I.1.6. Valeur nutritionnelle des dattes

Selon (Harrak et al, 2005), les dattes sont connues pour leur valeur nutritionnelle. Elles sont particulièrement riches en sucres, qui représentent plus de la moitié de la matière sèche des dattes, et en eau, puisque leur teneur varie de 10% à 40%, selon les variétés de dattes et les zones de production. Ils contiennent également des protéines et des graisses, de la cellulose, des sels minéraux, des enzymes et des vitamines.

Selon (Assirey, 2005), les dattes sont nutritives, car elles constituent une source importante de minéraux et d'acides aminés et jouent un rôle majeur dans la nutrition et la santé humaine.

### I.1.7. Utilisations des dattes

Selon (Senossi et al, 2017), il existe de multiples usages des dates dans 3 domaines ;

Le premier est le domaine culinaire, qui s'appuie principalement sur les dattes parmi la population locale.

Le deuxième est le domaine thérapeutique, qui utilise les dattes comme recette de traitement traditionnelle.

Le troisième est le domaine cosmétique, qui utilise des recettes cosmétiques principalement liées aux maladies de la peau. Dont l'efficacité réside dans le rôle des composants qui composent les dattes

-Dans les différents produits cosmétiques, culinaires et médicinaux répertoriés, les dattes Al-Ghars constituent la principale source à 99 % et les boissons produites sont de véritables produits biologiques.

**Tableau 010-5. Domaines d'utilisation des dattes (Senoussi et al., 2017)**

Domaines	Produits
<b>Culinaires</b>	Vinaigre de dattes takarwyt (boisson de dattes à base de plusieurs l'encens bigaradier ; girenfle ) Rob (sirop de dattes) Déffi (wazwaza)=boisson de dattes et de la plantes médicinales
<b>Thérapie (type Ghars)</b>	Gynécologie Expectorante (traitement de la toux) Anxiolytique (Enfants)
<b>Cosmétique</b>	Embellissement du visage Traitement de la peau l'encens

### **I.1.8. Transformations de dattes**

Selon (Mimouni, 2015), les dattes sont l'un des éléments de base de l'alimentation de la majorité de la population des zones désertiques et sont considérées comme l'un des piliers les plus importants de l'économie de l'État dans le secteur agricole, et l'abondance des

rendements en dattes a permis d'adopter des méthodes technologiques et biotechnologiques avancées.

### **I.1.8.1. Transformations par voie biotechnologie**

Il s'agit d'une évaluation indirecte qui concerne généralement les dattes de faible valeur. Elles peuvent être utilisées pour fabriquer certains produits comme le vinaigre, la levure, l'acide acétique, l'éthanol (Mimouni, 2015)

### **I.1.8.2. Transformations par voie technologie**

Elle est obtenue par pétrissage de dattes molles ou ramollies par hydratation. Elle est généralement destinée à la fabrication de pâte de dattes.

Aux Émirats Arabes Unis, de nombreux produits à base de dattes étaient fabriqués, notamment des pâtes de dattes aromatisées aux graines de certaines plantes (hélim) ou décorées (avec : amandes, fruits secs, recouvertes de chocolat... et autres) dans l'usine Al Foah (Mimouni, 2015).

Farine de dattes : Cette farine est préparée à partir de dattes séchées courantes, elle est riche en sucres et est utilisée telle quelle (pour les enfants) et dans les biscuits (préférence améliorée) (Siboukeur et Lakhdari, 1998 ; Ait-Ameur, 2001).

Autres produits : Actuellement, les populations des régions phéniciennes continuent de développer un certain nombre de produits à valeur ajoutée qu'ils utilisent dans leur alimentation, tels que (jus de dattes, rob, takrawit, confiture, sirop de dattes...etc (Mimouni, 2015).

## **I.2. Sirope du datte**

### **I.2.1. Définition**

Selon (DJAFRI; 2020) C'est un produit naturel extrait des fruits de datte, de consistance liquide et concentrée. Le sirop de dattes peut également être utilisé comme édulcorant.

-Préférentiellement toutes les dattes de qualité secondaire peuvent être utilisées pour fabriquer du sirop de dattes (Munier, 1973 ; El-Ogaidi, 1987).

-Il est également considéré comme un sucre inverti naturel car il contient un pourcentage à peu près égal de glucose et de fructose et une petite quantité de saccharose, qui peut être

transformé en sucres simples sous l'influence de la chaleur et de l'acidité du milieu lors du processus d'extraction (El-Ogaidi, 1987).

## **I.2.2. Les principales caractéristiques de sirop de datte**

### **I.2.2.1. Propriétés physico-chimiques du sirop de datte**

#### **a- Viscosité**

La viscosité est une propriété physique importante du sirop de dattes, car elle détermine les conditions de stockage de ce produit. Le sirop de dattes se caractérise par la présence d'une relation inverse entre la viscosité et la teneur en eau, car la viscosité de cette dernière augmente à mesure que la teneur en eau diminue. Car il est proportionnel au pourcentage de matières solides qu'il contient, ce qui lui confère un pouvoir sucrant élevé. Le sirop de 72 à 75% de teneur en matières sèches, a une viscosité de 500 centpoises (Guerin et al, 1982).

Selon Abdelfattah (1990), Le sirop de dattes est un produit très visqueux en raison de sa faible humidité. Cette propriété empêche la propagation des micro-organismes et maintient la qualité du produit pendant deux ans.

#### **b- Densité**

La densité moyenne du sirop est fonction de sa concentration finale. La densité est très élevée, grâce au niveau de solides solubles qu'il contient. Ce caractère permet leur stockage pendant une longue durée (Ganbi, 2012).

#### **c- Aspects bactériologiques**

L'activité de l'eau et au couple pH/température du milieu sont des facteurs qui contrôlent le développement des microorganismes (Multon, 1992).

Humidité du sirop de dattes est égale à 25%. Cette propriété le protège des risques d'altérations microbiennes (Abdelfattah, 1990).

### **I.2.2.2. Propriétés organoleptiques du sirop de datte**

#### **a. Goût**

Le sirop de dattes a un goût relativement sucré, en raison de la quantité de fructose qu'il contient, qui est capable de lui donner du goût sucré. Son goût rappelle celui de la datte dont il est issu (Entezari et al., 2004).

**b. Couleur**

Le sirop de dattes est un produit stable de couleur brune plus ou moins foncé (**Munier ;1973**). Il peut prendre une couleur rouge-noir lorsqu'il est placé dans des flacons transparents (**Abdelfattah, 1990**).

**I.2.3. Composition biochimique du sirope des dattes**

Le sirop de dattes contient un mélange de sucres qui ont la même valeur énergétique sur le plan nutritionnel et se différencient par un certain nombre de propriétés.

**Tableau 0-6 Composition biochimique du sirop de dattes**

Composition en %	Mimouni et Siboukeur (2011) (variété Ghars)	Al-Khateeb; (2008)	Al-Eid (2006)
<b>Teneur en eau</b>	13.7	16	13.5
<b>Solides solubles</b>	86.3	84	86.5
<b>Sucres totaux</b>	80.73	79.45	81
<b>Sucres réducteurs</b>	79.96	74.83	80
<b>Saccharose</b>	0.77	4.87	1
<b>Protéines</b>	1.15	0.83	2.2
<b>Pectines</b>	3.86	1.46	1.8

**I.2.4. Différent méthodes d'élaboration de sirope de datte**

**I.2.4.1. Extraction par pressurage**

Ce procédé est basé sur le principe de la pression. Cette dernière a l'avantage d'obtenir un liquide sirupeux, et constitue également un moyen de conserver les dattes molles (**Ibrahim et Khalil, 1997**).

-Ce processus a permis d'obtenir un sous-produit qui aspect au miel d'abeille à partir des dattes emballées dans des sacs en toiles (Btana). L'inconvénient de cette technologie est son

faible rendement, qui varie de 10 à 15 % (El-Ogaidi, 1987; Abdelfattah, 1990 ; Ibrahim et Khalil, 1997).

#### **I.2.4.2. Extraction par cuisson à basse température dans l'eau**

Ce procédé est utilisé en Irak. Il consiste à tremper les dattes dans de l'eau tiède pendant plusieurs heures. Les fibres et les noyaux sont filtrés et retirés de ces derniers, et l'extrait résultant est remis au chauffage de nouveau à un feu doux pour que l'eau s'évapore et que la concentration augmente. L'inconvénient de cette technique réside dans le fait que le jus qui n'a pas toujours la même concentration, celle-ci est souvent faible, d'où risque de fermentation (El-Ogaidi, 2000).

#### **I.2.4.3. Extraction par trempage dans l'eau à haute température**

Cette méthode est la plus utilisée, particulièrement en Irak. Ce processus d'extraction est réalisé par chauffage à une température de 90°C. Ce chauffage permet une extraction plus poussée. L'extrait obtenu après filtration contient des impuretés qui sont séparées de la solution sucrée par "carbonatation " (El -Ogaidi, 2000).

#### **I.2.4.4. Extraction avec enzymes (cellulase et pectinase)**

Les enzymes pectinase et cellulase sont des enzymes bien connues qui facilitent l'extraction du jus de divers fruits, y compris les dattes. Dans cette méthode, les enzymes cellulase et pectinase ont été utilisées pour extraire du jus de datte de haute qualité. Le traitement du jus de datte avec les deux enzymes seules a entraîné une augmentation du sucre extrait d'environ 18 %, tandis que l'utilisation simultanée des deux enzymes a entraîné une augmentation d'environ 46 % de ce facteur (Bahramian et al ;2011)

- Il a également été démontré que l'utilisation d'enzymes pectinase et cellulase parmi les différents procédés d'extraction dans la production du sirop de dattes conduit à une extraction optimale des matières solides solubles de 68% par rapport à l'échantillon blanc de 35% sans traitement enzymatique (Al-Hooti et al ;2002)

#### **I.2.4.5. Extraction par diffusion**

Cette méthode est basée sur la macération de dattes dans l'eau maintenue à 80°C durant 24 heures. Le principe est basé sur le passage, selon les lois de diffusion par transport passif, Le jus est ensuite condensé après filtration et passage sur étamine pour obtenir un produit concentré ayant un degré de Brix compris entre 72 – 750Brix, a température 60°C. Cette

température est choisie pour éviter la déstabilisation des sucres (caramélisation, la formation des dérivés furfuralique ) (Mimouni et Siboukeur, 2011).

### I.2.5. Valeur nutritionnelle de sirope de dattes

Le sirop de dattes représente une riche source de sucres, notamment de glucose et de fructose, de minéraux dont le potassium, le calcium, le magnésium et le fer, ainsi que d'acides organiques. Le sirop de dattes est également considéré comme une bonne source de besoins nutritionnels, ce qui permet de l'utiliser comme ingrédient dans le développement de produits alimentaires fonctionnels. De plus, le sirop de dattes contient un pourcentage élevé de sucre et est donc utilisé comme édulcorant à la place du sucre blanc, qui n'a aucune valeur nutritionnelle (Derouich et al , 2020)

- Le sirop de dattes est riche en calories et en vitamines des groupes B et C (Al-Hooti et al ;2002), il est donc considéré comme une source importante de flavonoïdes, d'acide ascorbique, d'acides phénoliques et de caroténoïdes (Abbe et al ;2023). Ces composés actifs combattent l'hydrogène et les radicaux libres et décomposent les peroxydes (Al-Mamari et al 2014).

### I.2.6. Utilisation de sirop de datte

Selon (Mimouni et Oumelkheir , 2009) le sirop de dattes a de nombreuses utilisations en raison de sa teneur élevée en sucre. Ses utilisations comprennent :  
-Comme sucre liquide dans de nombreux aliments (des confitures d'organes, des boissons concentrées, la crème glacée au chocolat, des bonbons des produits de boulangerie des produits alimentaire bio).

-Comme agent aromatisant pour les produits laitiers à savoir le lait fermenté.

Sirop de datte utilise comme édulcorant à la place du sucre blanc et comme ingrédient dans le développement de produits alimentaire fonctionnels (Derouich et al , 2020)

# *Chapitre II*

## *Spiruline*

### II.1. Définition

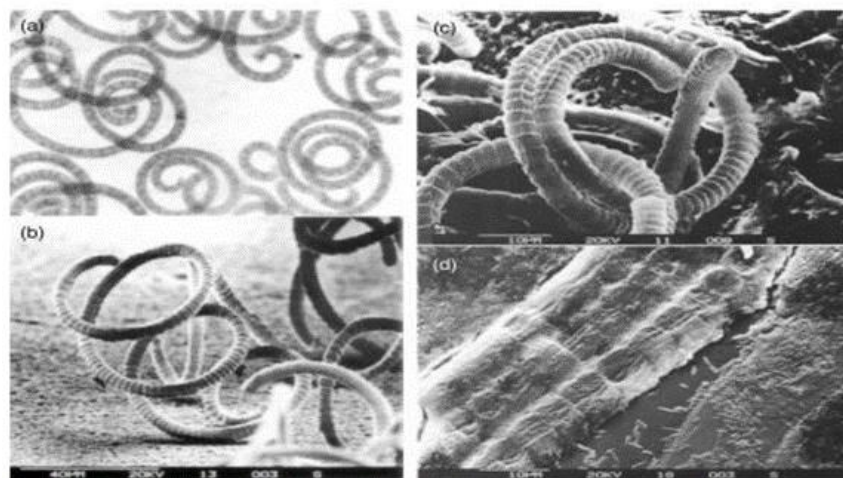
La Spiruline est une cyanobactérie, vieux comme le monde dont le nom scientifique est "cyanobactérie *Arthrospira platensis* " se présente sous la forme bleu -vert, multicellulaire, enroulée en spirale, mobile et non ramifiée, appelée trichome. Elle vit par photosynthèse comme les plantes et pousse naturellement dans les milieux liquides tels que les lacs salés et alcalins des régions chaudes du globe (**Jordan, 1999 ; Cruchot, 2008**)

- Ces caractéristiques biologiques font qu'elle situe à la frontière du monde bactérien et du monde végétal. Bactérie parce qu'appartenant au groupe des cyanobactéries, végétal parce que microalgue puisant son énergie à la photosynthèse, et dépourvue de cellulose (**Giraldine-Andréani, 2005**).

Elles sont incapables de fixer l'azote de l'air, car elles ne disposent pas de structures spécialisées appelées hétérocystes, contrairement à certaines autres cyanobactéries (Anabaena, Nostoc) (**Cruchot, 2008**).

En effet, elle est classée parmi les « algues bleu-vert », ce pour plusieurs raisons (**Cruchot,2008**) :

- Son habitat aquatique,
- La présence d'un système photosynthétique producteur d'oxygène,
- Son aptitude à développer des biomasses importantes,
- Sa morphologie proche de celle des algues,
- Sa couleur liée à sa teneur en pigments bleu (phycocyanine) et vert (chlorophylle).



