

Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie  
Département des Sciences Alimentaires  
Filière : Sciences Biologiques  
Spécialité : Sciences Alimentaires  
Option : Industrie Laitière



Réf : .....

Mémoire de Fin de Cycle  
En vue de l'obtention du diplôme

**MASTER**

***Thème***

**Elaboration d'une crème glacée au sirop  
de dattes**

Présenté par :

**MAHTOUT DEHBIA ET SAIDANI SAMIRA**

Soutenu le : **19 Juin 2017**

Devant le jury composé de :

M<sup>r</sup> BOUDRIES H.

President

Mme SMAIL L.

Examineur

Mme CHOUGUI N.

Encadreur

M<sup>r</sup> AIT YAHIA C.

Invité

**Année universitaire : 2016 / 2017**

# Remerciements

Nous tenons à remercier le Dieu le tout puissant de nous avoir donné la volonté et le courage pour réaliser ce modeste travail.

Nous exprimons notre profonde reconnaissance à notre promotrice M<sup>me</sup> Chougui N. d'avoir accepté de nous encadrer, pour son suivi, ses encouragements, ses conseil précieux, ses orientations, nous aimons particulièrement souligner ses qualités humaines, son savoir-faire, son appui moral et sa disponibilité, M<sup>me</sup> Chougui, merci d'être ce que vous êtes.

Nous tenons à remercier vivement M<sup>r</sup> Boudries d'avoir accepté de présider le jury et M<sup>me</sup> Smail d'avoir accepté d'examiner et d'apporter ses appréciations sur notre travail.

Nous témoignons notre reconnaissance à l'équipe du laboratoire de technologie alimentaire, ainsi que le laboratoire de l'industrie lavalée (notre encadreur M<sup>r</sup> Ait yehya, Yasmina, Nassiha et toute l'équipe de laboratoire) pour leur soutien, leur gentillesse et de nous avoir facilité l'intégration au sein de l'équipe pendant tout la période de stage.

A toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

## **Dédicaces**

Je dédie ce mémoire a :

La mémoire de ma très chère mère et ma sœur Latifa, que Dieu le tout-puissant les accueille dans son vaste paradis.

A toi ma sœur nana la plus chère à mes yeux, pour m'avoir donné une éducation exemplaire, pour ton amour, ta tendresse et ton accompagnement dans tout mon parcours. Je t'aime tellement ma chère que dieu vous protège.

A ma petite princesse donna, la prune de mes yeux.

Ma chère sœur Samia, Fariza.

A mon cher frère Ramtane.

A mon cher beau-frère Latif.

A mes tantes Fatima et Tassadite.

A tous mes amis

**Dehbia**

# *Dédicaces*

*Ce travail modeste est dédié à mes chères parents, qui ont sacrifié leur noble existence pour bâtir la mienne et ont contribué à ma réussite, et ceux qui méritent toute mon affection, mon respect et ma reconnaissance*

*A la mémoire de ma grand mère, que Dieu le tout puissant vous accueille dans son vaste paradis ‘pais à vos âme’,*

*A mon grand père, qui ma encourager et soutenu tout au long de mon parcours,*

*A mes très chères sœurs : nanna Saadia, nanna Malika, Eljida, Kahina , Lyly et leurs époux,*

*A mes chères frères :dadda Hakim, Samir et Noredine,*

*A ma chère tente Soraia et mon oncle Mouhand,*

*A mes petits anges : Nassim, Yani, Wassim , Alice, Anaïs, Aiassa, Sissa, Hanan,*

*A la famille Cherfa, Fahim en particulier pour son aide et conseils,*

*A ma très chère amies Katia, qui ma toujours soutenue et encouragée au cours de la réalisation de ce mémoire et de partager les moments difficiles avec toi,*

*A mes chères amies : Fatima, Samia, Nadira, Henia, Yasmina, Mounia, Djidji, Sonia, Daya, Fatima, Tinhinan, Hanan*

*A ma Chère camarade Dehbia, merci pour ta compréhension, tout ce qu'on a partagé ensemble, je te souhaite tout le bonheur du monde.*

***Samira***

# Table des matières

## Liste des abréviations

## Listes des figures

## Liste des tableaux

## Introduction.....1

## *Synthèse bibliographique*

### Chapitre I : Dattes et dattiers

#### 1. Palmier dattier.....3

##### 1.1. Définition.....3

##### 1.2. Classification botanique.....3

#### 2. Dattes .....3

##### 2.1. Définition .....3

##### 2.2. Classification des variétés de dattes.....4

##### 2.3. Composition et valeur nutritives des dattes.....6

###### 2.3.1 Composition biochimique des dattes.....6

###### 2.3.2 Valeur nutritionnelle des dattes.....6

##### 2.4. Usage traditionnel et effets thérapeutiques des dattes.....7

### Chapitre II : Sirop de dattes

#### 1. Définition du sirop de dattes.....8

#### 2. Procédé de fabrication du sirop de dattes.....8

##### 1.1. Procédé par pressurage .....8

##### 1.2. Procédé par trempage dans de l'eau, à basse température .....8

##### 1.3. Procédé par trempage dans de l'eau, à haute température .....8

#### 3. Composition chimique du sirop de dattes.....9

##### 3.1. Teneur en eau .....9

##### 3.2. Teneur en sucres.....9

##### 3.3. Teneur en protéines et lipides.....10

##### 3.4. Teneur en fibres .....10

##### 3.5. Minéraux.....10

##### 3.6. Substances bioactives .....11

#### 4. Bienfaits et valeur nutritionnelle du sirop de dattes .....11

5. Utilisations de sirop de dattes .....	12
--	----

### **Chapitre III : Crèmes glacées**

1. Généralités sur les crèmes glacées.....	13
2. Définition de la crème glacée .....	13
3. Composition de la crème glacée.....	14
4. Rôle des constituants de la crème glacée .....	15
4.1. Eau.....	15
4.2. Matière grasse .....	15
4.3. Matière sèche dégraissée du lait .....	15
4.4. Sucre et/ou édulcorants .....	15
4.5. Stabilisants et émulsifiants .....	15
5. Classification des crèmes glacées .....	16
5.1. Classification .....	16
5.2. Types et modèle .....	16
6. Intérêt nutritionnelles des crèmes glacées .....	16
7. Propriétés des crèmes glacées .....	17
7.1. Propriétés organoleptiques.....	17
7.2. Propriétés microbiologiques .....	18
7.3. Propriétés physico-chimiques .....	18
7.3.1. Viscosités.....	18
7.3.2. Acidité du mélange .....	18
7.3.3. Densité.....	18
7.3.4. Quantité de l'air .....	18
8. Structure et stabilité des crèmes glacées .....	18
9. Technologie de fabrication des crèmes glacées .....	19
9.1. Mixage des ingrédients .....	20
9.2. Homogénéisation et Pasteurisation.....	21
9.3. Maturation.....	21
9.4. Pré-congélation et foisonnement .....	21
9.5. Formage .....	21
9.6. Congélation.....	21
9.7. Conditionnement et emballage .....	21
9.8. Stockage et distribution .....	22