**Figure II-1 : morphologie de la Spiruline : (a)- sous microscope optique (b) Micrographie électronique d'*Arthrospira platensis* (c)- Micrographie électronique d'un trichome d'*Arthrospira platensis*(d) Micrographie électronique de non axénique de *S. platensis* (Ciferri, 1983)**

### II.2. Taxonomie

La Spiruline était à l'origine considérée comme une algue. En 1960, les procaryotes et les eucaryotes ont été définis sur la base de la différence d'organisation cellulaire : les procaryotes regroupent les organismes dépourvus de compartiment cellulaire tandis que les eucaryotes regroupent ceux qui possèdent des organites c'est à dire des nucléoles et des mitochondries (Durand-Chastel, 1993). En 1962, Stanier et al (Stanier, 1974 ; Stanier et Van Niel., 1962) constataient que cette algue bleue verte était dépourvue de compartiments cellulaires, et donc faisait partie des procaryotes ; ils proposaient de désigner ce microorganisme « Cyanobactérie » On la classe selon Ripley Fox (1999) dans:

- Règne Monera
- Sous règne Prokaryota
- Phylum Cyanobacteria
- Classe Cyanophyceae
- Ordre Nostocales
- Famille Oscillatoriceae
- Genre *Arthrospira*
- Espèce *Arthrospira platensi*

### II.3. Reproduction

La reproduction de la Spiruline, asexuée, se fait par division des filaments (Jourdan ;2006). Le cycle de vie biologique de la Spiruline repose sur un filament en maturité forme des cellules spéciales appelées nécrie ; Elles se différencient des autres cellules par leur aspect biconcave et sont assimilées à des disques de séparation s, au niveau de ces cellules le trichome se fragmente pour donner naissance à de nouveaux individus de courtes chaînes (2 à 4 cellules) appelées hormogonie. Par division binaire des cellules, les hormogonies croissent en longueur et prennent la forme typiquement hélicoïdale (Figure II-2) ( Cefferri et al ;1983)

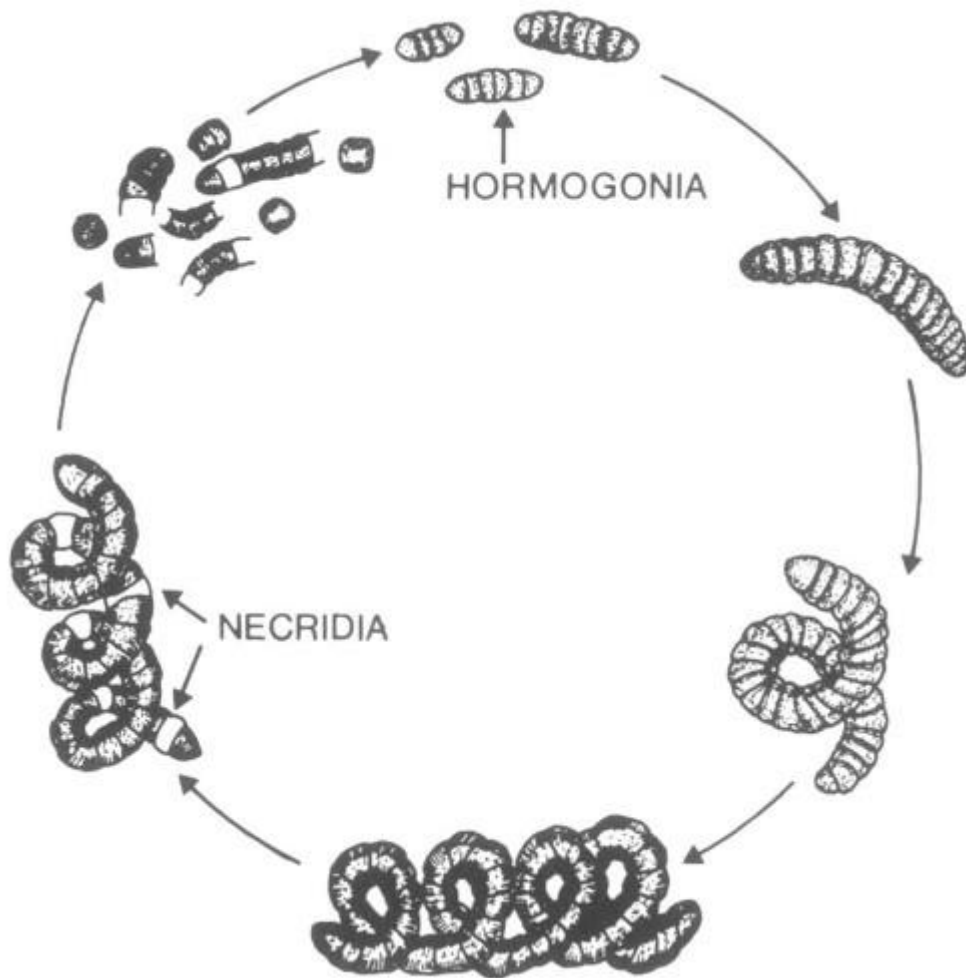


Figure II-2 : Cycle biologique de la Spiruline (Ciferri et al., 1983)

#### II.4. Différentes méthodes de production

La Spiruline est produite à plusieurs niveaux, artisanal, semi-industriel et industriel. Quel que soit le mode de production, cela dépend des mêmes étapes, mais elles diffèrent par la taille de l'investissement (moyens et matériaux utilisés), la surface de production. Les étangs de culture et d'exploitation, le tonnage des produits et le développement des techniques de production (Charpy et al., 2008).

##### II.4.1. Production artisanale

Selon (Ahounou, 1992) Historiquement, ce mode de culture a été initié par Ripley FOX pour lutter contre la malnutrition dans les pays en voie de développement. Durant ces dernières années ce mode de production n'a cessé de croître, soutenu par de nombreuses ONG

Ces systèmes nécessitent peu d'apports énergétiques. Les équipements sont conçus pour la possibilité que le travail soit rural et nécessitent un bon sens de l'ingénierie. Certaines

exploitations artisanales peuvent également présenter des caractéristiques d'exploitations semi-industrielles. Le contrôle de la qualité s'effectue tout au long de la période de production. Destinés à des fins humanitaires ou en partie à des fins de marketing commercial (Charpy et al, 2008).

### II.4.2. Production semi-industrielle

Dans les pays en développement, les techniques utilisées dans les fermes artisanales sont les mêmes que celles utilisées dans les fermes semi-industrielles. Elles sont destinées à des fins humanitaires et commerciales. Leur objectif est la durabilité et l'indépendance grâce à la vente de leurs produits (Charpy et al., 2008).

### II.4.3. Production industrielle

La culture industrielle de la Spiruline est intensive et très technique. La culture réalisée dans des bassins de formes diverses, de grande surface (plusieurs hectares) agités mécaniquement. La Spiruline est séchée par atomisation. Son produit final séché par atomisation est de moins bonne qualité que le produit frais, et même au produit séché artisanalement, et ne plaît pas à certains consommateurs qui lui trouvent une odeur forte.

L'investissement est élevé et les productions peuvent atteindre des centaines de tonnes ; Cependant, il n'est pas la portée des populations qui en ont le plus besoin (Jourdan, 2006).

## II.5. Culture de la Spiruline

Naturellement, la Spiruline présente dans les eaux saumâtres et les lacs salins. On la trouve dans les eaux chaudes, douces et alcalines, ainsi que dans certains lacs comme le lac Tchad en Afrique et le lac Lonar en Asie. Il peut également être cultivé dans un milieu contrôlé notamment dans les photobioréacteurs grâce à la synthétisation du milieu de culture (Niangoran, 2017)

### II.5.1. Condition de culture

Il existe trois facteurs essentiels déterminants pour la culture de la Spiruline La température, la lumière et le PH.

#### Température

La Spiruline pousse idéalement lorsque la température du milieu de culture est de 37°C. A une température de 20°C, sa croissance est pratiquement nulle et il meurt à une température de 43°C (degré mortel) (Fox, 1999).

### Le pH

La culture de la Spiruline le pH sera entre 8.5 et 10.5 (**Jordan, 1999**), naturellement, la Spiruline a tendance à alcaliniser le milieu. En effet le CO<sub>2</sub> dissous dans l'eau, une fois mobilisé par la Spiruline, libèrent des ions carbonates (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) qui en s'hydrolysant vont libérer des ions OH<sup>-</sup> (**Danesiet al, 2004**)

### Lumière

La lumière influent directement sur la croissance de la Spiruline qui assuré par la photosynthèse. Cette dernière et une intensité lumineuse élevée peuvent conduire à une photolyse, il est convenable de vérifier deux conditions nécessaires (**Fox, 1999**) :

\* Ensemencer le bassin avec assez d'algues

\* Une agitation suffisante

D'autres facteurs moins importants seront aussi à prendre en compte comme le Salinité et l'agitation du milieu.

### II.5.2. Milieu de culture

Il s'agit d'une reproduction artificielle du milieu dans lequel la Spiruline croît naturellement. Composé d'eau et les éléments nutritifs (**Jourdan, 2014**).

Les Spirulines vivent dans une eau à la fois salée et alcaline. Pour la culture, il est préférable d'utiliser de l'eau potable, ou au moins de la filtrer, et le plus important est d'éliminer les algues étrangères ; De plus, il devrait être le milieu de culture de la Spiruline doit être apporté tous les éléments suivants (**Jordan, 1999**) :

- **Bicarbonate de sodium (NaHCO<sub>3</sub>):** est la source d'alcalinité, qui peut aussi apporté par le natron ou l'eau de cendre
- **Le phosphore (P):** est indispensable pour la photosynthèse, apporté par n'importe quel Orthophosphte soluble.
- **L'azote :** est un constituant important des acides aminés, qui apporté principalement par l'azote atmosphérique, et aussi l'urée.
- **Le carbone(C) :** c'est la nourriture principale de la Spiruline, qui apport principalement par le gaz carbonique, et aussi le sucre.
- **Les métaux :** essentiellement le fer, le bore et le magnésium.

Tableau II.1 : Analyse d'un milieu de culture typique (Fox, 1999).

Éléments	Concentration en mg/L
<b>Bicarbonate</b>	2800
<b>Phosphate</b>	614
<b>Sulfate</b>	25
<b>Chlorure</b>	350
<b>Sodium</b>	3030
<b>Potassium</b>	4380
<b>Magnésium</b>	642
<b>Calcium</b>	10
<b>Ammonium</b>	5
<b>Ammoniac</b>	5
<b>Fer</b>	1

## II.6. Aspect nutritionnel

La Spiruline est un aliment naturel qui a des valeurs nutritionnelles exceptionnelles en protéines, lipides, glucides et vitamines.

**Protéine :** Les protéines représentent entre 50 et 70% du poids sec, ces valeurs sont tout à fait exceptionnelles, même parmi les micro-organismes. D'un point de vue qualitative, les protéines sont complètes car les acides aminés essentiels représentent 47% du poids total des protéines (Bujard Et Al., 1996).

### Glucide

Les glucides constituent globalement 15 à 25% de la matière sèche des Spirulines. La plupart des glucides sont composés de polymères ( glucosannes aminés =1.9% du poids sec; rhamnosannes aminés =9.7%; glycogène =0.5%) (Ciferri, 1983;Flaquet et Hurni, 2006)

### Lipide

La composition totale des graisses de la Spiruline se caractérise par un bon équilibre entre les acides gras saturés et polyinsaturés. La composition acide révèle la présence d'un pourcentage élevé d'acides gras, dont oméga-3 et des oméga-6 qui préviendraient l'accumulation de cholestérol dans l'organisme (**Hug et Von der wied, 2011**)

Ces lipides totaux peuvent être séparés en une fraction saponifiable (83%) et une fraction insaponifiable (17%), contenant essentiellement des paraffines, des pigments, des alcools terpéniques et des stérols (**Clément, 1975**)

### Vitamines

La Spiruline est une algue vitaminée, elle est la deuxième source de vitamine B1 derrière la levure de bière. Elle contient aussi une concentration relativement élevée de provitamine A, vitamine B 12 et  $\beta$ -carotène (Belay, 1997; Sall Et Al, 1999; Cruchot,2008)

### Minéraux et Oligoéléments

Les oligoéléments ou éléments traces présents dans la Spiruline sont le fer ; zinc ; magnésium ; calcium ; sélénium ; l'iode, le fluor, le chrome ; cuivr; les autres éléments, S'ils sont en grande quantité, ils sont considérés comme des minéraux (Avino et al., 2000)

**Pigments** On appelle l'algue Spiruline l'algue bleue, mais on la voit verte. Ce dernier donne une couleur rose qui contient tous les pigments des plumes de flamant rose. Elle contient des chlorophylles dont la chlorophylle a (typique des végétaux), des caroténoïdes dont le principal est le  $\beta$ -carotène et des phycobiliprotéines telles la phycocyanine et la phycoérythrine. (Pierlovisi, 2007).

**Tableau II-1:Teneurs en pigments exprimées mg pour 10g de matière sèche de Spiruline**

Pigments	Teneur en mg/10g
<b>Chlorophylles totales</b>	115
<b>Chlorophylle a</b>	61-75
<b>Caroténoïdes (orange)</b>	37
<b>Phycocyanine (bleu)</b>	1500-2000
<b>Phycoérythrine (rouge)</b>	2900-10000

### II.7. Domaine d'application

La Spiruline est utilisée (Charpy, 2008) :

- Pour la santé, une alimentation équilibrée, et pour renforcer le système Immunitaire
- Dans l'agroalimentaire, comme colorant naturel dans les chewing gums, sorbets, sucreries, produits laitiers, boissons non alcoolisées comme la menthe.

- En cosmétique dans les masques cryogéniques et crèmes anti-âge, par son action sur le renouvellement cellulaire et la tonicité des tissus
- A usage animal, complément nutritionnel en aquariophilie, en aquaculture pour favoriser la croissance et la fertilité, et augmenter les performances des animaux.

# **Partie II**

## ***Partie Pratique***

# **Chapitre I**

## ***Matériels et méthodes***

Ce travail s'est distingué par la préparation d'un produit alimentaire représenté par le sirop de dattes à la Spiruline, la Spiruline utilisée a été fabriquée à la ferme biologique (Bio-Farm Al-Kiram) dans l'Etat de Biskra, et le sirop a été préparée localement. Des analyses sont effectuées sur les matières premières (Spiruline, sirop de dattes) et le produit final.

La partie expérimentale comporte 6 étapes :

1. Préparation du sirop de dattes
2. Apportez de la Spiruline, broyez-la et filtrez-la
3. Mélanger la Spiruline avec du sirop de dattes dans deux formulation différentes :
  - Première formulation : 95% sirop de dattes + 5% Spiruline
  - Deuxième formulation : 90% sirop de dattes + 10% Spiruline
4. Caractérisation biochimique et physicochimique et microbiologique de la Spiruline et le sirop de dattes et le produit finale
5. Détermination de la valeur énergétique
6. Teste de dégustation

### **I.1. Matériels**

#### **I.1.1. Matériels biologiques**

##### **Paillette de Spiruline**

Obtenus à partir de l'unité de production de l'état de Biskra pour la production d'algues Spiruline (Bio-Farm Al-Kiram). Ils sont commercialisés sous forme de paillette qui ont été utilisés dans la préparation du produit final (Figure I-1.)



Figure I-1. paillette de Spiruline

### Les dattes

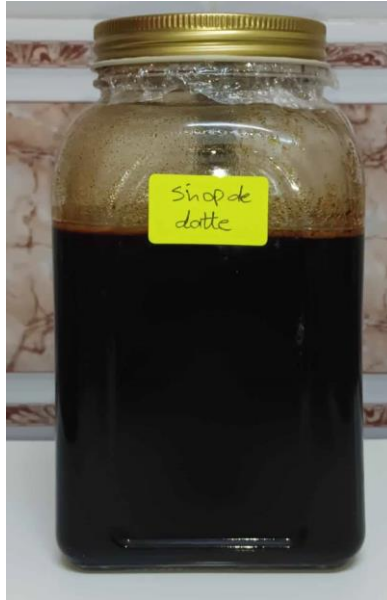
Les dattes Ghars ont été utilisées, (Figure I-2.). Cette variété appartient aux dattes molles. Elle a été achetée en octobre dans la région d'El-Oued pour préparer du sirop de dattes.



Figure I-2. Les dattes Ghars

### Sirop de dattes

Il était préparé traditionnellement à la maison à partir de la matière première Ghars (Figure I-3.)



**Figure I-3. Sirop des dattes**

#### **I.1.2. Matériels non biologiques**

Il comprend divers appareils, outils, verrerie et divers produits chimiques (Annexe 1 )

#### **I.2. Méthode d'analyse**

##### **I.2.1. Processus de préparation du sirop de dattes**

Avant le mélange et l'analyse, les dattes en 19/11/2023 ont subi des processus de transformation par une méthode artisanale, pour produire du sirop de dattes traditionnelle. Les différents processus sont résumés dans le diagramme suivant. (Figure I-4).