## *Partie expérimentale*

### **Matériel et méthodes**

1.Échantillonnage.....	23
2. Propriétés physico-chimiques.....	23
2.1. Détermination du taux d'humidité.....	23
2.2. pH.....	23
2.3. Acidité.....	24
2.4. Brix.....	24
2.5.Extraction des composés phénolique totaux .....	24
2.5.1. Dosage des composés phénolique totaux.....	25
2.5.2. Dosage des flavonoïdes.....	25
2.5.3. Dosage des tanins.....	25
2.6. Évaluation de l'activité antioxydant et anti-radicalaire.....	26
2.6.1. Activité anti-radicalaire sur le DPPH.....	26
2.6.2. Pouvoir réducteur.....	26
3. Fabrication de crème glacée au sirop de dattes .....	27
3.1. Présentation de l'unité VALLEE GLACES .....	27
3.2. Processus de fabrication .....	28
3.3. Elaboration et propriétés de crèmes glacées au sirop de dattes .....	28
3.3.1. Etapes d'élaboration des crèmes glacées .....	28
3.4. Propriétés des crèmes glacées au sirop de dattes .....	30
3.4.1. Propriétés physico-chimiques.....	30
3.4.1.1. Le mix total.....	30
3.4.1.2. Le produit fini .....	31
3.4.2. Propriétés microbiologique des crèmes glacée élaborées.....	32
3.4.3.Évaluation sensorielle des crèmes glacées élaborées.....	32

### **Résultat et discussion**

1. Caractéristiques du sirop de dattes.....	34
1.1. Paramètres physico-chimique de sirop de dattes .....	34
1.1.1. pH .....	34
1.1.2. Acidité.....	34
1.1.3. Taux d'humidité .....	35
1.2. Teneur en antioxydants dans les extraits de sirop de dattes.....	35
1.2.1. Les composés phénoliques totaux.....	35

1.2.2. Les flavonoïdes .....	35
1.2.3. Les tanins condensés.....	36
1.3. L'activité antioxydant et anti-radicalaire.....	36
1.3.1. Activité anti-radicalaire sur le DPPH.....	36
1.3.2. Pouvoir réducteur.....	36
2.Caractérisation des crèmes glacées élaborés .....	37
2.1. Résultats des analyses physico-chimiques du mix .....	37
2.1.1. pH.....	37
2.1.2. Acidité.....	37
2.1.3. Extrait sec total .....	38
2.1.4. Masse volumique.....	38
2.1.5. Viscosité.....	38
2.2. Résultats des analyses physico-chimiques du produit fini .....	38
2.2.1. Taux de foisonnement .....	39
2.2.2. Température.....	39
3.Propriétés microbiologiques des crèmes glacées élaborés .....	39
4. Evaluation sensorielles .....	40
4.1. Test du plan d'expériences .....	40
4.2. Caractérisation des produits .....	40
4.2.1. Pouvoir discriminant par descripteur .....	40
4.2.2. Coefficient des modèles .....	41
4.2.3. Moyennes ajustées par produit .....	44
4.3. Préférence MAPPING (Cartographie des préférences) .....	45
4.3.1. Analyse en Composante Principale (ACP) .....	46
4.3.2. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) .....	46
4.3.3. Synthèse de mapping des préférences .....	48

<b>Conclusion.....</b>	<b>50</b>
------------------------	-----------

**Références bibliographiques**

**Annexes**

## Liste des abréviations

**Abs** : Absorbance

**D** : Dattes

**DPPH** : Radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl

**EC** : Equivalent cyanidine

**EST** : Extrait sec totale

**EQ** : Equivalent quercétine

**FD** : Facture de dilution

**Min** : Minute

**MM** : Masse molaire de la cyanidine

**pf** : Poids frais

**pH** : Potontial d'hydrogène

**P<sub>s</sub>** : Poids sec

**Sb** : Sensation en bouche

## Liste des figures

Figure N°	Titre	Page
1	Deglet-Nour	4
2	Dattes molles (Ghars)	5
3	Datte demi-molle (Deglet-Nour)	5
4	Dattes sèches (Meche-Degla)	5
5	Etapas de fabrication du sirop de dattes	9
6	Crème glacée	13
7	Diagramme de fabrication de la crème glacée	20
8	Protocole d'extraction des composés phénoliques totaux	24
9	Diagramme de fabrication de crème glacée selon l'unité Vallée Glaces	28
10	Les 5 échantillons de crèmes glacées.	32
11	Pouvoir discriminant par le descripteur	41
12	Coefficients des modèles des cinq échantillons des crèmes glacées	42
13	Corrélations entre les variables et les facteurs	46
14	Dendrogramme des consommateurs naïfs(a). Les différentes classes de consommateurs naïfs (b).	47
15	Profil des différentes classes créées	47
16	Courbe de niveau et carte des préférences	49

## Liste des tableaux

Tableau N°	Titre	Page
I.	Classification botanique du palmier dattier	3
II.	Composition biochimique des dattes	6
III.	Composition du sirop de dattes en %	10
IV.	Teneur du sirop de dattes en éléments minéraux en mg/100g	11
V.	Teneur en substances bioactives de sirop de dattes	11
VI.	Les ingrédients constituant le mélange de base de la crème glacée	14
VII.	Teneur des crèmes glacées en minéraux	17
VIII.	Teneur des crèmes glacées en vitamines	17
IX.	Composition de sirop de dattes	23
X.	Les ingrédients des deux mix élaborés	29
XI.	Crèmes glacées élaborées avec et sans sirop de dattes	29
XII.	Paramètres physico-chimiques de sirop de dattes	34
XIII.	Propriétés physico-chimiques du mix à la maturation	37
XIV.	Propriétés physico-chimiques des crèmes glacées	38
XV.	Propriétés microbiologiques des crèmes glacées élaborés	39
XVI.	Évaluation du plan sensorielle	40
XVII.	Moyennes ajustées par produit expert	44
XVIII.	Moyennes ajustées par produit	45
XIX.	Objets classés par ordre croissant de préférence	48
XX.	Pourcentage de juges satisfaits pour chaque crème glacée	48

# *Introduction*

## Introduction

---

La datte fruit de palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) a toujours été depuis des temps immémoriaux un élément important de l'alimentation tant pour les humains que pour les animaux. Sa production mondiale s'élève à plus de 58 million de tonnes plaçant ainsi l'Algérie au 4<sup>ième</sup> rang des producteurs de dattes avec 47000 t/an, dont 30% sont des dattes communes à faible valeur marchande, pour la plus part destinées à l'alimentation du bétail (FAO, 2017).

Les dattes sont particulièrement riches en glucides et en éléments minéraux notamment en K, Ca et Mg, les fibres diététiques et vitamines (El-Nagga et Abd El-Tawab, 2012). En effet, des macromolécules et d'autres micronutriments essentiels : les flavonoïdes les composés phénoliques et les anthocyanines sont également présents dans la datte (en raison de ses antioxydants, la datte est utilisée pour le traitement de l'hypertension, diabète et cancer) (Al Harthi et al., 2015).

L'Algérie ne dispose d'aucune technologie de transformation, à l'exception du conditionnement et de la production de pâte "Ghars" à partir des dattes molles. Devant ce constat et pour mieux valoriser ce produit, la datte est utilisée comme matière première dans l'élaboration de nouveaux produits dont le sucre liquide, les pâtes de dattes ; des jus, la confiserie, l'alcool ainsi le sirop de dattes.

Le sirop de dattes est un aliment riche en glucides, sels minéraux, composés phénoliques et en teneur moyenne de flavonoïdes. Ces antioxydants diminuent le risque des maladies dégénératives et certain types de cancers par réduction du stress oxydatif et l'inhibition de l'oxydation des macromolécules (Abbes et al., 2013).

Compte tenue de sa richesse en sucre, le sirop de dattes peut remplacer le sucre blanc commercialisé utilisé pour la préparation des produits alimentaires tels que les produits laitiers glacés et leur valorisation pourrait représenter une forte valeur ajoutée sur l'impact socio-économique.

La crème glacée est non seulement un dessert populaire, mais également l'un des produits alimentaires les plus consommé. Sa fabrication à pris une importance, sans cesse, croissante ces dernières années, qui se base surtout sur la qualité organoleptique et nutritionnelle (Clark, 2009). La consommation de ce produit délicieux pourrait être largement augmentée en Algérie et qu'il ya ainsi une excellente occasion de développer cette industrie.

L'objectif de notre étude est de substituer le sucre blanc cristallisé contenu dans la crème par un sirop de dattes et enrichir celle-ci par les éléments bénéfiques pour la santé que pourrait apporter ce sirop.

A cet effet, le présent travail porte sur deux parties essentielles :

# Introduction

---

- Une partie bibliographique qui présente la crème glacée et les caractéristiques des dattes et du sirop de dattes ;
- Une partie expérimentale qui comporte :
  - les caractéristiques du sirop de dattes, la méthode d'élaboration des crèmes glacées avec ce sirop, les propriétés physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles des crèmes glacées élaborées.
  - Les résultats obtenus développés.

# *Synthèse bibliographique*

## 1. Palmier dattier

### 1.1. Définition

Le palmier dattier (*phoenix dactylifera* L.) est l'une des anciennes plantes cultivées. Il a été utilisé comme aliment depuis 6000 ans (**AL-SHahib et Marshal, 2003**).

Son genre phoenix, vient du nom que les grecs lui attribuaient, et dactylifera qualifie l'espèce dont « les fruits sont en forme de doigt » (**Benchelah et Maka, 2006**).

### 1.2 Classification botanique

Selon **Vyawahare et al., (2009)**, la classification du palmier dattier est comme suit :

**Tableau I** : Classification botanique du palmier dattier.

<b>Règne</b>	Végétal
<b>Division</b>	Angiosperme
<b>Classe</b>	Liliosidaea
<b>Ordre</b>	Arecales
<b>Famille</b>	Arecaceae
<b>Genre</b>	Phoenix
<b>Espèce</b>	Phoenix dactylifera
<b>Nomenclature binomiale</b>	Phoenix dactylifera L.

## 2. Dattes

### 2.1. Définition

La datte, fruit du palmier dattier, est généralement de forme allongée, oblongue ou arrondie. Elle est composée d'un noyau, ayant une consistance dure, entourée de chair. La partie comestible de la datte, dite chair ou pulpe, est constituée selon **Espiard (2002)**

de :

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

## 2.2. Classification des variétés de dattes

Les variétés de dattes sont très nombreuses, seulement quelques-unes ont une importance commerciale. Elles se différencient par la saveur, la consistance, la forme, la couleur, le poids et la dimension (**Buelguedj, 2001**).

En Algérie, il existe plusieurs cultivars de dattes (**Hannachi et al., 1998**). Les principales variétés cultivées sont :

❖ **La Deglet-Nour** : Variété commerciale par excellence. C'est une datte demi-molle, considérée comme étant la meilleure variété de datte du fait de son aspect, son onctuosité et sa saveur. A maturité, la datte est d'une couleur brune ambrée avec un épicarpe lisse légèrement plissé et brillant, le mésocarpe présente une texture fine légèrement fibreuse (**Buelguedj, 2001**).



**Figure 1:** Deglet-Nour (**Anonyme 1**)

❖ **Les variétés communes** : Ces variétés sont de moindre importance économique par rapport à *Deglet-Nour*. Les variétés les plus répandues sont : Ghars, Mech-Degla (**Buelguedj, 2001**).

D'après **Espiard (2002)**, la consistance de la datte est variable. Selon cette caractéristique, les dattes sont réparties en trois catégories :

-**Les dattes molles** : taux d'humidité supérieur ou égal à 30%; elles sont à base de sucre (fructose, glucose) tel que Ghars.



**Figure 2** : Dattes molles (Ghars) (Anonyme 2)

-**Les dattes demi-molles** : de 20 à 30% d'humidité, riches en saccharose telle que Deglet-Nour.