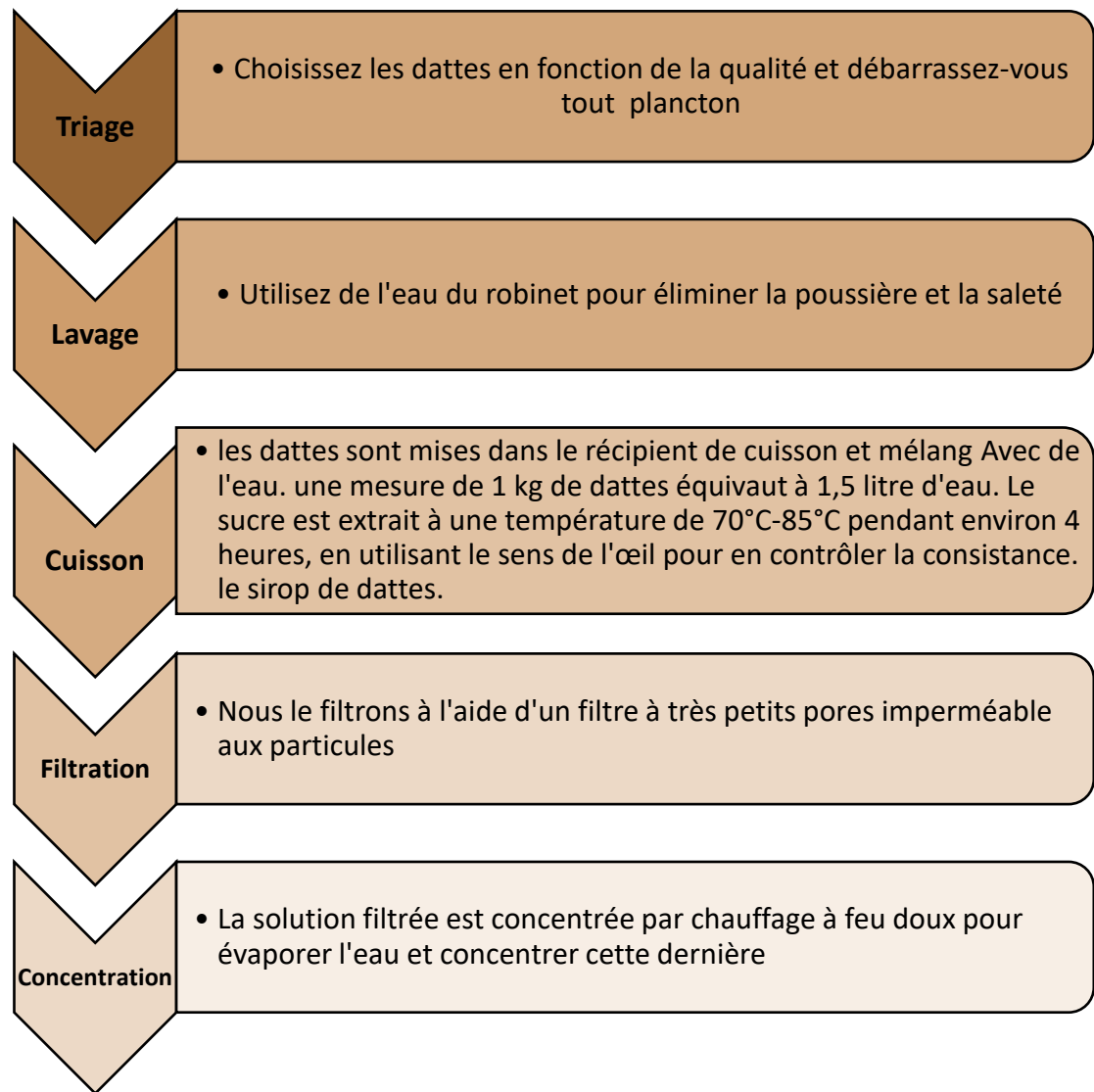


Figure I-4 : Diagramme sur les Processus de préparation de sirop de dattes

### I.2.2. Traitement de la Spiruline

Avant d'ajouter la Spiruline au sirop de dattes, celle-ci était traitée de deux manières différentes.

- Broyage : Ceci est fait pour le convertir des paillettes en poudre à l'aide d'un mélangeur électrique (Figure I-5 a.).
- Tamisage : dans le but de préférer les particules les moins fines aux plus fines (Figure I-5 b)

Répétez le processus jusqu'à ce que le montant total soit bien ramolli.



a. paillettes de spiruline



b. poudre de spiruline

**Figure I-5. Transformation de Spiruline**

### **I.2.3. Incorporation de la Spiruline dans le sirop de dattes**

Mélanger la Spiruline avec du sirop de dattes en deux concentrations différentes (Figure I-6.) :

- Formulation 5% Spiruline : 700 g de concentration est composé de 35g poudre de Spiruline et 665 g sirope de dattes
- Formulation 10% Spiruline : 700 g de concentration est composé de 70g poudre de Spiruline et 630 g sirope de dattes

Les deux préparations sont conservées dans des boîtes en verre propre et stérile



**Figure I-6. Incorporation de la Spiruline dans le sirop de dattes**

### I.2.4. Analyses biochimiques

Étant donné que la détermination de la valeur nutritionnelle dépend de la détermination des niveaux totaux de sucre, de protéines et de graisses dans l'échantillon, des analyses biochimiques des matières premières et du produit final ont été réalisées.

#### I.2.4.1. Dosage de protéines

Méthode de Kjeldahl (ISO 5983)

##### Principe

Digestion de la prise d'essai à l'aide d'acide sulfurique pour convertir l'azote protéique en sulfate d'ammonium, en ajoutant du sulfate de potassium et la présence d'un catalyseur pour accélérer la réaction, distillation de l'ammoniac libéré qui recueilli dans une solution d'acide borique, est titré par une solution d'acide sulfurique ou chlorhydrique.

La teneur en protéines brutes est obtenue en multipliant le résultat par le facteur de conversion conventionnel de 6,25.

##### Mode opératoire

###### 1- Prise d'essai

- ✓ Peser 1 g d'échantillon sur un récipient approprié

###### 2-Digestion

- ✓ Transférer la prise d'essai dans le tube de digestion
- ✓ Deux comprimés de catalyseur (3,5 g de sulfate de potassium et 0,4 g de sulfate de cuivre (II) pentahydraté par comprimé)
- ✓ 12 ml d'acide sulfurique concentré ( $H_2SO_4$ ) 98%
- ✓ Accrochez les plaques sur un porte-éprouvette puis placez-les dans un bloc de digestion chauffé à 450°C .
- ✓ Laisser refroidir
- ✓ Distillation de l'ammoniac :Transférer le tube vers la digestion
- ✓ Laisser refroidir les tubes puis ajouter de l'eau distillée (volume total 80 ml)
- ✓ Placer un erlenmeyer contenant 25 ml à 30 ml de solution concentrée d'acide borique sous la sortie du condenseur.
- ✓ Ajuster l'unité de distillation pour distribuer 50 ml de solution d'hydroxyde de sodium
- ✓ Le temps de distillation dépend de la vapeur .

### 3-Titrage

Titrer la solution de l'erlenmeyer avec la solution e d'acide chlorhydrique (0.1N). Le volume de cette dernière se lit dès la première trace de couleur rose

#### Mode de calcul

$$P\% = \frac{(V1 - V0) \times T \times 14 \times 100}{m \times D \times 1000}$$

Avec :

P : Teneur en protéines sur matière sèche

m : La masse de la prise d'essai en gramme

v<sub>1</sub> : Volume (ml) d'acide chlorhydrique utilisé dans le titrage de l'échantillon

v<sub>0</sub> : Volume (ml) d'acide chlorhydrique utilisé dans l'essai à blanc

14 : Indice d'azote.

6,25 : Facteur de conversion

#### I.2.4.2. Dosage de sucre

Méthode phénol-acide sulfurique (Dubois)

#### Principe

Le glucose est converti en hydroxyméthylfurfural dans les milieux acides, et ce dernier forme avec le phénol un complexe vert avec un maximum d'absorbance à 490 nm.

- **Cas de Spiruline**

- ✓ Peser 0.1g de Spiruline et ajouter 5 ml d'acide chlorhydrique 2.5N  
Placer le mélange dans un bain-marie à 100°C pendant 3 h pour Hydrolyser  
Refroidir à température ambiante.
- ✓ Ajouter du Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> jusqu'à ce que le pétilllement cesse
- ✓ Ajouter de l'eau distillée (volume total 100 ml)
- ✓ Placer 0.3 ml de solution dans un tube avec 0.7ml d'eau distillée et ajouter 1ml solution de phénol (5%) et 5ml d'acide sulfurique concentré (96%) en agitant à chaque ajout.
- ✓ Préparer échantillon de référence de la même manière en ajoutant 1 ml d'eau distille
- ✓ Placer les tubes au bain-marie pendant 20 min à entre 25-30°C degrés après 10 min de repos

La lecture est effectuée après refroidissement à 490 nm contre l'échantillon à référence

### Préparation du protocole d'étalonnage

- ✓ Prélever 10 ml de solution de glucose à 0,1% (solution mère) et ajouter 90 ml d'eau distillée (solution fille) . Ensuite, on met dans chaque tube 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 de la solution fille et on la complète avec 1 ml d'eau distillée et on ajoute 1 ml de solution de phénol à 5% et 5 ml de solution d'acide sulfurique concentrée (96%) sous les mêmes conditions utilisées pour l'échantillon.
- ✓ Déterminez le taux de sucre en vous référant à la courbe d'étalonnage

### Mode de calcul

$$GT\% = \frac{X}{0.1} \times 100 \times \frac{100}{100 - H}$$

GT : Taux des carbohydrates.

X : Absorbance de 0,1 ml de la solution à analyse

H : Humidité de l'échantillon.

#### • Cas de sirop de datte et le mélange

- ✓ Prélevez 10 g de l'échantillon, mettez-le dans un bécher de 250 ml, ajoutez 90 ml d'eau distillée et placez-le au bain-marie pendant 30 min à 100°C pour l'extraction. Ensuite, nous filtrons la solution et la complétons avec de l'eau distillée.
- ✓ Ajoutez 10 ml d'acétate de plomb à 10 % dans chaque bécher pour décomposer les protéines, et agiter par l'agitateur jusqu'à ce qu'un sédiment soit visible au fond, puis filtrez-le.
- ✓ On ajoute 1 g de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> pour précipiter l'acétate de plomb, puis on filtre la solution
- ✓ Dilution la solution jusqu'à 1/1000.
- ✓ Préparer la gamme d'étalonnage (Expliqué précédemment)
- ✓ Ajouter 0,1 ml de phénol et 3 ml d'acide sulfurique à la solution à analyser et à la gamme d'étalonnage, puis laisser réagir 10 min, puis placer les échantillons au bain-marie pendant 20 min à haute température entre 25-30°C.
- ✓ La lecture se fait dans un spectrophotomètre 490nm
- ✓ Déterminez le taux de sucre en vous référant à la courbe d'étalonnage

**Mode de calcul**

$$S\% = \frac{X \times D \times V}{10^5 \times P} * 100$$

Avec :

S% : le pourcentage des sucres totaux

V : le volume de solution d'extraction

D : la dilution de la solution mère

X : la concentration de l'échantillon

P : poids en (g) de la prise d'essai

**I.2.4.3. Dosage des lipides**

**Principe**

Déterminer la quantité de graisse en utilisant l'éther de pétrole comme solvant selon la méthode d'extraction SOXHLET

**Mode opératoire**

- ✓ Peser le ballon lorsqu'elle est vide
- ✓ Placer 2 à 5 g de l'échantillon dans la cartouche
- ✓ Ajouter 250 ml d'éther de pétrole
- ✓ Chauffez le chauffe ballon à 60°C et placez-y le flacon
- ✓ Ajuster le Soxhlet sur le ballon
- ✓ Faites fonctionner le réfrigérant et le chauffe ballon en même temps
- ✓ Nous effectuons le processus d'extraction pendant 6 h maximum (extraction idéale)
- ✓ Concentration d'éther utilisant rotavapeur
- ✓ Sécher l'extrait au four pendant 1 à 2 heures à une température de 100°C degrés en dessous de zéro
- ✓ Effectuer le processus de séchage jusqu'à atteindre un poids stable

**Mode de calcul**

$$MG\% = \frac{B_p \times B_v}{P} \times 100 \times \frac{100}{100 - H}$$

Avec :

MG : Taux de la matière grasse, exprimé en pourcentage (%) en masse.

B<sub>p</sub> : Masse, en grammes, du ballon plein (après extraction).

B<sub>v</sub> : Masse, en grammes, du ballon vide

P : Masse, en grammes, de la prise d'essai initiale.

H : Humidité de l'échantillon.

**I.2.5. Valeur énergétique**

La valeur énergétique des matières premières et du produit final est calculée en appliquant l'équation suivante :

$$\text{Valeur énergétique en Kcal} = 4 \text{ glucides} + 4 \text{ protéines} + 9 \text{ lipides}$$

**I.2.6. Analyse physicochimique**

Cela se fait en mesurant l'humidité, les cendres et le pH de l'échantillon pour contrôler la qualité.

**I.2.6.1. Taux en cendres (JOA N°35/2013)**

**Principe**

Brûler la pièce à tester dans un four à moufle à une température de (550 ± 10)°C jusqu'à ce que la matière organique termine la combustion (obtention de cendres blanches de poids constant)

**Mode opératoire**

- ✓ Nettoyez bien les capsules avec une solution hydraulique, de l'eau courante et distillée, et séchez-les au étuve (90 min 130°C)
- ✓ Pesez les capsule vide.
- ✓ Poids 4,9 g et 5,1 g de l'échantillon

- ✓ Placer les capsules au four à température 550°C minimale pendant 4 h
- ✓ Une fois le processus de 'incinération combustion terminé, nous sortons les capsules du four et les plaçons dans le dessiccateur.
- ✓ Peser les échantillons après refroidissement

Les cendres sont exprimées en pourcentage massique

### Mode de calcul

$$C\%(W_{a.d}) = (m_2 - m_1) \times \frac{100}{m_0} \times \frac{100}{100 - W_m}$$

Avec :

C : le taux de cendre exprimé en pourcentage (%) en le matière sèche

M0 : la masse de la prise d'essai (g)

M1 : la masse de la capsule d'incinération (g)

M2 : la masse de la capsule d'incinération et du résidu d'incinération (g)

W<sub>m</sub> : la teneur en eau, en pourcentage par masse de l'échantillon  
cendre exprimé en la matière humide

$$C\% = (m_2 - m_1) \times \frac{100}{m_0}$$

### I.2.6.2. pH : Selon la norme NA.751/ 1990

#### Principe

Mesure du pH à l'aide d'un appareil à double lecture (PH/Température)

#### Mode opératoire

- ✓ Marche l'appareil pH mètre avec accessoire (pour mesurer la température)
- ✓ Rincer les électrodes à l'eau distillée, puis calibrer l'appareil avec deux solutions tampons de pH connu
- ✓ Le processus d'étalonnage a lieu immédiatement avant la mesure
- ✓ Utiliser 100 ml d'eau pour l'analyse et la correction de la température
- ✓ Plonger l'électrode dans le récipient contenant 100 ml de l'échantillon à analyser
- ✓ Agiter Doucement avec la bande magnétique

- ✓ Appuyez sur le bouton (pH/température) et enregistrez le résultat

### I.2.6.3. Humidité

Principe : Sécher une partie de l'échantillon d'essai dans une étuve à une température 130°C et 133°C pendant 2h, jusqu'à obtention d'un poids constant.

#### Mode opératoire

- ✓ Séchez les capsules pendant 15 min à 130°C et laissez-les refroidir dans le dessiccateur (30 et 45 min) puis les peser
- ✓ Pesez 5 g de l'échantillon et mettez-le dans des capsules puis pesez-le
- ✓ Mettre les capsules une étuve.
- ✓ Après séchage, placez les capsules au étuve pendant environ 30 et 45 min
- ✓ Peser les capsules après séchage
- ✓ Teneur en eau du produit exprimée en pourcentage

#### Mode de calcul

$$H\% = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100$$

Avec :

M0 : la masse de la capsule (g)

M1 : la masse de la capsule et de la prise d'essai avant séchage (g)

M2 : la masse de la capsule et de la prise d'essai après séchage(g)

### I.2.6.4. Acidité titrable

#### Méthode NA.10.96.01

Principe : Mesure de l'acidité spécifique dans les conditions précisées au 10.96.01 en utilisant l'hydroxyde de sodium comme indicateur colorimétrique en présence de phénolphtaléine.

#### Mode opératoire

- ✓ Prélever 10 ml de l'échantillon et le mettre dans un bécher de 50 ml
- ✓ Ajouter 20 ml d'eau distillée chaud et refroidie et mélanger jusqu'à l'obtention d'un liquide homogène.

- ✓ Filtrer le liquide dans une fiole jaugée de 100 ml à l'aide de papier filtre et remplir d'eau distillée jusqu'au trait de jauge
- ✓ Prendre 25 ml de liquide dans un bécher
- ✓ Ajoutez quelques gouttes de phénolphaléine dans le bécher et placez-le sous agitation
- ✓ Titrer est solution d'hydroxyde de sodium 0,1N jusqu'à apparition d'une coloration rose pendant 30 s
- ✓ l'acidité titrable est exprimée en grammes d'acide citrique pour 100g de produit

### Mode calcule

$$A\% = \frac{(250 \times V_1 \times 100)}{V_0 \times M \times 10} \times 0.06$$

Avec :

M : Masse de la pris pour d'essai

V<sub>0</sub> : Volume du filtrat pris pour le titrage (ml)

V<sub>1</sub> : Volume de la solution d'hydroxyde de sodium (NaOH 0.1N)

0.06 : Facteur de conversion de l'acidité titrable en équivalent d'acidité acétique

### I.2.7. Analyse microbiologique

Mettre en valeur et garantir la qualité hygiénique des échantillons et du produit final et produire un produit propre à la consommation

#### Préparation des échantillons : norme (ISO 6887 de 1999)

- ✓ Ce processus est effectué dans des conditions stériles
- ✓ Commencer par la dilution la plus élevée lors de l'ensemencement pour éviter de changer de pipette
- ✓ Déterminer le facteur temps de 45 min afin qu'il ne dépasse pas pour la préparation de la suspension, les dilutions et la culture

- **Suspension mère**

Spiruline : 1g de Spiruline dans 10 ml de TSE.

Sirop : 1ml dans 9ml de TSE.

Mélange : 1ml dans 9ml de TSE.

- **Dilutions**

- ✓ Prélever 1 ml de solution mère avec une pipette , le mettre dans un tube(10-1), et ajouter 9 ml de diluant qui est le TSE
- ✓ Prélever 1 ml du premier tube (10-1) avec une pipette stérile, le mettre dans un tube et ajouter 9 ml de diluant qui est le TSE (10-2)
- ✓ Continuez de la même manière jusqu'à remplir le tube (10-3)

### **I.2.7.1. Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (GAMT) (ISO 4833-1)**

#### **Mode opératoire**

- ✓ A partir de dilutions décimales (10-1) et (10-2), on prélève 1 ml avec une pipette stérile et on le place dans deux boîtes de Pétri stériles.
- ✓ Ajouter environ 12ml-15 ml de gélose PCA fondu et refroidi à 44°C et 47°C.
- ✓ Mélanger le l'inoculum avec le milieu de culture en faisant tourner les boîtes de Pétri, puis laisser solidifier sur une surface horizontale froide.
- ✓ Ajouter une deuxième couche du même glucose, environ 4 ml, pour éviter les contaminations.
- ✓ Retourner les boîtes et incuber à  $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$  pendant  $(72 \pm 3)$  h
- ✓ La lecture quotidiennement jusqu'à la fin du l'incubater
- ✓ Les colonies GAMT apparaissent en forme d'épingle
- ✓ Dénombrement les colonies qui se sont développées sur les caisses en tenant compte du facteur suivant :
- ✓ Le nombre de colonies varie entre 15 et 300 colonies.

#### **Mode calcul**

$$N = C \times \text{inverse de la dilution}$$

Avec :

N : Nombres de micro-organismes par gramme de produit analysé.

C : Nombres de colonies de chaque boîte.

### **I.2.7.2. Dénombrement des coliformes totaux (J.O.A 75 du 2017)**

#### **Mode opératoire**

- ✓ Prélever à la pipette 1 ml de la dilution décimale (10-1) à (10-3) et mets-le dans deux boîtes de Pétri vides
- ✓ Verser environ 15 ml de gélose VRBL fondu et laisser refroidir à 44 °C et 47 °C.
- ✓ Bien mélanger le soigneusement l'inoculum dans le milieu de culture et le placer dans un milieu horizontal froid pour solidifier
- ✓ Ajouter une deuxième couche de VRBL, environ 5 ml Après solidification du mélange
- ✓ Après la deuxième couche se solidifier, retournez les boîtes (couvercle en dessous) et placez-les dans l'incubateur 44 °C durant 24 à 48 h (la recherche de Coliformes fécaux, et à une température de 37°C durant 24 à 48 h (la recherche de coliformes totaux)
- ✓ A la lecture après 24 h d'incubation, les colonies sont violettes, leur diamètre est supérieur ou égal à 0,5mm et elles peuvent parfois être entourées d'une zone rougeâtre due à la précipitation de la bile.
- ✓ Dénombrer les boîtes de Pétri contenant entre 15 et 300 colonies
- ✓ Multipliez le nombre de colonies dans la boîte par l'inverse de la dilution

### **I.2.7.3. Dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs (CSR) (J.O.A 51 du 2013)**

#### **Principe**

truire les formes végétales par traitement thermique puis compter les spores ayant résisté à la chaleur, et Préparer le milieu de culture avec des dilutions décimales de l'échantillon pour essai dans des boîtes de Pétri, incuber cette dernière en anaérobiose à 37°C pendant 24 - 48 h, lecture après 24 et 48 h en comptant les colonies caractéristiques de couleur noire.

#### **Mode opératoire**

- ✓ Prélever 1 ml de dilutions décimales (10-1) (10-2) et les placer dans deux boîtes de Pétri -Versez 15 ml de gélose sulfite de fer réfrigéré à des températures entre 44°C et 47°C
- ✓ Ajouter 5 ml du même milieu après solidification du premier milieu

- ✓ Incuber les boîtes de Pétri dans des jarres pour anaérobiose à température 37°C pendant 24 h à 48 h
- ✓ Lecture après 24h et 48h selon du degré de coloration (noire) et de croissance des micro-organismes
- ✓ Un noircissement du milieu de culture peut survenir lors de l'utilisation de tubes plutôt que de boîtes de Pétri.
- ✓ Le nombre de CSR colonies est inférieur à 150 colonies dans la boîte de Pétri et le nombre total de colonies est inférieur à 300 colonies.

### **I.2.7.4. Dénombrement des staphylocoques coagulase positive (J.O.A 68 du 2014)**

#### **Principe**

Ensemencement en surface d'un milieu gélosé raison de deux boîtes pour chaque dilution, incuber les boîtes à 37°C Celsius et lire après 24h et 48h degrés et le nombre de staphylocoques positifs par ml ou g d'échantillon.

#### **Mode opératoire**

- ✓ Prélever 0,1 ml de la dilution (10<sup>-1</sup>) à (10<sup>-3</sup>) et mettre dans deux boîtes de Pétri. Répéter l'opération avec les autres dilutions
- ✓ Versez le gélosé de Baird-Parker dans des boîtes de Pétri d'environ 4 mm d'épaisseur et laisser se solidifier 15 min la température ambiante
- ✓ Incuber les boîtes de Pétri pendant 48 h à température ambiante 37°C
- ✓ Conserver des boîtes contenant au maximum 300 colonies (150 caractéristique et/ou 150 caractéristique) convexe noir ou grises et brillant
  - **Recherche de la coagulase**
- ✓ A l'aide d'un fil stérile, prélever une portion de chaque colonie sélectionnée et l'ensemence dans un tube contenant (bouillon coeur-cervelle) et l'incuber pendant 24 h à 37°C
- ✓ Ajouter 0,1 ml de plasma de lapin au milieu de culture et incuber à 37°C
- ✓ La coagulation est vérifiée après 6 h d'incubation en inclinant le tube si la coagulation est observée à plus de la moitié du volume du liquide (positif), sinon elle n'est pas observée (négatif).

Le nombre de staphylocoques coagulase positive par ml (produit liquide) ou par g (autre produit)

**Mode calcule**

$$N = \frac{\sum a}{V(n_1 + 0.1n_2)d}$$

Avec :

$\sum \alpha$ : Somme des colonies de staphylocoques coagulase positive identifiés sur l'ensemble des boites retenues

V : Volume de l'inoculum appliqué à chaque boite, (ml)

n 1 : Nombre de boites retenues à la première dilution

n2 : Nombre de boites retenues la seconde dilution

d : Taux de dilution correspondant à la première dilution retenue (la suspension mère est une dilution)

**I.2.7.5. Dénombrement des levures et moisissures (J.O.A 68 du 2015)**

**Principe**

La culture est effectuée de manière sélective pour isoler les moisissures, et les boîtes sont incubées en aérobie pendant 5 jours

- ✓ Refroidissez le gélose (DRBC) à une température comprise entre 44° C et 47°C et répartissez-le dans des boîtes de Pétri de 15 ml et laissez-le durcir et sécher (utilisez-l 'immédiatement ou laissez-le dans l'obscurité).
- ✓ Pipeter 0,1 ml de dilution (10-1) (10-2) etensemencer dans deux boîtes de Pétri.
- ✓ Incuber les boîtes en aérobie avec les couvercles sur le dessus et à la verticale 25°C pendant 5 jours.
- ✓ Lecture après 2et 5 jours
- ✓ -Identifiez et comptez les carrés contenant moins de 150 colonies
- ✓ Les colonies de levure sont de texture crémeuse, rondes et bombées, blanches et brillante
- ✓ Les colonies de moisissures ont une consistance épaisse et filandreuse

### I.2.7.6. Recherche de salmonella :

#### Principe

Déterminer la présence ou l'absence de Salmonella dans les aliments par isolement sélectif et ensemencer les colonies

#### Mode opératoire

- ✓ Prélèvement d'échantillons sur milieux sélectifs
- ✓ Identifiez au moins 5 colonies distinctes ou suspectes
- ✓ Ensemencer les colonies sélectionnées à la surface de boîtes de Pétri contenant du gélose nutritive pré-séché
- ✓ Incuber les boîtes de Pétri à 37°C pendant 24 h
- ✓ 90 % des cas de culture de Salmonella sont caractérisés par la formation d'hydrogène et le noircissement du glucose

### I.2.8. Analyse sensoriel

Un outil scientifique qui décrit les caractéristiques sensorielles d'un produit en utilisant les sens en impliquant les personnes comme outil de mesure basé sur les cinq sens (**Afnor, 1984**)

#### I.2.8.1. Critère de dégustation des produits alimentaires

Le test de goût est utilisé à des fins de contrôle et de recherche. Ce test est réalisé dans des conditions spécifiques et favorables et se divise en 3 étapes : comparaison, sélection et estimation, et repose sur un ensemble de critères puisque l'avis d'une seule personne n'est pas pris en compte. Suffisant, il vaut mieux recueillir les avis de nombreux dégustateurs (Watts et al, 1991).

##### a. Teste utilisé

- ✓ Un test est appliqué au consommateur dans le but d'évaluer et de préférer le produit et d'exprimer son opinion sur le degré d'acceptation et d'admiration pour le produit.
- ✓ Le test de sélection qui a été réalisé pour estimer le produit à partir de 5 catégories : mauvais, acceptable, moyen, bon, excellent, où le dégustateur choisit le classement observé sur l'échantillon (Annexe 2 )

- ✓ Test de préférence en faisant choisir aux dégustateurs un des deux échantillons
- ✓ Ces tests sont appliqués à un large éventail de consommateurs (100 personnes) ils appartiennent au groupe cible des consommateurs

### b. Objectifs de teste

- ✓ choix l'une des deux préparations en fonction de la comparaison sensorielle
- ✓ savoir la différence entre les deux préparations (petite ou grande)

### I.2.8.2. Mise en œuvre de l'analyse sensorielle

Lors de l'application de l'analyse sensorielle, les éléments suivants doivent être pris en compte : les locaux et leur équipement, la présentation d'échantillon, le questionnaire et les dégustateurs.

#### a. Lieu de dégustation

Le test a été réalisé dans une salle étude de la Faculté des Sciences Naturelles et de la Vie de l'Université d'El Oued. L'endroit est propre, avec un bon éclairage et une bonne circulation d'air. La salle a été préparée avec des tables et des chaises disposées en forme de U contient 2 places (Figure I-7)



Figure I-7. Lieu de degustation

#### b. Présentation des échantillons

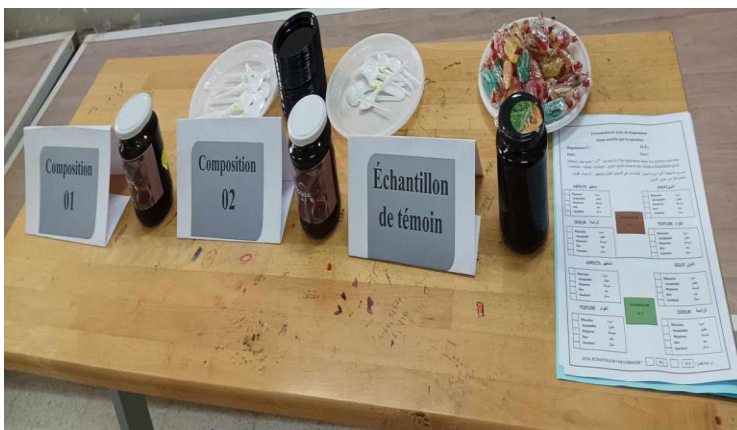
Chaque poste est muni (Figure I-8) :

- ✓ Les 2 préparations de rob enrichie par la Spiruline

- ✓ Serviettes en papier
- ✓ Assiette en plastique
- ✓ L'eau minérale
- ✓ Cuillères avec étiquettes colorés
- ✓ Gobelets blancs jetables
- ✓ Copies de questionnaire (Annexe 2 )

Afin d'assurer la concentration des dégustateurs et de limiter l'influence des facteurs affectant les résultats, les matériaux utilisés doivent être propres et sans aucun additif susceptible de perturber les résultats.

Les échantillons sont préparés et conservés dans des récipients en verre propres et stériles. Les échantillons sont ouverts au moment de la dégustation pour éviter tout risque de contamination, puis ces derniers sont servis à l'aide de cuillères.



**Figure I-8. Présentation des échantillons**

### **c. Choix de dégustateurs**

Les tests réalisés auprès des consommateurs ont porté sur un groupe de 100 étudiants et enseignants, âgés de 18 à 42 ans, dont 13 hommes (Figure I-9).



**Figure I-9. Choix de degustateurs**

### **d. Le déroulement de la séance**

Le test a été organisé le 09/05/2024 de 8:00h à 12:00h, où les dégustateurs ont été reçus et ont eu une idée des deux échantillons pour les aider à évaluer les échantillons en remplissant le questionnaire. Ensuite, les échantillons ont été distribués un par un et j'ai eu suffisamment de temps pour évaluer l'échantillon en buvant de l'eau minérale entre les deux échantillons pour éviter tout mélange entre les deux échantillons.

### **e. Les étapes de teste**

#### **❖ L'examen visuel**

Évaluer uniquement l'apparence des produits sans les goûter ni les sentir

#### **❖ L'examen olfactive**

Cela se fait en sentant les préparations car l'odeur permet de connaître l'état du produit et sa comestibilité

#### **❖ L'examen gustatif**

En goûtant les deux échantillons et en connaissant la texture et le goût, cette étape nous permet de porter un jugement final sur l'acceptation ou le rejet.

### **I.2.9. Analyse statistique**

Traitement des résultats obtenus Utiliser un programme de traitement statistique (past Version 2.15)

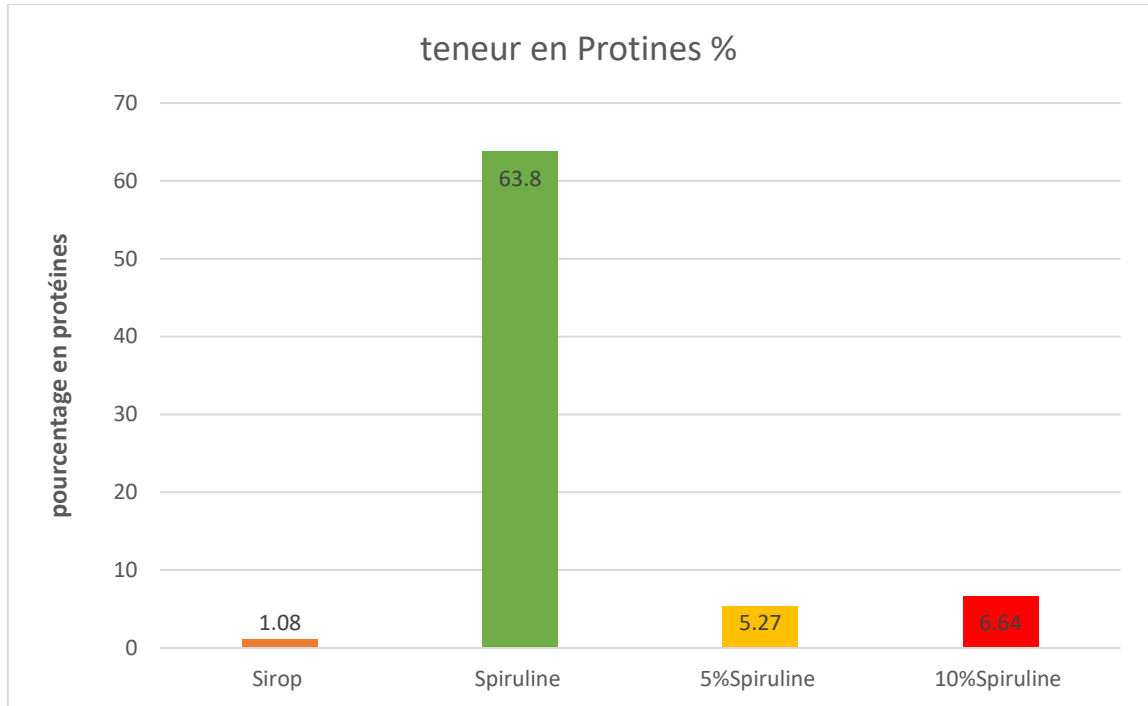
# **Chapitre II**

## ***Résultats et discussion***

## II.1. Résultats de Analyses biochimique

### II.1.1. Teneur en protéines

Le dosage des protéines a révélé les résultats représentés dans l'histogramme suivant :



**Figure II-1 : Représentation graphique de la teneur en protéines de la Spiruline, sirop de dattes et les formulations (5% et 10%)**

La teneur en protéines de la Spiruline présente une valeur remarquable de 63.8% par rapport au taux trouvé dans le sirop et les deux formulations (5% et 10%) qui sont de 1.08%, 5.27% et 6.64 % respectivement.