**Figure 3** : Datte demi-molle (Deglet-Nour) (Anonyme 3)

-**Les dattes sèches** : avec moins de 20% d'humidité, riches en saccharose, telle que Meche-Degla.



**Figure 4** : Dattes sèches (Degla-beida) (Anonyme 4)

### 2.3. Composition et valeur nutritives des dattes

#### 2.3.1. Composition biochimique des dattes

Le tableau ci-dessous présente la composition biochimique des dattes :

**Tableau II : Composition biochimique des dattes**

Constituants	Teneur (%)
L'eau	La teneur en eau, en fonction des variétés, stade de maturation et du climat, varie entre 8 à 30% du poids de la chair fraîche ( <b>Munier, 1973</b> )
Les glucides	C'est le constituant le plus prédominant des dattes. L'analyse des sucre de dattes a révélé la présence de trois types de sucres essentiellement : le saccharose, le glucose et le fructose Cependant, il existe d'autres sucres en faibles proportions tels que : le galactose, le xylose,...) ( <b>Estanove, 1990 ; Acourene et Tama, 2002</b> )
Les protéines	La teneur est faible : 3% (MS) ( <b>Khalil et al., 2002</b> ).
Les lipides	Les lipides sont pratiquement absents dans la pulpe (moins de 0,5% MS) ( <b>Khaira et al., 2007</b> )
Les fibres	Constituées principalement par la cellulose. Les dattes fines comme <i>Deglet-nour</i> ne contiennent qu'une faible proportion. Dans le cas des dattes communes, elles peuvent atteindre parfois plus de 10% ( <b>Munier, 1973</b> ).
Les minéraux	Présence de minéraux et d'oligoélément particulièrement abondants ( <b>Munier, 1973</b> ).
Les vitamines	La pulpe de dattes contient des vitamines en quantités variables, selon le type de dattes. Généralement, on trouve les caroténoïdes et la vitamine B en quantité appréciables ( <b>Munier, 1973</b> ).

#### 2.3.2. Valeur nutritionnelle des dattes

Les dattes constituent un excellent aliment, de grande valeur nutritive et énergétique (**Gilles 2000**). En effet, la forte teneur en sucres confère à ces fruits une grande valeur

énergétique avec une teneur importante en sucres réducteurs facilement assimilables par l'organisme. Les protéines de dattes sont équilibrées qualitativement même si elles sont en faibles quantités. Par ailleurs, les dattes, apportent de manière importante des éléments minéraux : Ca, Mg, P, S, Fe et Mn qui sont reminéralisants et renforcent notablement le système immunitaire ainsi que des vitamines qui se caractérisent par des teneurs appréciables en vitamines du groupe B (**Albert, 1998**).

#### **2.4. Usage traditionnel et effets thérapeutiques des dattes**

Les dattes sont des fruits nutritifs qui renferment une teneur élevée en fibres ainsi que des concentrations appréciables en minéraux, vitamines et antioxydants qui contribuent au bon fonctionnement de l'organisme. Les dattes sont une bonne source de composés phénoliques et flavonoïdes. L'ensemble de ces composés photo- chimiques inhibent les radicaux libres et protègent l'organisme contre les cancers et les maladies dégénératives (**Duke (1992) et Khare (2007)**).

Les dattes sont utilisées traditionnellement par plusieurs populations pour différentes raisons selon **Duke (1992) et Khare (2007)** :

- le traitement d'hypertension;
- comme un fortifiant;
- associées avec d'autres remèdes naturels contre les hémorroïdes ainsi que pour réduire le risque de la colite et le cancer du côlon ;
- comme adoucissant.

La décoction de dattes convient pour les maladies inflammatoires, adoucir la toux sèche et renforcer le système humanitaire.

Las dattes sont, également, indiquées contre plusieurs maladie telles que le cancer, les maladies cardiovasculaires, l'ostéoporose, les troubles intestinaux, ect (**Khare, 2007; Baliga et al., 2011**).

**Selvam (2008)** a rapporté l'importance des dattes dans le traitement des inflammations, des douleurs thoraciques et le traitement symptomatique des constipations.

Les dattes sont, par ailleurs, utilisées comme un complément alimentaire idéal pour les personnes souffrant d'anémie grâce à sa richesse en minéraux (**Khare, 2007; Selvam, 2008**).

## 1. Définition du sirop de dattes

Le sirop de dattes, une denrée alimentaire de certaines variétés de dattes locales connue localement comme «*Rob AT-Tamr*» (*appellation impropre*) (Barreveld, 1993), ou «*Dibs*» dans le monde arabe (Mimouni et Siboukeur, 2011).

Le sirop de dattes est un produit sucré, brun épais-foncé de couleur marron extrait à partir des dattes et typique de la cuisine Arabe. Son goût est plus doux que celui du sirop de saccharose et il a une bonne saveur unique (Alanazi, 2010).

## 2. Procédé de fabrication du sirop de dattes

### 2.1. Procédé par pressurage

Le principe de ce procédé repose sur la méthode par tassement. Cette dernière, constitue un moyen de conservation des dattes molles ; elle a pour avantage de récupérer un liquide sirupeux. Ce sous-produit présente l'aspect du miel d'abeilles. Il se caractérise par l'absence de trouble et ne nécessite donc pas de clarification chimique ou enzymatique. Le tassement des dattes, s'effectue généralement, dans des sacs en toile (Btana) (El-Ogaidi, 1987).

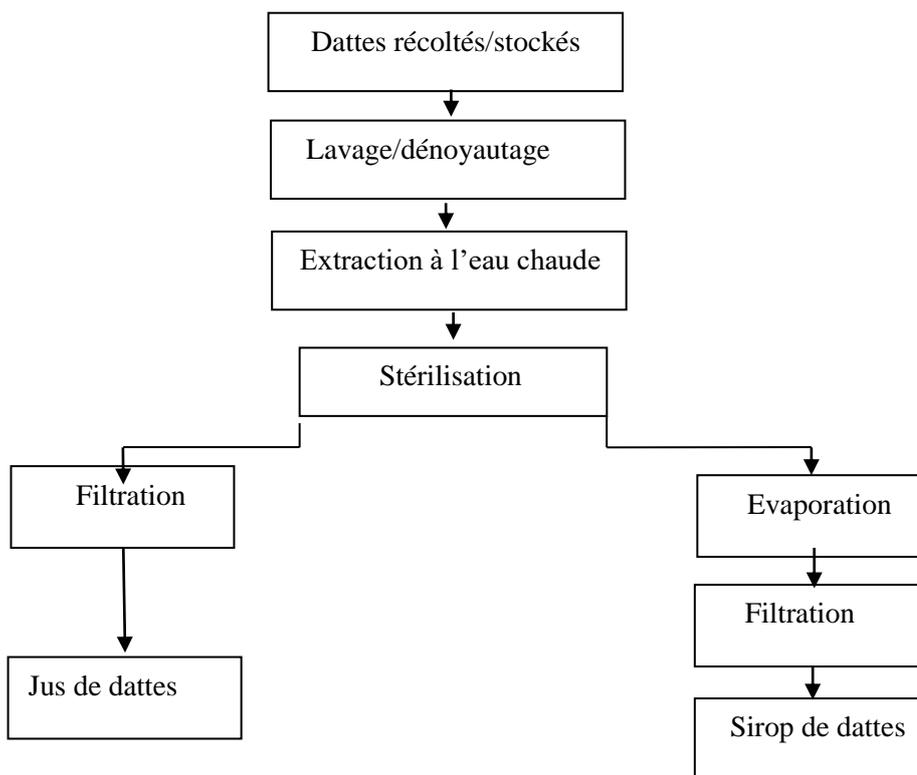
### 2.2. Procédé par trempage dans de l'eau, à basse température

Les dattes sont mises à tremper dans de l'eau tiède pendant plusieurs heures. L'extrait résultant, après filtration et élimination des fibres et des noyaux, est mis au chauffage de nouveau sur un feu doux, pour faire évaporer l'eau et augmenter sa concentration. L'inconvénient de cette technique réside dans le fait que le jus qui n'a pas toujours la même concentration. En plus, celle-ci est souvent faible, d'où le risque de fermentation (El-Ogaidi, 2000).

### 2.3. Procédé par trempage dans de l'eau, à haute température

Cette méthode est la plus utilisée. Il s'agit d'un procédé d'extraction par chauffage à 90°C. Ce dernier permet une extraction plus poussée par l'addition des enzymes (pectinase et cellulase) à 90°C pendant 3 min. Après la filtration de l'extrait, le jus obtenu renferme des impuretés qui sont séparées de la solution de sucre par «carbonatation» (El-Ogaidi, 2000).

La figure suivante présente les étapes de fabrication du sirop de dattes selon **Al-Farsi (2007)**.



**Figure5** : Etapes de fabrication du sirop de dattes(**Al Farsi, 2007**)

### 3. Composition chimique du sirop de dattes

#### 3.1. Teneur en eau

Selon **Al-Nagga et Abd El-Tawab(2012)**, la teneur en eau varie, en fonction de la méthode d'extraction et de la variété, entre 16,66 et 24,35%. L'étude menée par **Al-Farsi et al. (2007)** montre que les teneurs en eau des deux sirops préparés à partir de deux variétés **Mebseeli** et **Shahal** sont respectivement de 20,56 et 34,33%.

#### 3.2. Teneur en sucres

Les sirops de dattes contiennent essentiellement un mélange de sucres qui diffèrent par un certain nombre de propriétés, mais qui de point de vue alimentaire ont globalement la même valeur énergétique : un degré Brix compris entre 70 à 75% ce qui permet sa conservation au-delà de deux ans (**Mimouni et Siboukour, 2011**), la majorité des glucides (70 à 80%) présentes sous forme de sucres réducteurs (**El-Nagga et Abd El-Tawab, 2012**).

Selon **Alanazi (2010)**, le glucose et le fructose sont les sucres majoritaires du sirop de dattes (80%). De plus, la teneur en polysaccharides du sirop de dattes varie de 1,65 à 3,12% (**Abbes et al., 2011**).

Le tableau ci-dessous présente la composition de sirop de dattes en % selon **Alanazi (2010)**.

**Tableau III:** Composition du sirop de dattes en % (**Alanazi, 2010**).

Composition	Teneur (%)
Teneur en eau	16
Solides totaux sur le poids sec	84
Sucres totaux	79,45
Sucres réducteurs	74,83
Saccharose	1
Protéines	0,83
Pectines	1,46

### 3.3. Teneur en protéines et lipides

Les protéines sont présentes en faibles quantités qui varient entre 1 et 1,79g/100g MF. La teneur en lipides varie entre 2,40 et 2,44g/100g MF (**El-Nagga et Abd El-Tawab, 2012**).

### 3.4. Teneur en fibres

Le sirop de dattes, lorsqu'il est extrait par le biais d'un procédé entièrement naturel, garantit tous les bienfaits connus de son fruit d'origine (Abbes et al., 2015). Selon **Ellench et al. (2000)**, les dattes sont très riches en fibres, elles varient entre 14,4 et 18,8g/100g.

### 3.5. Minéraux

Le sirop de dattes est considéré comme mine vu le grand nombre des éléments minéraux qu'il contient tels que: Calcium, Potassium, Magnésium, Zinc sont présentés en valeur importantes (**Alanazi, 2010**). Le tableau ci-dessous présente la teneur de quelques éléments minéraux dans le sirop de dattes.

**Tableau IV:** Teneur du sirop de dattes en éléments minéraux en mg/100g (Alanazi,2010) .

Constituant	Teneur	Constituant	Teneur
Ca	345,1±10	Mn	0,203±0,01
Cd	Trace	P	Trace
Cu	0,34±0,01	Pb	0,26±0,01
Fe	6,6±0,36	Zn	104,1± 6,8
Mg	138,8±8	K	194±1

### 3.6.Substances bioactives

Le sirop de dattes est riche en substances bioactives. Il est très riche en composés phénoliques totaux et ont une teneur moyenne en flavonoïdes totaux mais faibles en caroténoïdes. Selon **Abbes et al. (2013)**, les composants responsables de l'effet antioxydant sont les flavonoïdes et les caroténoïdes.

Le tableau ci-dessous présente la teneur en substances bioactives de sirop de dattes selon **Abbes et al. (2013)**.