### Discussion

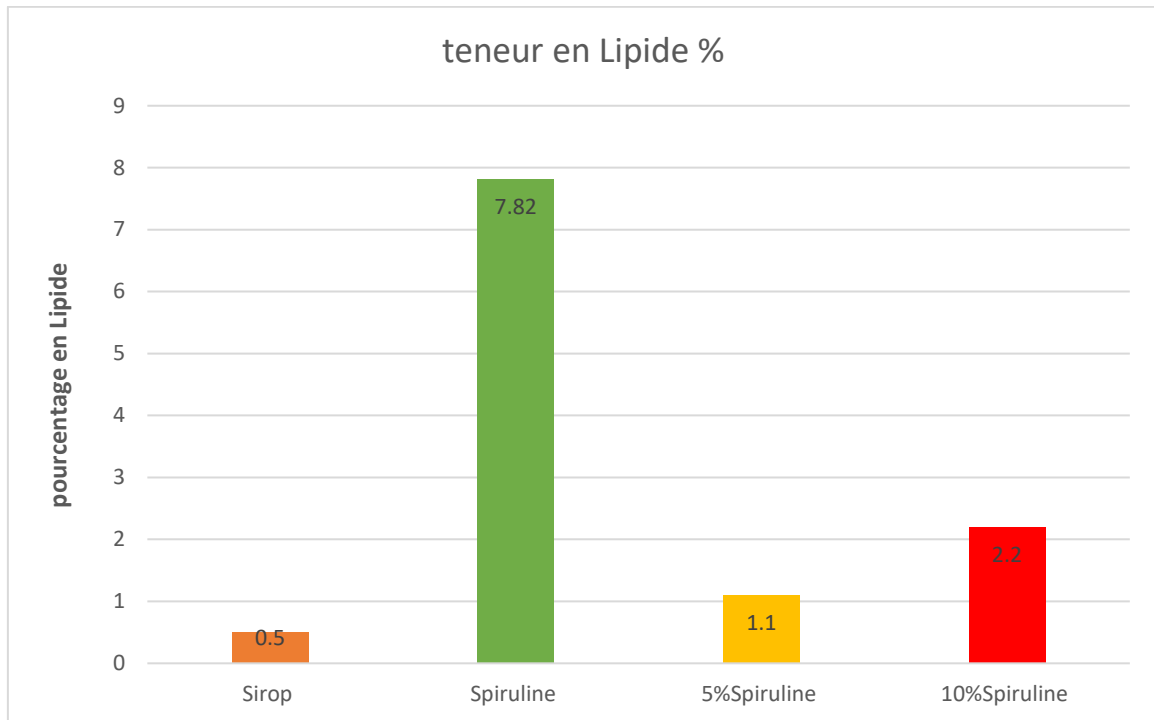
La Spiruline présente des résultats similaires à ceux de **Gutiérrez Salmeán et al. (2015)**, avec une concentration de 63 %, **Razafindrajaona et al. (2005)**, avec une concentration de 67,9%, et le résultat de **Benahmed (2012)**, qui se situe entre 50 et 71 % selon les normes établies par la **FAO (2008)**. Cette valeur remarquable met en évidence l'importance de la Spiruline en termes de protéines. Cependant, il est possible de constater une variation de la teneur en protéines de la Spiruline en raison des conditions de culture et de récolte.

Le taux en protéines de sirop de dattes est similaire au d'autres travaux de recherches tel que 2.76% trouvé par **Benahmed (2012)**, et proche de celle de **Mimouni et al. (2011)** de 0.90 à 1.15% et 0.95% par **Al-farsi et al. (2006)**.

Dans cette présente étude le taux en protéines dans les deux formulations est supérieur à celle trouvé dans le sirop de dattes seul, par 5.19% et 5.56 % pour (5% et 10%) respectivement, cette augmentation est due définitivement à la quantité des protéines contenue dans la Spiruline qui résulte l'enrichissement de sirop par les protéines de la Spiruline.

### II.1.2. Teneur en lipides

Les résultats de l'analyse des lipides de 4 échantillons est figuré dans l'histogramme suivant :



**Figure II-2 : représentation graphique de la teneur en lipides de la *Spiruline*, sirop de dattes et les formulations (5% et 10%)**

Le taux de lipides de la Spiruline est de 7,82 % supérieur aux autres échantillons, où il est de 0,5 % dans le sirop de dattes. Les deux formulations présentent une augmentation de taux de lipides de 1,1 % dans la formulation (5 %) et de 2,2 % dans la formulation (10 %).

### Discussion

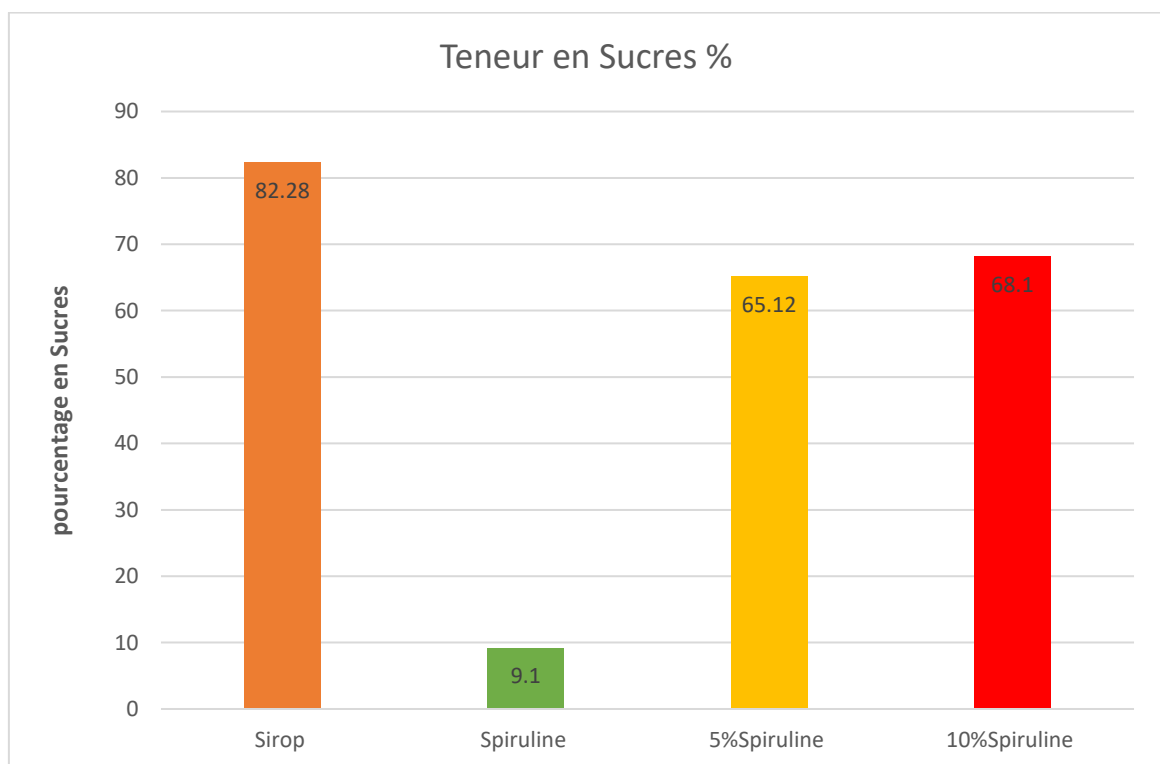
Selon la FAO (2008), la quantité de lipides présente dans la Spiruline varie entre 5 et 6 %. En outre, cette valeur est similaire à celle de **Razafindrajaona et al. (2005)**, avec une valeur de 6,7-9%, et plus élevée que celle de **Gutiérrez-Salmeán et al. (2015)**, avec une valeur de 4,3 %.

On peut expliquer la différence en termes de lipides par la méthode d'extraction ou la souche de la Spiruline utilisée. Selon **Seguera (2008)**. Les lipides sont présents sous forme de traces dans le sirop de dattes.

Les valeurs élevées en lipides observées dans les deux formulations de sirop de dattes enrichi avec la Spiruline démontrent l'enrichissement de ce sirop par rapport au sirop de dattes sans Spiruline.

### II.1.3. Teneur en sucres totaux

Le résultat d'analyse des sucres est représenté dans l'histogramme :



**Figure II-3 : représentation graphique de la teneur en sucres de la Spiruline, sirop de datte et les formulations (5% et 10%)**

L'échantillon la plus représentatif de sucres c'est le sirop de dattes par 82.28%, vient ensuite les formulations (10%) et (5%) avec 65.12% et 68.1% respectivement ces valeurs sont supérieures à celui de la Spiruline qui est de 9.1%.

### Discussion

Le sirop de dattes se distingue par sa teneur élevée en sucres, ce qui en fait un aliment énergétique. Cela est dû à la quantité de glucides présente dans le fruit de dattes, ainsi qu'à la haute température de cuisson et à la quantité d'eau utilisée. Ce résultat est en accord avec celui

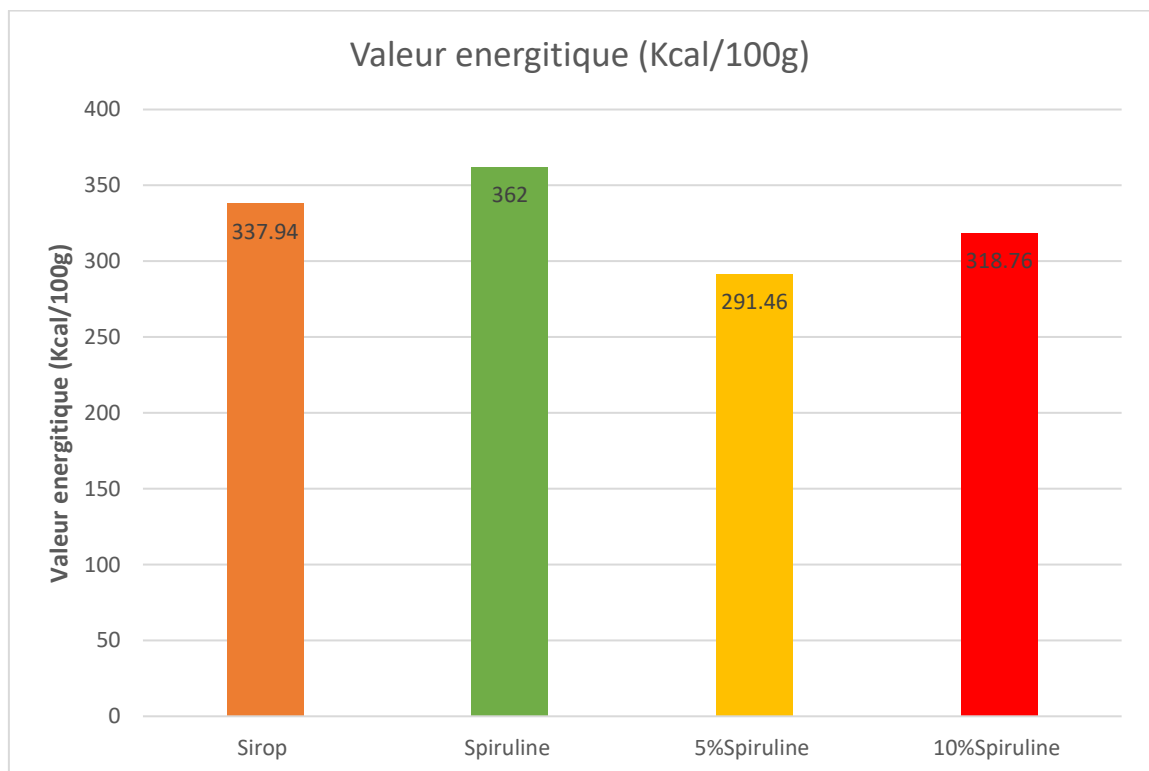
de nombreux chercheurs tels que : 70-84 % trouvés par **Mimouni (2011)**, 74-24 % par **Buelgudj (2015)** et 81 % par **El-Eid (2006)**.

Selon **Simpore (2006)**, le taux de sucres présent dans la Spiruline est inférieur à 13-16,5%, ce qui est en dessous des résultats obtenus par **Hamouda (2012)**, qui étaient de 13,84%. Il est probable que la variation des résultats soit causée par la méthode d'analyse utilisée ou par des erreurs de manipulation.

L'analyse des sucres de deux formulations révèle que l'incorporation de la Spiruline a provoqué une baisse significative du taux de sucres présent dans le sirop de dattes.

### II.2. Résultats de Valeur énergétique

Les macroéléments contenus dans les échantillons constituent la valeur nutritionnelle de l'aliment l'analyse des échantillons a révélé les résultats suivants :



**Figure II-4 : Représentation graphique de la valeur énergétique de la Spiruline, sirop de datte et les formulations (5% et 10%)**

La valeur énergétique de la Spiruline est de l'ordre de 362 kcal cette dernière est supérieur des formulations (10%) par 337.94 kcal et (5%) par 291.46 kcal et le sirop de datte caractérisé par 326 kcal.

**Discussion**

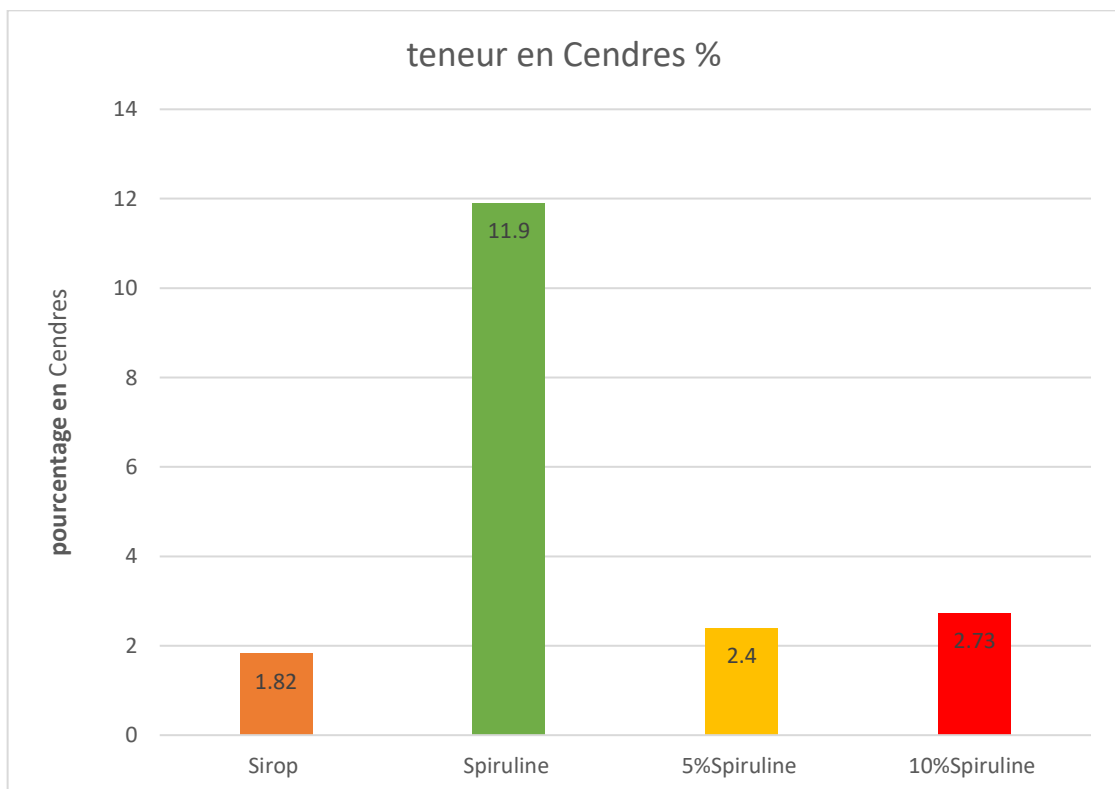
Selon **Gutiérrez-Salmeán et al. (2015)**, la Spiruline est une source énergétique importante, avec une valeur énergétique proche de 373kcal. De plus, la valeur énergétique de la Spiruline de Madagascar est de 3874-427,5 kcal, selon **Razafindrajaona et al. (2005)**. La quantité remarquable d'énergie est attribuable à la richesse nutritionnelle de la Spiruline. Le sirop de datte est très énergétique en raison des composants qu'il renferme et de sa teneur élevée en sucres.