**Tableau V :** Teneur en substances bioactives de sirop de dattes (**Abbes et al., 2013**).

Echantillon	Composés phénoliques totaux (µg/100g)	Flavonoïdes totaux (µg/100g)	Caroténoïdes (µg/100g)
Deglet-Nour	529,28± 3,98	194,51±1,79	0,018±0,004
Kentichi	506,48±21,34	191,29±3,41	0,013±0,004
Allig	4.9,85±31,02	92,15±1,13	157±0,018

### 3.7.Bienfaits et valeur nutritionnelle du sirop de dattes

La composition chimique et la valeur nutritionnelle du sirop de dattes ont été bien étudiées (**Al-Hooti et al., 2002; Abbès et al., 2011**). Le sirop de dattes est un aliment à haute énergie riche en glucides, une bonne source de minéraux et de fibres solubles et insolubles, acides aminés et organiques; mais il contient également un mélange très complexe d'autres polysaccharides, les polyphénols et les caroténoïdes.

En plus de ses composés nutritionnels, le sirop de dattes est riche en antioxydants. L'activité antioxydant de ce composant a été attribuée à divers mécanismes tels que la décomposition des

peroxydes, la liaison des catalyseurs aux ions de métaux de transition, la capacité réductrice et le piégeage des radicaux (**Fontaine et al., 2002; Atmani et al., 2009**). Ainsi, les antioxydants sont considérés comme bénévoles pour la santé humaine car ils réduisent le risque de maladies dégénératives et de certains types de cancers par la réduction du stress oxydatif et l'inhibition de l'oxydation des macromolécules (**Soobrattee et al., 2005**).

Le sirop de dattes est riche en vitamines du groupe B : vitamine B3 (1,7 mg), vitamine B5 (0,8 mg), vitamine B6 (0,15 mg) et vitamine B2 (0,10 mg) (**El Arem et al., 2011**). Selon **Alanazi (2010)**, la teneur en vitamine C présentée dans le sirop de dattes est de 0,185mg/100g.

Les quantités significatives de minéraux présents dans les dattes en font un super aliment pour renforcer les os, notamment le calcium et le fer qui jouent un rôle important à savoir le traitement de l'anémie et l'enrichissement de la ration alimentaire en calcium (**Siboukeur, 1997**). Les dattes contiennent des fibres solubles et insolubles, ainsi que de nombreux acides aminés qui peuvent stimuler la digestion des aliments (**El Arem et al., 2011**).

#### **4. Utilisations de sirop de dattes**

Des instituts diététiques modernes dans le monde entier recommandent l'utilisation régulière de dattes et ses sous-produits pour leurs effets sur l'organisme (**Abbes et al., 2011**).

Le sirop de dattes est riche en certains nutriments (sucre, composés phénoliques...); il fournit une bonne source d'énergie rapide en raison de leur haute teneur en sucre. En effet, la forte teneur en sucre devrait justifier leur utilisation comme source de sucre liquide approprié à de nombreux produits alimentaires tels que: la base de la boisson, les produits de boulangerie, de la crème glacée et confiserie (**Abbes et al., 2011; Besbes et al., 2009**). Le sirop de dattes peut être aussi utilisé comme édulcorant et l'agent aromatisant pour les produits laitiers comme le lait fermenté (**Abbes et al., 2015**).

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

### 1. Généralités sur les crèmes glacées

Plusieurs documents attestent que les chinois aimaient un produit glacé fabriqué en mélangeant des jus de fruits et de la neige que l'on appelle aujourd'hui glace à l'eau. Cette technique de fabrication de la glace s'est rependue jusqu'à Rome et dans la Grèce antique les fortunés, en particulier, avait un penchant pour les desserts glacées (**Paschal, 1998**).

Ensuite, les crèmes glacées ont réapparu sous différentes formes en Italie au moyen âge, probablement au retour de Marco polo, après un séjour d'une quinzaine d'année en chine, où il avait appris à apprécier un dessert glacé à base de lait (**Paschal, 1998**).

### 2. Définition de la crème glacée

La crème glacée est une préparation sucrée et parfumée à base de produits laitiers solidifiés sous l'effet de la congélation (**Mathlouthi et Rogé, 1996**).

Les crèmes glacées désignent exclusivement les produits obtenus par congélation d'un mélange pasteurisé de lait, de crème et de sucres, parfumées avec des fruits, des jus de fruits ou des arômes naturels (**Mahaut et al., 2000**)

Les produits alimentaires quadrifasique (émulsion) est une mousse partiellement congelée contenant 40 à 50% d'air en volume (**Mahaut et al., 2000**).



**Figure 6:**Crème glacée (anonyme 5)

### 3. Composition de la crème glacée

Les crèmes glacées sont composées d'un mélange d'ingrédients congelés parmi lesquels le lait, le sucre et/ou des produits sucrants, les hydrocolloïdes, les émulsifiants et les produits aromatisants. D'autres produits tels que les colorants, les ovo-produits et les maltodextrines ect. sont, également, utilisés.

Le tableau ci-dessous présent les ingrédients constituant le mélange de base de la crème glacée.

**Tableau VI :** Les ingrédients constituant le mélange de base de la crème glacée ((Paschal, 1998).)

Ingrédients	Teneur (%)
Matières grasses	En minimum 8% apportées sous forme de lait frais, ou concentré (sucré ou non) ou en poudre, crème fraîche ou congelé, beurre.
Extrait sec dégraissé (ESD)	Sous forme de lait écrémé liquide (sucré ou non) ou poudre de lait (9% à 11%) ESD= lactose +protides (caséine et albumine)+sels minéraux.
Sucre	Le saccharose cristallisé ou en poudre avec teneur minimale : 15% pour les proprement dites, 20% pour les glaces ou œuf, 25% pour les glaces ou sirop ou sorbet.
Stabilisants	-Teneur maximale est fixée à 1% : - Gélatine alimentaire - Blanc d'œuf - Poudre de caroube - Pectine - Agar-agar
Émulsifiants	- Mono-et di glycérides - Polysorbates - Phospholipides (lécithines)
Arômes, fruits	-Fruits frais -Congelé -Pulpes ou purées -Jus de fruits frais ou pasteurisé ou concentré, sirop, secs et confis.
Colorants	Naturels : (b-carotène, caramel, cochenille, indigotine, chlorophylle, etc.) -Organiques de synthèse : tartrazine, jaune orange soleil, etc.

#### 4. Rôle des constituants de la crème glacée

##### 4.1. L'eau

L'eau constitue 60% de son poids total, elle doit être douce et de TH entre 10 à 15F. Elle est également l'un des principaux facteurs de texturation car elle est le principal élément modifiant le point de congélation du produit.

#### 4.2. La matière grasse

La présence de matière grasse dans une crème glacée présente de nombreux avantages tel que la réduction de la vitesse de foisonnement, la stabilisation de la mousse, l'amélioration de la texture du corps et de la saveur du produit fini ainsi que l'accroissement de sa valeur énergétique (**Boutonnier et al., 2002**).

#### 4.3. La matière sèche dégraissée du lait

Une augmentation de la teneur en matière sèche donne une plus grande résistance à la fonte en rendant la crème glacée plus compacte et crée une texture plus fondante car la quantité d'eau à congeler, est moins importante (**Mahaut et al., 2000**).

#### 4.4. Le sucre et/ou édulcorants

L'ajout de sucre permet d'ajuster la teneur en matière sèche de la crème glacée et lui confère le caractère sucré que le consommateur préfère, permet d'obtenir une saveur riche et délicate, et favorise la formation de petits cristaux de glace qui empêchent la crème d'être coulante et dure (**Pascal, 1998**).

Les édulcorants sont utilisés pour satisfaire les personnes qui suivent un régime. Un édulcorant n'a aucune valeur nutritive mais a un goût très sucré même en doses infimes (**Pascal, 1998**).

#### 4.5. Les stabilisants et émulsifiants

- **Les stabilisants** : Les stabilisants dispersent dans l'eau qui est comme principale propriété d'adsorber une partie importante de l'eau libre. Ces stabilisants vont se déplier, s'hydrater et construire un réseau qui réduit la mobilité de l'eau restante et donc épaissir le système (**Tirard collet, 1996**).
- **Les émulsifiants** : Sont des molécules à la fois hydrophiles et hydrophobes qui se fixent à l'interface huile-eau. La partie hydrophobe de l'émulsifiant est constituée d'acides gras et la partie hydrophile peut être constituée de glycérol, parfois estérifié avec des acides acétique, lactique ou citrique (**Tirard-Collet, 1996**).

### 5. Classification des crèmes glacées

#### 5.1. Classification

Selon la Nomenclature du système Harmonisée (NSH), les crèmes glacées sont classées en trois principaux articles ou codes selon leur teneur en matière grasse laitière (**Donfovwe et al., 1991**) :

- 2105001000 : Glace de consommation, même contenant du cacao avec moins de 3% de matière grasse provenant du lait.

•2105009100: Glaces de consommation, même contenant du cacao avec une teneur en poids de matière grasse provenant du lait supérieur ou égale à 3 % et inférieur à 7%.

•2105009900 : Glace de consommation, même contenant du cacao avec une teneur en poids de matière grasse provenant du lait supérieur ou égale à 7%.

## 5.2.Types et modèle

Selon **Fisk (1919)**, les crèmes glacées sont réparties en trois catégories principales en fonction des ingrédients utilisés :

- La crème glacée simple est faite avec de la crème, du sucre et des essences ou aromates, avec ou sans lait condensé ou stabilisateur.
- La crème glacée cuite, souvent appelée crème française ou napolitaine, est faite avec de la crème, du sucre, des œufs et une essence. On y ajoute parfois de la farine ou de la fécule de maïs.
- Les sorbets et les glaces sont faits avec de l'eau, du sucre, souvent de l'albumen d'œuf, et d'un stabilisateur, et sont aromatisés avec des jus de fruits ou d'autres essences naturelles.

## 6. Intérêt nutritionnelles des crèmes glacées

Bien qu'il s'agisse d'un produit laitier, la crème glacée ne contient, en moyenne, que très peu de calcium. Il faut environ trois tasses de crème glacée pour égaler l'apport de calcium contenu dans un seul verre de lait. Il vaut donc bien analyser le tableau des valeurs nutritives si l'on veut réellement combiner plaisir et santé en consommant de la crème glacée.

La glace est plaisante à manger, et c'est une bonne source de nutriments et sa valeur nutritionnelle dépend bien sûr du type d'ingrédients utilisés.

La crème glacée est favorablement considérée comme véhicule de probiotiques grâce aux basses températures de stockage (**Ranadheera et al., 2009**)

Les facteurs de risques trouvés comme étant impliqués significativement dans le cancer du côlon, incluent les aliments et boissons contenant du saccharose autres que les crèmes glacées et le lait. Ce qui suggère une hypothèse selon laquelle le calcium pourrait avoir un effet protecteur du saccharose (**Bostick et al., 2009**). C'est aussi une excellente source d'énergie (Calories 336 à 462 kJ), protéines (1 à 2,5g), lipides (4 à 6g) (**Vierling, 2009**).

En effet, toutes les glaces à base de lait ont les qualités diététiques des produits laitiers, en particulier l'intérêt d'un bon apport calcique, protéique et lipidique. Cet apport est augmenté s'il y a ajouté des œufs et de crème (**Ranadheera et al., 2009**).

L'apport en fibre alimentaire est très faible qui est de 0,2g/kg. L'enrichissement de la crème glacée avec ces dernières améliore efficacement son aspect nutritionnel, physiologie et ses

fonctionnalités en influençant les propriétés rhéologiques et thermiques du produit fini (Soukoulis et al., 2008).

Les tableaux II et III présentent la composition de crèmes glacées en minéraux et vitamines :

**Tableau VII** : Teneur des crèmes glacées en minéraux (FAO, 1995).

Les minéraux	La teneur (g/Kg)
Calcium	1,3
Phosphore	1,0
Sodium	0,8
Potassium	1,35
Magnésium	0,14
Zinc	8,0
Manganèse	0,6
Fer	0,9
Cuivre	0,25

**Tableau VIII**: Teneur des crèmes glacées en vitamines (FAO, 1995).

Vitamines	La teneur (mg/Kg)	Vitamines	La teneur (mg/Kg)
Carotène	1,96	Folate	0,08
Vitamine A	11,4	Acide Pantothénique	5
Vitamine B <sub>1</sub>	0,42	Biotine	0,02
Vitamine B <sub>2</sub>	2,0	Vitamine C	5
Vitamine B <sub>6</sub>	0,55	Vitamine D	10
Acide Nicotinique	1,25	Vitamine E	1,2
Vitamine B <sub>12</sub>	Traces	Vitamine K	2,1

## 7. Propriétés des crèmes glacées :

Les crèmes glacées ont des caractéristiques qui leur confèrent une texture et un goût spécifique.