En ce qui concerne l'enrichissement du sirop de dattes, l'augmentation de la valeur énergétique apporte une valeur supplémentaire au sirop de dattes, ce qui entraîne la combinaison des nutriments présents dans la Spiruline et dans le sirop de dattes.

**II.3. Résultats de Analyses physicochimiques**

**II.3.1. Taux en cendres**

L'analyse de taux en cendres est présentée dans l'histogramme suivant :



**Figure II-5 : représentation graphique des cendres de la Spiruline, sirop de datte et les formulations (5% et 10%)**

Le taux en cendre représente la quantité de minéraux de l'échantillon ou elle constitue 1.82% dans le sirop de dattes, et quantité remarquable de 11.9% de la matière sèche de la Spiruline et une fois cette valeur dans la formulation 5% avec une quantité de (2.40%) puis diminue 2.76 % dans la formulation (10%).

### **Discussion**

Le résultat figuré pour la Spiruline est élevée au norme décrit par la FAO 7%, aussi **Hamouda (2012)** est de 3.2% mais cette valeur est similaire à celle de aux travaux de recherche effectuée par **Razafindrajaona et al. (2005)** qui sont 8.9-11.4%.

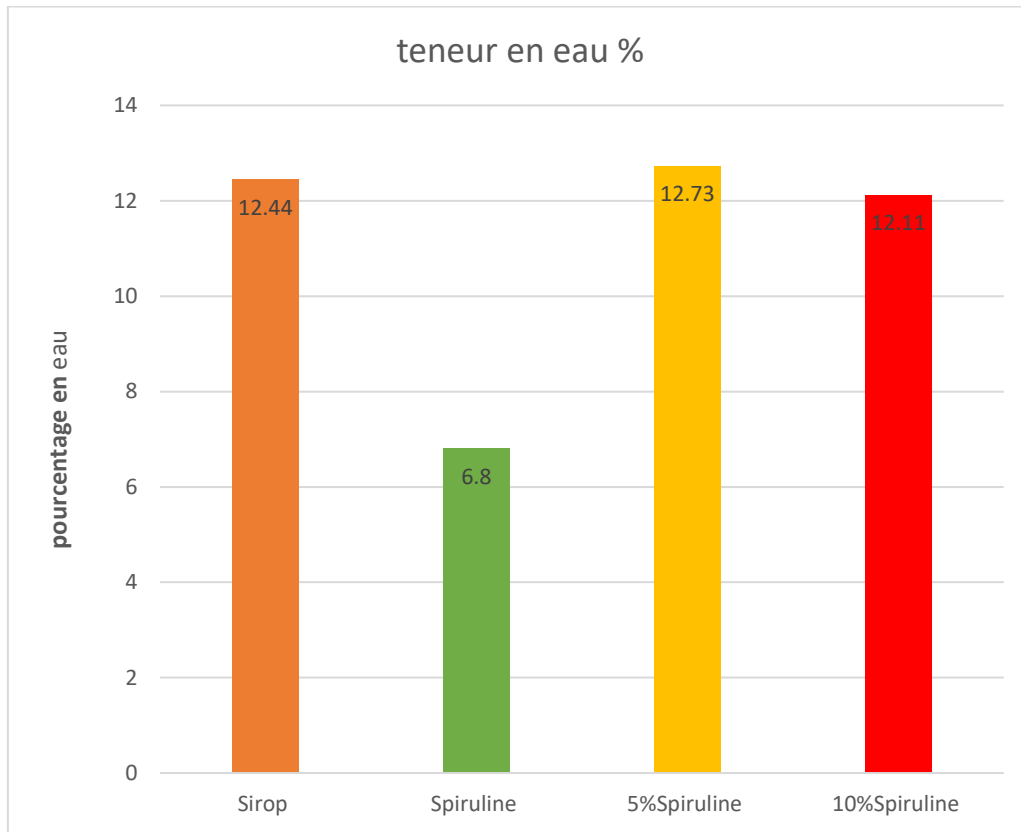
Le sirop de dattes contient une quantité de minéraux similaire à celle trouvée par **Mimouni (2011)** de 1.50 à 3.50%, et 1.41% selon **Buelgudj (2015)** et 1.82% par **Benahmed (2012)**, la quantité de minéraux varient selon le type d'eau utilisé, la variété de datte, le procédé de préparation et le couple temps/température suivant la méthode d'analyse.

En comparaison avec le sirop de dattes la quantité de minéraux a augmenté à cause de l'ajout de Spiruline.

Dans cette présente étude le teneur en Cendres dans les deux formulations est supérieur à celle trouvée dans le sirop de dattes seul, cette augmentation est due à la quantité des minéraux contenue dans la Spiruline qui résulte l'enrichissement de sirop par les minéraux de la Spiruline.

### **II.3.2. Humidité**

La teneur en eau des échantillons analysés est montrée dans l'histogramme



**Figure II-6: représentation graphique de l’humidité de la Spiruline, sirop de datte et les formulations (5% et 10%)**

La quantité d’eau présente dans le sirop de dattes Spiruline et les formulations (5% et 10%) avec 12.44% ,12.73% et 12.11% respectivement sont supérieur à celle de la Spiruline avec 6.8%.

### Discussion

La quantité d'eau présente dans la Spiruline est déterminée par la méthode de séchage. Cette valeur est proche de la norme (4-6%) établie par la **FAO (2008)**, ainsi que des résultats obtenus par d'autres chercheurs : 4,87% de **Simpore (2006)** et 4-7% de **Fox (1999)**.

Le résultat de sirop de dattes trouvé dans cette présente étude est peu inférieur à celle donné par la bibliographie qui est compris entre 15 et 25% selon **Bulgudj et al. (2015)**, et **AlFarsi et al. (2006)**, et **Benhamed (2012)**, la modification de ce valeur est modulé par la durée de condensation lors de préparation de sirop de dattes.

Les deux formulation (5%) et (10%) n’à savoir pas un changement significatif du teneur en eau présent dans le sirop de dattes peut-être causé par l’ajoute de Spiruline.

II.3.3. pH et Acidité titrable

Les résultats d'analyse de PH et Acidité titrable sont montrés dans les diagrammes suivant :

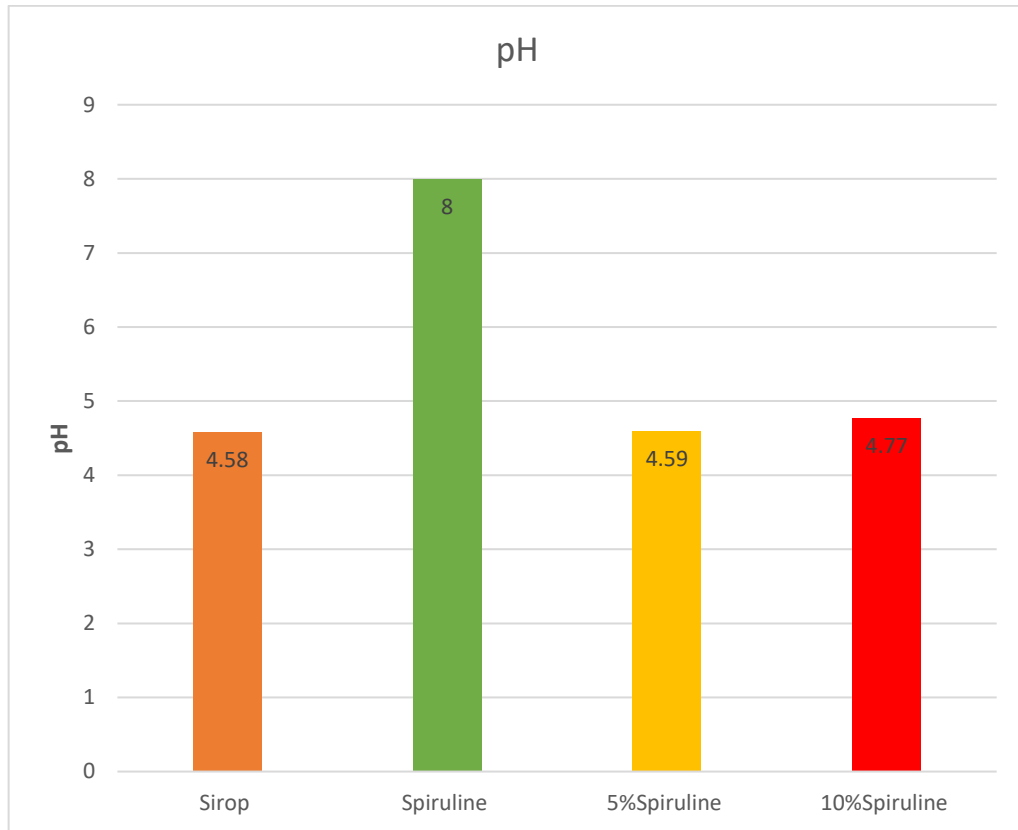
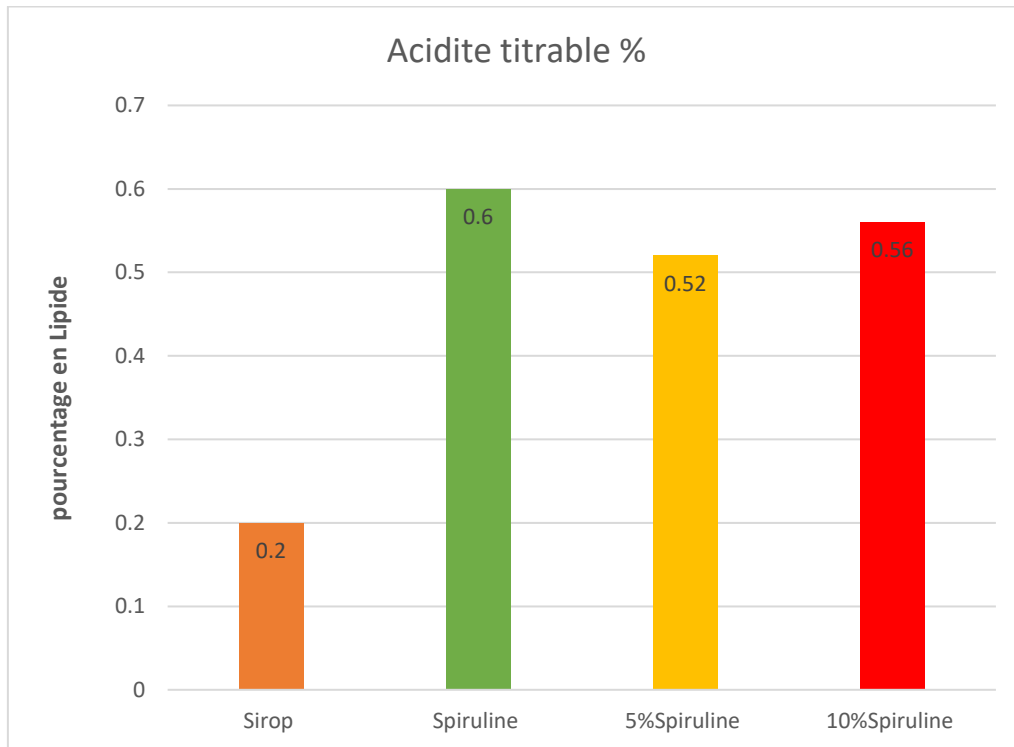


Figure II-7 : représentation graphique du PH de la Spiruline, sirop de datte et les formulations (5% et 10%)

Le potentiel hydrogène de la Spiruline est 8.00 supérieur à celle de sirop de dattes et des formulations à savoir 4.58 pour le sirop et 4.59, 4.77 dans les formulations (5% et 10%) respectivement.



**Figure II-8. Représentation graphique de Acidité titrable de la Spiruline, sirop de dattes et les formulations (5% et 10%)**

La teneur en Acidité de la Spiruline présente une valeur remarquable de 0.6% par rapport au taux trouvé dans le sirop et les deux formulations (5% et 10%) qui sont de 0.2%, 0.52% et 0.56 % respectivement.

### Discussion

L'alcalinité de la Spiruline se situe entre 7-9 selon **Fox (1999)** et est supérieure à celle observée par **Hamouda (2012)** et **Benahmed (2012)** (7.44 et 6.81) respectivement. Le milieu de culture qui contient une grande quantité de bicarbonate de sodium est responsable de ce caractère, ce qui favorise le développement de la Spiruline.

Le sirop de dattes présent un PH acide. Ce résultat est proche de celle trouvé par **Mimouni (2006)**, et **Belgudj (2015)** à savoir : 4.85 et 4.13 respectivement. L'acidité de sirop de dattes est parmi les facteurs qui lui protège de l'altération par les microorganismes qui ne tolèrent pas ce PH.

Notre résultat est élevé aux résultats de **Abbès et al (2011)**, ayant travaillé sur trois variétés tunisiennes à savoir ; Deglet Nour, Allig et Kentichi et pour lesquelles. Ils ont trouvé des valeurs de 0.27, 0.18 et 0.2% respectivement.

Concernant le pH et Acidité des deux formulations préparer la petite variation est due au pH basique de la Spiruline.

**II.4. Résultats de Analyse microbiologique**

Le résultat de l’analyse microbiologique est résumé dans le tableau II.4 suivant :

**Tableau II-1. : Résultats de contrôle de qualité microbiologique**

Germe Recherché	La Spiruline Bactérie/ g	Sirop de dattes Bactérie/g	5% Bactérie /g	10% Bactérie/g
<b>Les FTAM</b>	< 10 <sup>3</sup>	< 100	170	170
<b>Coliformes totaux et fécaux</b>	< 10 <sup>2</sup>	Abs	Abs	Abs
<b>Clostridium sulféto réducteurs</b>	< 10	Abs	Abs	Abs
<b>Levures et moisissures</b>	< 10 <sup>4</sup>	Abs	< 10	20
<b>Staphylococcus aureus</b>	<10	< 10	< 10	< 10
<b>Salmonella</b>	Absence	Abs	Abs	Abs

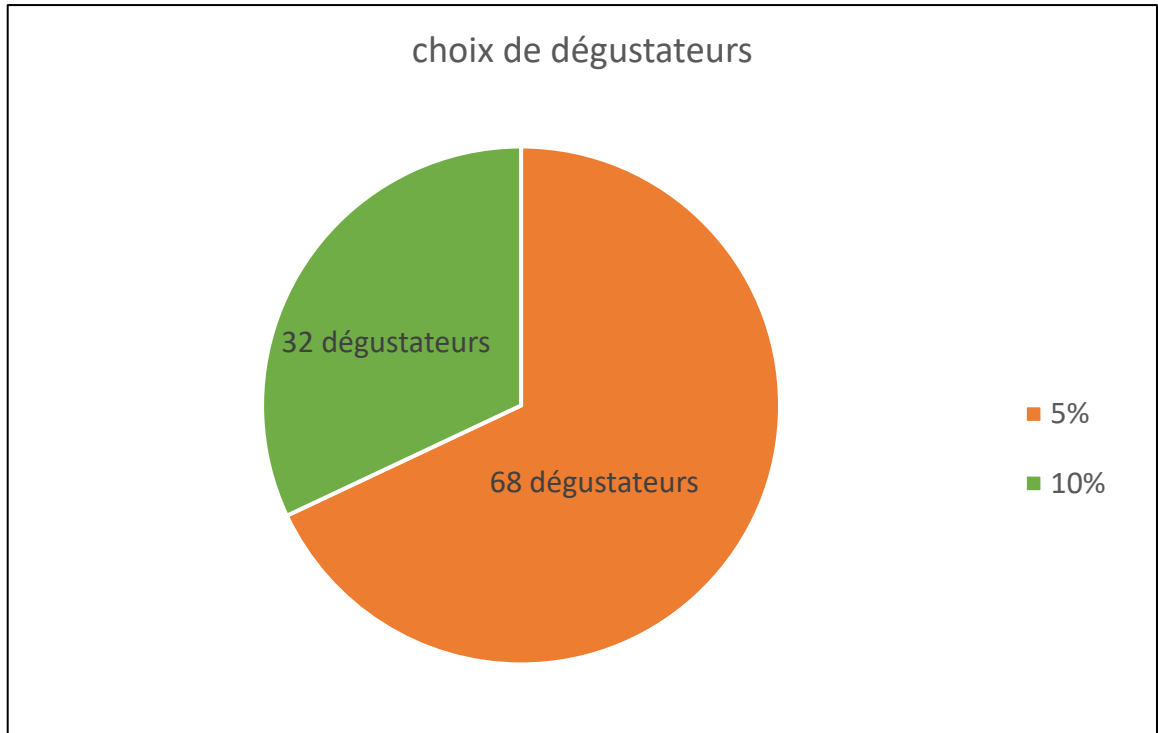
Le résultat de l’analyse microbiologique montre l’absence des germes pathogènes dans les échantillons étudiés ce qui prouve la bonne qualité hygiénique des échantillons, en fait des conditions de production de la *Spiruline* qui ne favorisent pas la prolifération de ces germes de plus le bon pratique de fabrication et d’hygiène de sirop de dattes.

**II.5. Résultats de Analyse sensorielle**

Un test gustatif des deux échantillons a été réalisé auprès de 100 personnes, dont 13 hommes et 87 femmes, âgés de 18 à 42 ans. Leur objectif était de comparer les deux formulations et d'en choisir une sur la base des cinq critères (aspect, odeur, texture, goût).

**• Formulation préférée**

Le résultat de choix est mentionné dans la figure suivante



**Figure II-9. Représentation de choix des dégustateurs**

Les résultats ont montré que 68 dégustateurs préféraient la première combinaison, tandis que 32 dégustateurs préféraient la deuxième combinaison. Pour justifier le résultat, une analyse statistique a été réalisée

## **II.6. Résultats de Analyse statistique**

Les résultats sont interprétés en utilisant la d'interprétation de logiciel de stat « Past »

### **a. Résultats d'analyse factorielle des correspondances**

L'analyse des correspondances factorielle vise à collecter la réduction du nombre de dimensions de l'information primaire en focalisant la correspondance entre les variables et non les valeurs absolues ; et c'est ce qu'on entend par valeurs relatives. Cette réduction est plus utile (**Baccini, 2010**)

Les choix des consommateurs sont regroupés selon cinq critères. L'analyse a été menée logiciel (past) en utilisant l'option AFC ; qui comprend une meilleure recherche pour représenter les deux groupes choisis par les dégustateurs et les aspects sensoriels du produit.

L'AFC suit une classification hiérarchique ascendante comme le montre la figure suivante :

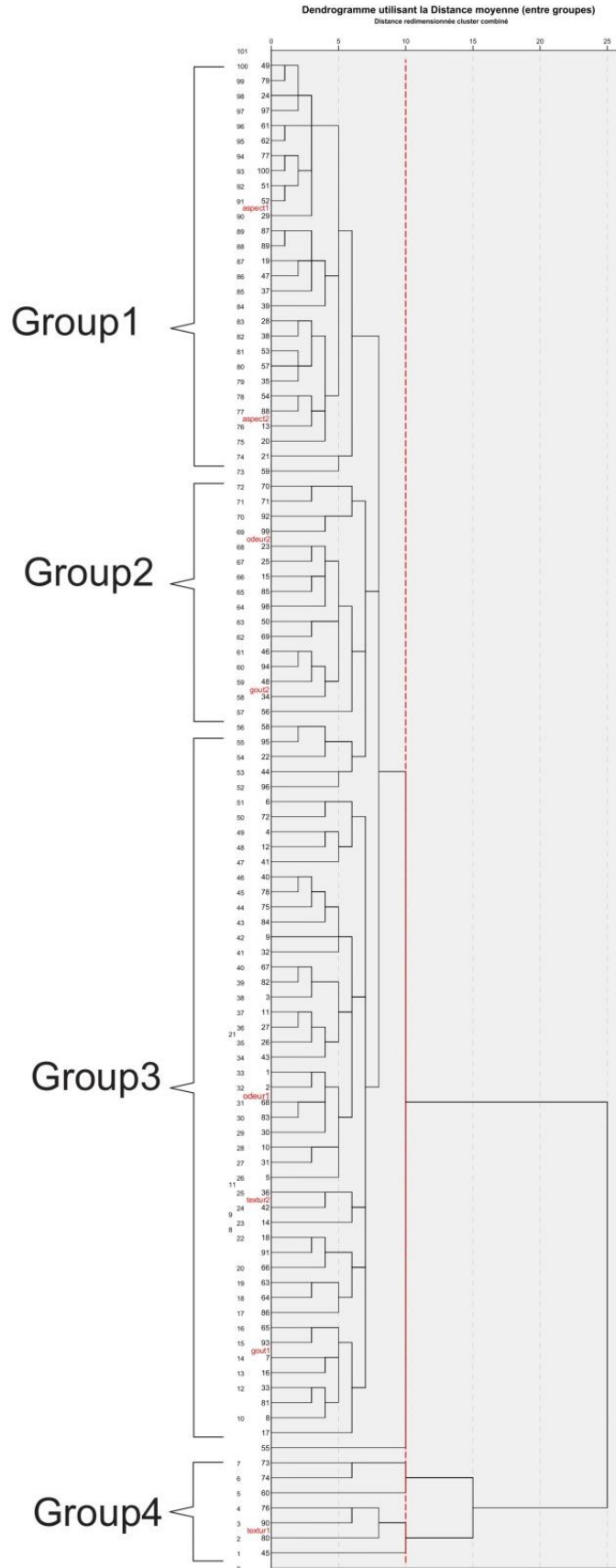


Figure II-10. classification ascendante hiérarchique sur les 3 axes de l'AFC.

Les scores obtenus sur les trois premiers axes permettent de calculer la distance euclidienne entre choix ; Age ; sexe ; critères et consommateurs

Cette méthode de classification vise à former des groupes décrits par quelques variables ce qui permet d'examiner les différences dans la composition de l'échantillon (**Martikainen et al, 2000**). En fait ; il repose sur le regroupement successif d'objets qui forment des assemblages (paquets) qui fournissent une hiérarchie pour diviser les objets (**Martikainen et al, 2000**) (Hammer et al ;2001)

- Groupe 1 : 28 personnes, 33,73 %, ont choisi la composition 5 % en se basant sur le caractère aspect
- Groupe 2 : 17 personnes dont 20,48 % ont choisi la composition 10% en se basant sur le caractère odeur et goût.
- Groupe 3 : 48 personnes dont 57,83% ont choisi la composition 5 % en se basant sur le caractère odeur ; texture et goût
- Groupe 4 : 7 personnes dont 8,43% ont choisi la composition 10% en se basant sur le caractère texture.

### **b. Résultats de Teste « Chi-deux »**

Nous pouvons utiliser ce test pour connaître la mesure de la distribution des points de vue des dégustateurs, ainsi que pour connaître la différence observée dans les deux compositions, ce qui est important, et le choix dépend des caractéristiques des données, ou si elles sont indépendantes.

Les résultats obtenus à partir du programme Past de state sont représentés dans le tableau suivant (Tableau II-2)

Tableau II-2 résultats obtenus à partir du programme Past de state

Caractères	5% vs 10%	Conclusion
<b>Gout</b>	N1: 100, N2: 100 Degré de liberté: 4 Chi <sup>2</sup> : 10.603 P: 0.031 Risqué d'erreur: 5%	$P \leq 5\%$ : Il y a une différence significative entre les deux formulations dont le gout Donc le choix de dégustateurs dépend sur le gout
<b>Texture</b>	N1: 100, N2: 100 Degré de liberté: 4 Chi <sup>2</sup> : 28.885 P: <.001 Risqué d'erreur: 5%	$P \leq 5\%$ : Il y a une différence significative entre les deux formulations dont le texture Donc le choix de dégustateurs dépend sur le texture
<b>Aspect</b>	N1: 100, N2: 100 Degré de liberté: 4 Chi <sup>2</sup> : 7.564 P: 0.109 Risqué d'erreur : 5%	$P \geq 5\%$ : il n'y a pas une différence significative entre les deux formulations dont l'aspect Donc le choix des dégustateurs est indépendant de l'aspect.
<b>Odeur</b>	N1: 100, N2: 100 Degré de liberté: 4 Chi <sup>2</sup> : 5.942 P: 0.204 Risqué d'erreur: 5%	$P \geq 5\%$ : il n'y a pas une différence significative entre les deux formulations dont l'odeur Donc le choix des dégustateurs est indépendant de la odeur.

Sur la base des résultats du programme Past de state, nous concluons qu'une probabilité d'erreur de 5% indique qu'aucune erreur n'a été commise dans la décision. Les avis des dégustateurs sont différents et dépendent de deux critères : le goût et la texture.

# **Conclusion**

La Spiruline est un complément nutritionnel caractérisé par sa haute teneur en protéines, ce qui lui permet d'être un ingrédient fonctionnel basé sur la production de nouveaux produits riches en éléments nutritionnels. Parmi ces produits se trouve son enrichissement en sirop de dattes, et pour cette raison elle a été mise en avant pour résoudre les problèmes pathologiques liés à la nutrition

La caractérisation biochimique des matières premières et du mélange final a également donné les résultats suivants : Pour la Spiruline, il y avait 63,8% de protéines, 7,82% de matières grasses et 9,1% de sucres, tandis que pour le sirop de dattes, les résultats étaient de 1,08 protéines, 0,5% de matières grasses et 9,1% de sucres. 82,72%. % de sucres, alors que les résultats de la composition à 5 % étaient de 5,27 % de protéines, 1,1 % de matières grasses et 65,12 % de sucres, tandis que la formule à 10 % était de 6,64 % de protéines, 2,2 % de matières grasses et 68,10 % de sucres.

La valeur énergétique fournie par ce produit a été déterminée à 362 calories pour la Spiruline, à 337,94 calories pour le sirop de dattes, et la formule à 5 % est de 291,46 calories et la formule à 10 % est de 318,76 calories.

Le suivi microbiologique des matières premières et du produit final permet également de connaître la qualité sanitaire de l'aliment.

Les tests sensoriels ont présenté la sélection de la formulation de poudre de Spiruline à 5 % par les dégustateurs par rapport à la formulation de poudre de Spiruline à 10 % en termes d'odeur, de texture et de goût.

Dans cette mémoire, nous mettons en avant un nouveau complément alimentaire dont la valeur nutritionnelle est unique et inhabituelle dans notre alimentation.

Au terme de cette recherche et des résultats intéressants, il est préférable de développer la recherche et les études concernant ce produit en réalisant un test sur des personnes qui souffrent de fatigue musculaire suite à des dommages oxydatifs résultant de l'exercice, et connaissant ainsi le rôle de ce produit sur la santé.

# Références

- ✓ Abbès, F., Kchaou, W., Blecker, C., Ongena, M., Lognay, G., Attia, H., & Besbes, S. (2013). Effect of processing conditions on phenolic compounds and antioxidant properties of date syrup. *Industrial crops and products*, 44, 634-642.
- ✓ Abdelfattah, A. C. (1990). *La date et le palmier dattier*. Ed Dar El-Talae, Caire.
- ✓ Acourene, S., & Tama, M. (1997). Caractérisation physico-chimique des principaux cultivars de dattes de la région des Zibans. *Recherche Agronomique*, 1, 59-66.
- ✓ AFNOR (2004) *Caractérisation sensorielle des matériaux– Recommandations pratiques pour l'analyse tactile de la matière première au produit fini. Référentiel de Bonnes Pratiques BP X10-041*, La Plaine Saint Denis: AFNOR Editions, 2004
- ✓ Ahsan, M., Habib, B., Parvin, M., Huntington, T. C., & Hasan, M. R. (2008). A review on culture, production and use of spirulina as food for humans and feeds for domestic animals. *FAO Fisheries and Aquaculture Circular (FAO)*, (1034).
- ✓ Al Eid, S. M. (2006, February). Chromatographic separation of fructose from date syrup. In *III International Date Palm Conference 736* (pp. 511-522).
- ✓ Al-Farsi\*, M. A., & Lee, C. Y. (2008). Nutritional and functional properties of dates: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 48(10), 877-887
- ✓ Al-Hooti, S. N., 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(2), 215-220.
- ✓ Al-Khateeb, A. A. (2008). Enhancing the growth of date palm (*Phoenix Dactylifera*) in vitro tissue by adding date syrup to the culture medium. *Scientific Journal of King Faisal University*, 9(1), 71-85.
- ✓ Al-Mamary, M., Al-Habori, M., & Al-Zubairi, A. S. (2014). The in vitro antioxidant activity of different types of palm dates (*Phoenix dactylifera*) syrups. *Arabian Journal of Chemistry*, 7(6), 964-971.
- ✓ Al-Shahib, W., & Marshall, R. J. (2003). The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future?. *International journal of food sciences and nutrition*, 54(4), 247-259.
- ✓ Amiour, S. D., & Hambaba, L. (2016). Effect of pH, temperature and some chemicals on polyphenoloxidase and peroxidase activities in harvested Deglet Nour and Ghars dates. *Postharvest Biology and Technology*, 111, 77-82.
- ✓ Assirey, E. A. R. (2015). Nutritional composition of fruit of 10 date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars grown in Saudi Arabia. *Journal of Taibah University for science*, 9(1), 75-79.

- ✓ Atriche, R., & Bourekoua, S. (2019). Valorisation des dattes sèche par la fabrication d'un sirop et leur caractérisation physico-chimiques et microbiologiques (Doctoral dissertation, Université de Jijel).
- ✓ Avino, P., Carconi, P. L., Lepore, L., & Moauro, A. (2000). Nutritional and environmental properties of algal products used in healthy diet by INAA and ICP-AES. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 244, 247-252.
- ✓ Bahramian, S., Azin, M., Chamani, M., & Gerami, A. (2011). Optimization of enzymatic extraction of sugars from Kabkab date fruit. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 7(2), 211-216.
- ✓ Baudin, B. (2014). Malnutrition et sous-alimentation. *Revue francophone des laboratoires*, 2014(466), 25-37.
- ✓ Belguedj, M. (2001). Caractéristiques des cultivars de dattes dans les palmeraies du Sud-Est Algérien. *INRAA. El-Harrach Alger*, 11, 289.
- ✓ Belguedj, M. (2007). Evaluation du sous-secteur des dattes en Algérie. *INRAA El-Harrach*.
- ✓ Belguedj, M., & Tirichine, A. (2002). Les ressources génétiques du palmier dattier. Caractéristiques des cultivars de dattiers du Sud-Est du Sahara algérien. *Dossiers-Documents-Débats*, (1).
- ✓ 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 datte(Rob). *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology*, 20(7), 818-829.
- ✓ BENCHABANE, A., Kechida, F., & BELLAL, M. M. (2000). Caractérisation des substances pectiques et évaluation des autres composés pariétaux au cours de la maturation de deux Al-variétés de datte d'Algérie.
- ✓ Bennamia, A., & Messaoudi, B. (2006). Contribution à l'étude de la composition des dattes«Deglet Nour» et «Ghars» dans le pédopaysage de la cuvette de Ouargla, mémoire de diplôme d'études supérieur en biochimie.
- ✓ Bensehaila, S., Doumandji, A., Boutekrabt, L., Manafikhi, H., Peluso, I., Bensehaila, K., ... & Bensehaila, A. (2015). The nutritional quality of *Spirulina platensis* of Tamenrasset, Algeria. *African Journal of Biotechnology*, 14(19), 1649-1654.
- ✓ 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 du Mزاب (Doctoral dissertation).

- ✓ Booij, I., Piombo, G., Risterucci, A. M., Coupe, M., Thomas, D., & Ferry, M. (1992). Etude de la composition chimique de dattes à différents stades de maturité pour la caractérisation variétale de divers cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.).
- ✓ Bouaziz, M. A., Besbes, S., Blecker, C., Wathelet, B., Deroanne, C., & Attia, H. (2008). Protein and amino acid profiles of Tunisian Deglet Nour and Allig date palm fruit seeds. *Fruits*, 63(1), 37-43.
- ✓ Boujnah, M., & Harrak, H. (2012). Valorisation technologique des dattes au Maroc. institut national de la recherche agronomique, édition INRA, 157p.
- ✓ Bujard, E., Baco, U., Mauron, J., Mottu, F., Nabholtz, A., Wuhrmann, J. J., & Clément, G. (1970). Composition and nutritive value of blue green algae (*Spirulina*) and their possible use in food formulations. In 3rd International Congress of Food Science and Technology.
- ✓ Charpy, L. (2008). Colloque International «la Spiruline et le développement», formation et transfert de thechnologie, en matière de culture de Spiruline: 28-29 et 30 avril 2008. Toliara Sud-Ouest Madagascar, 8(9), 89.
- ✓ Charpy, L., Langlade, M. J., & Alliod, R. (2008). *Spirulina* can be an Asset to the Health and Development in Africa. Research Institute for Development (IRD), Marseilles.
- ✓ Chibane, H., Benamara, S., Noui, Y., & Djouab, A. (2007). Some physicochemical and morphological characterizations of three varieties of Algerian common dates. *European journal of scientific research*, 18(1), 134-140.
- ✓ Chibi, S., Rabet, S., & El-Hadi, D. (2016). Etude des parametres environnementaux sur la croissance de«*Saccharomyces Cerevisiae*» isolée de rebuts de dattes. *Algerian Journal of Environmental Science and Technology*, 2(3).
- ✓ Chine, Y., Kouici, M. (2017). Evaluation de l'activités antimicrobienne et hypocholestérolémiante de la Spiruline (*Arthrospira platensis*), Mémoire de Master, Université de Blida 1 , Faculté des sciences de la Nature et de la Vie.
- ✓ Ciferri, O. (1983). *Spirulina*, the edible microorganism. *Microbiological reviews*, 47(4), 551-578.
- ✓ Clément, G. (1975). Production et constituants caracteristiques des algues *Spirulina platensis* et *S. maxima*. In *Annales de la Nutrition et de l'Alimentation* (Vol. 29).

- ✓ Clement, G. (1975, January). PRODUCTION ET CONSTITUANTS CARACTÉRISTIQUES DES ALGUES "SPIRULINA PLATENSIS ET MAXIMA". In Annales de la Nutrition et de L'alimentation(pp. 477-488). CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE.
- ✓ Cruchot H, 2008. La Spiruline, Bilan et Perspective. Thèse docteur en pharmacie Université de France-Comite
- ✓ Cruchot, H. (2008). La Spiruline–Bilan et perspectives, these de doctorat en pharmacie. Faculté de médecine et pharmacie de Besançon, université de Franche-Comté.
- ✓ Danesi, E. D. G., Rangel-Yagui, C. D. O., Carvalho, J. C. M. D., & Sato, S. (2004). Effect of reducing the light intensity on the growth and production of chlorophyll by *Spirulina platensis*. *Biomass and Bioenergy*, 26(4), 329-335.
- ✓ Derouich, M., Meziani, R., Bourkhis, B., Filali-Zegzouti, Y., & Alem, C. (2020). Nutritional, mineral and organic acid composition of syrups produced from six Moroccan date fruit(*Phoenix dactylifera* L.) varieties. *Journal of food composition and analysis*, 93, 103591.
- ✓ Devshony, S., Eteshola, E., & Shani, A. (1992). Characteristics and some potential applications of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) seeds and seed oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 69(6), 595-597.
- ✓ Didi, O. E. H. M., CHEICK, M., HAMDI, W., SAYAH, Z., & BOUAZIZ, S. COMPARATIVE STUDY OF THE PRODUCTION OF ROUGH ETHANOL STARTING FROM THREE VARIETIES OF COMMON DATES (DEGLA BEIDA, TACHERWIT AND HAMRAYA) LEFT AGAIN IN THE VARIOUS DATE CLASSES (SOFT, HALF-SOFT AND DRIES) OF THE BASIN OF OUARGLA (EAST SEPTENTRIONAL SAHARA ALGERIAN).
- ✓ Djafri, K., Khemissat, E., Bergouia, M., Hafouda, S., & expérimentale de Touggourt, I. S. (2021). Valorisation technologique des dattes de faible valeur marchande par la production du sirop. *Recherche Agronomique*, 19(1), 97-114.
- ✓ Djerbi, M. (1994). Précis de phoeniculture. Ed. FAO, Rome, 24(4).
- ✓ Djoudi, I. (2013). Contribution à l'identification et à la caractérisation de quelques accessions du palmier dattier (*Phoenix Dactylifera*. l) dans la région de Biskra (Doctoral dissertation, UNIVERSITE DE MOHAMED KHIDER BISKRA).
- ✓ DURAND-CHASTEL, H. (1993). La Spiruline, algue de vie. *Bulletin de l'Institut océanographique (Monaco)*, 7-11.
- ✓ El Ogaïdi, H. K. H. (1987). Dates and confectionery product. FAO, Rome, 1-25.

- ✓ EL-OGAIDI A.K.H. (1987). Dates and Microbial Biotechnology Regional Project for Palm and Dates Research Centre in the Near East and North Africa. Ed. Al watan printing, Baghdad : 13-151
- ✓ EL-OGAIDI, A. K. H. (2000). Le palmier dattier science technologique Agronomique et industrielle. Dar ezahran, Oman.
- ✓ Entezari, M. H., Nazary, S. H., & Khodaparast, M. H. (2004). The direct effect of ultrasound on the extraction of date syrup and its micro-organisms. *Ultrasonics Sonochemistry*, 11(6), 379-384.
- ✓ Espiard, E. (2002). Introduction à la transformation industrielle des fruits (Ed) TEC & DOC. France, 259-265.
- ✓ Estanove, P. (1990). Note technique: Valorisation de la datte. CIHEAM-IAMM.
- ✓ Favier, J. C. (1995). Répertoire général des aliments: Table de composition.
- ✓ Falquet, J., & Hurni, J. P. (2006). Spiruline Aspects Nutritionnels.
- ✓ FAO. (2008). On Habib, M. A. B., Parvin, M., Huntington, T. C., & Hasan, M. R. (2008). A review on culture, production and use of Spirulina as food for humans and feeds for domestic animals.
- ✓ Fox, R. D. (1999). La Spiruline: Technique, pratique et promesse. Edisud.
- ✓ Ganbi, H. H. A. (2012). Production of nutritious high quality date (*Phoenix dactylifera*) fruits syrup (Dibs) by using some novel technological approaches.
- ✓ GHERAISSA, T., & HAMIDANI, I. (2018). Etude de quelques caractéristiques physico- chimiques du sirop traditionnel des dattes de deux variétés (Ghars et Tinissine).
- ✓ Ghnimi, S., Umer, S., Karim, A., & Kamal-Eldin, A. (2017). Date fruit (*Phoenix dactylifera* L.): An underutilized food seeking industrial valorization. *NFS journal*, 6, 1-10
- ✓ Girardin-Andréani, C. (2005). Spirulina: blood system, immune system and cancer. *Phytotherapie*, 3(4), 158-161.
- ✓ Guérin, B., Gauthier, A., & Ortlieb, J. (1978). Les sirops: saccharose, glucose, fructose et autres édulcorants: valeur technologique et utilisation. Centre de Documentation Intern. des Industries Utilisatrices de Produits Agricoles.
- ✓ Gutiérrez-Salmeán, G., Fabila-Castillo, L., & Chamorro-Cevallos, G. (2015). Aspectos nutricionales y toxicológicos de Spirulina (*arthrospira*). *Nutricion hospitalaria*, 32(1), 34-40.
- ✓ Harrak, H., Hamouda, A., Boujnah, M., & Gaboune, F. (2005, March). Teneurs en sucres et qualités technologiques et nutritionnelles des principales variétés de dattes

- marocaines. In Boulanouar B., Kradi C.(Éds.), Symp. Int. Développement agricole durable des systèmes oasiens, INRA, Rabat, Maroc (pp. 108-115).
- ✓ Houssni, M., El Mahroussi, M., Kassout, J., Sbih, H. B., Kadiri, M., & 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. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 36(3), 678-690.
  - ✓ Hug, C., & von der Weid, D. (2011). La Spiruline.
  - ✓ Ibrahim, M. A., & Khallil, H. N. M. (1997). Le palmier dattier protection et production. *Iskandaria*, 432-627.
  - ✓ IGUERGAZIZ. N., 2012. Essai d'élaboration d'un alicament sous forme de comprimés de dattes entières et/ou dé-sucrées additionnées d'extrait aqueux des feuilles d'olivier algérien. Thèse Magister en Technologie alimentaire. Faculté des sciences de l'Ingénieur. Université M'HAMED BOUGARA. BOUMERDES. 88 page
  - ✓ Ismail, I., & Altuwairki, D. (2016). Chemical composition and antimicrobial efficacy of date palm fruit of Saudi Arabia. *World Appl Sci J*, 34(2), 140-146.
  - ✓ Jordan, J. P. (1999). *Cultivez votre Spiruline: manuel de culture artisanal*. Publication Antenna Technologies. Geneve.
  - ✓ Jourdan J. *Manuel de culture artisanale de la Spiruline*. 2014. Disponible sur <https://www.fichier-pdf.fr/2015/09/18/manuel-de-la-culture-artisanale-de-Spiruline/manuel-de-la-culture-artisanale-de-Spiruline.pdf> (dernière consultation janvier 2018)
  - ✓ Jourdan, J. P. (2006). *Cultivez votre Spiruline*. Edt. Antenna Technologie: 146p <http://www.antenna.ch/documents/manuelJourdan2061.pdf>.
  - ✓ Jourdan, J. P. (2006). *Manuel de culture artisanale pour la production de la Spiruline*. *Cultivez votre Spiruline*, 1-146.
  - ✓ Lamia, A. A. (2006). Evolution de la qualité nutritionnelle des protéines de biscuits modèles au cours de la cuisson au travers d'indicateurs de la réaction de Maillard: Intérêt de la fluorescence frontale (Doctoral dissertation, Thèse de Doctorat en Chimie analytique. Institut National Agronomique. Paris).
  - ✓ Matallah S. (1970). Contribution à la valorisation de la datte algérienne. Thèse Ing. I.N.A. EL- Harrach, 78 p.
  - ✓ MIMOUNI, Y., & Oumelkheir, S. I. B. O. U. K. E. U. R. (2009). Mise au point d'une technique d'extraction de sirops de dattes; comparaison avec les sirops à haute teneur en fructose(HFCS) issus de l'amidonnerie (Doctoral dissertation).

- ✓ Mimouni, Y., Siboukeur, O., & Bayoussef, Z. (2014). Fructose-rich syrup from Ghars cultivar dates (*Phoenix dactylifera* L.). *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 963-969.
- ✓ Mimouni, Z., & Ameer, N. (2017). *Possibilité de culture de spirulina platensis dans divers produits agricoles* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- ✓ Multon, J. L. (1992). *Le sucre, les sucres, les édulcorants et les glucides dans les IAA* Ed. Lavoisier, Paris.
- ✓ MUNIER P. (1973). *Le palmier dattier, techniques agricoles et productions tropicales*. Ed maison neuve et la rosse, Paris, 221 p.
- ✓ Nadège, M. A. M. (1992). *UFR DE MEDECINE ET DE PHARMACIE* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE DE ROUEN).
- ✓ Niangoran, N. U. F. (2017). *Optimisation de la culture de la Spiruline en milieu contrôlé: éclairage et estimation de la biomasse* (Doctoral dissertation, thèse, Université de Toulouse).
- ✓ NOUI, Y., LOMBARKIA, O. A., BEKRAR, A., CHIBANE, H. A., LEKBIR, A., ABDEDDAIM, M., ... & BACHA, A. (2014). Comparative study of the physicochemical characteristics and antioxidant activity of three dates varieties (*Phoenix dactylifera* L.) grown in Algeria. *Annals: Food Science & Technology*, 15(2).
- ✓ Pierlovisi C (2007) *L'Homme et la Spiruline: Un avenir commun? Composition chimique, intérêts alimentaires et activités biologiques*. Paris V- René Descartes, Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques, Paris(162) *Prise en charge*’. *Rev Med Suisse.*, 3: 1001 - 1006.
- ✓ Pierlovisi, C. (2007). *L'homme et la Spiruline, un avenir commun?: composition chimique, intérêts alimentaires et activités biologiques* (Doctoral dissertation).
- ✓ RAZAFINDRAJAONA J. M., RAKOTOZANDRINY J- N., RAZANDRINDRAINNY R., RANDRIA J. N., RAMAMPIHERIKA K. D. (2006). *Etude de la Valeur Nutritionnelle de la Spiruline de Madagascar (Spirulina platensis Var. Toliara)*. Pub. IHSM, Université de Toliara, p.28.
- ✓ SADALLAH, F. Z., & TOUMI, H. (2020). *Etude de quelques caractéristiques physico-chimiques de sirop des dattes de deux variétés (Takermoust et Hamraya)*
- ✓ SAYAH, Z. (2010). *Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques des dattes de la cuvette de Ouargla*.

- ✓ SEDDIKI, M. (2015). Contribution à l'étude de l'amélioration des propriétés glycémiantes des sirops issus de dattes molles (variété Ghars) (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA).
- ✓ Senoussi, A., Babahani, S., & Sebihi, A. (2017). LE PALMIER ET LA DATTE: UN ARBRE ET UN FRUIT A HAUTE VALEUR AJOUTEE. CAS DE LA REGION DE OUARGLA. *African Review of Science, Technology and Development*, 2(1), 1-12.
- ✓ SIBOUKEUR O. et LAKHDARI K. (1998). Utilisation des farines de dattes en biscuiterie. Premier Symposium Arabe sur la Recherche et Développement du palmier dattier. 28 février 1998. ACSAD/INRA de Marrach.
- ✓ Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L. E., & Elias, L. G. (1991). Méthodes de base pour l'évaluation sensorielle des aliments. CRDI, Ottawa, ON, CA.
- ✓ Yahiaoui, K. (1998). Caractérisation physico-chimique et l'évolution du brunissement de la datte Deglet-Nour au cours de la maturation. Mémoire de Magister. INA, El-Harrach. Alger.
- ✓ YAHIAOUI, K., Ouahiba, B., Arab, K., & Benchabane, A. (2021). Évolution de la fraction lipidique et protéique au cours de la maturation de la datte Deglet-Nour. *Nature & Technology/Nature & Technologie*, (24).
- ✓ Yamina, M. I. M. O. U. N. I., & Oumelkheir, S. I. B. O. U. K. E. U. R. (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.
- ✓ YOUB, Y., & BOUDRAA, F. (2018). Essais d'ajout de sirop de datte (Rob) sur la qualité d'un lait fermenté alicament (type yaourt étuvé).

## Annexes

### Annexe n°1 : matériels et Réactifs

Matériels	Réactifs
<b>Eprouvette; tubes à essai, tubes à vice, condenseur; bain marie; spectrophotomètre, bécher; agitateur ; papier filtre; ballon, Soxhlet; cartouche ; ratavapeur; four à moufle ; capsules ; etuve ; PH mètre, dessiccateur; band magnétique ; fiole jaugee ;pipette graduée,; boites de pétri; Compteur de colonies, pipette pasteur ; matras de kjeldahl ; micropipette; erlenmeyer, Balance analytique</b>	Catalyseur ; acide sulfuriqueH <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (96%.98%) phénol 5%; acide borique; Éther de pétrole; hydroxyde de sodium,(0.1N); acide chlorhydrique (0.1N et 2.5N); carbonate de sodium; acétate de plombe; TSE; phénolphtaléine; PCA,VRBL; sulfite de fer ;Baird parker ;bouillon cœur-cervele DRBC .plasma de lapin ;gélose nutritive

Annexe n°2 :

**Formulation de texte de dégustation**  
**Sirop enrichie par la spiruline**

**Degustation U :** **AGE:**  
**Date:** **Sexe:**

Mettez une note " ✓ " devant le Choix approprié dans les critères suivants ( aspects - odeur - tenture - gout ) pour chacun des deux échantillons gout.

ضع ملاحظة "✓" أمام الاختيار المناسب في المعايير التالية: (المظهر - الرائحة - القوام - الطعم) لكل من عينتي التذوق.

ASPECTS المظهر		GOUT الذوق	
Mauvaise سيء		Mauvaise سيء	
Acceptable مقبول		Acceptable مقبول	
Moyenne متوسط		Moyenne متوسط	
Bon جيد		Bon جيد	
Excellent ممتاز		Excellent ممتاز	
<b>ECHANTILLON N° 1</b>			
ODEUR الرائحة		TEXTURE القوام	
Mauvaise سيء		Mauvaise سيء	
Acceptable مقبول		Acceptable مقبول	
Moyenne متوسط		Moyenne متوسط	
Bon جيد		Bon جيد	
Excellent ممتاز		Excellent ممتاز	
<b>ECHANTILLON N° 2</b>			
ASPECTS المظهر		GOUT الذوق	
Mauvaise سيء		Mauvaise سيء	
Acceptable مقبول		Acceptable مقبول	
Moyenne متوسط		Moyenne متوسط	
Bon جيد		Bon جيد	
Excellent ممتاز		Excellent ممتاز	
TEXTURE القوام		ODEUR الرائحة	
Mauvaise سيء		Mauvaise سيء	
Acceptable مقبول		Acceptable مقبول	
Moyenne متوسط		Moyenne متوسط	
Bon جيد		Bon جيد	
Excellent ممتاز		Excellent ممتاز	

QUEL ECHANTILLON VOUS PREFERER ?  N°1  N°2 أي عينة تفضل ؟