### 7.1. Propriétés organoleptiques

Selon Donfovwe et al., 1991, les qualités recherchées par le consommateur de glaces sont :

- La fraîcheur : absence de cristaux de glace.
- La texture fine, assez résistante.

- La fusion lente dans la bouche.
- L'onctuosité.
- L'arôme et parfum subtils et vrai.
- Pas trop de sucre.

## 7.2. Propriétés microbiologiques

La composition des crèmes glacées fait qu'elles constituent un milieu propice à la survie et à la croissance des germes. La contamination est la résultante de trois sources principales :

- Matières première : Selon **Mossel et al., 1987**, la consommation de crèmes glacées préparées à base de lait cru était la cause de toxi-infection alimentaire avec *Staphylococcus aureus*, et de Brucellose à *Brucella melitensis*.
- Le matériel utilisé dans la fabrication des crèmes glacées est un grand facteur de contamination.
- Les récipients utilisés pour le conditionnement et la commercialisation des crèmes glacées.

## 7.3. Propriétés physico-chimiques

### 7.3.1. La viscosité

La viscosité mesure la résistance à l'écoulement ; c'est une caractéristique essentielle des mélanges. La viscosité influence le rendement, c'est-à-dire que dans un mélange à faible viscosité, la formation des bulles d'air se fera difficilement ; un mélange plus visqueux se pompe moins bien (**Tirard-Collet, 1996**).

### 7.3.2. L'acidité

L'acidité est souhaitable pour les sorbets, dans le cas des crèmes glacées. Une acidité très élevée peut déstabiliser rapidement le mélange, le rendement diminue et la fonte de la crème s'accompagne d'une séparation du sérum (**Tirard-Collet, 1996**).

### 7.3.3. La densité

La densité d'air se situe entre 1,05 et 1,13. Cette donnée est particulièrement utile pour contrôler le volume d'air ajouté et donc le rendement (**Tirard-Collet, 1996**).

### 7.3.4. La quantité de l'air

L'air est un composant important dans les crèmes glacées, il affecte les propriétés physiques et la stabilité de stockage. Le taux d'air injecté est de 40 à 50 % (**Sofjan et al., 2004**).

### 8. Structure et stabilité des crèmes glacées

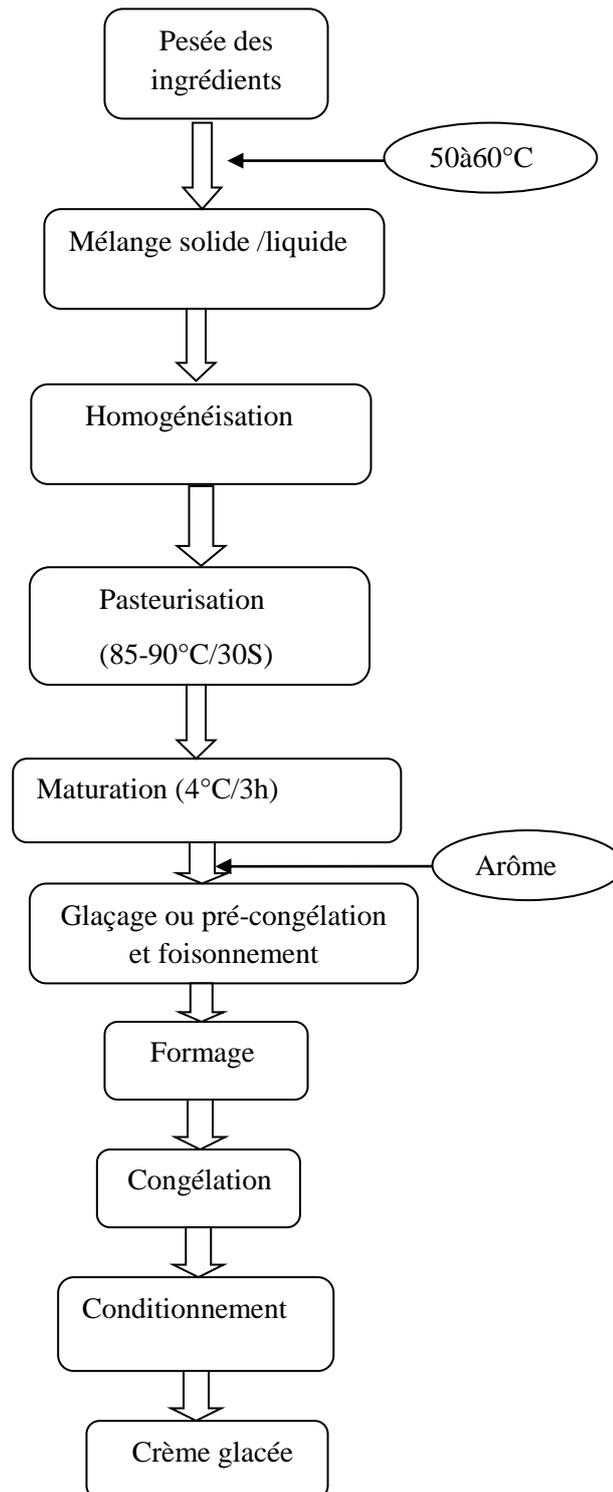
La composition et les conditions de fabrication d'une crème glacée donnent 4 structures principales : la phase continue cryoconcentrée, les globules gras, les bulles d'air et les cristaux de glace. Les propriétés sensorielles sont déterminées en grande partie par les cristaux de glace. Les différentes phases (solide, liquide et gaz) évoluent avec la température et le temps. La caractéristique sensorielle de moelleux dépend de la distribution et de la finesse (20 – 50µm) des bulles d'air obtenues par les congélateurs à surface raclée. Ces bulles sont entourées de matières grasses et de protéines. Il y a environ  $8.10^6$  bulles par gramme de crème, soit une surface totale de 0,1 m<sup>2</sup> (Berger et al.,1972).

La phase cryoconcentrée consiste en des micelles de caséines non adsorbées en suspension dans la solution concentrée de sucres, des protéines de sérum non adsorbées, des sels et des polysaccharides (Berger et al.,1972).

La croissance des cristaux de glace dans une crème glacée dépend de la nature des solutés. Les matières grasses et les macromolécules la ralentissent par effet stérique. Les sucres et les sels abaissent le point de congélation et augmentent la viscosité. Les stabilisants se lient à l'eau et augmentent la viscosité. Un produit contenant de gros cristaux de glace (40 - 50 µm) est une crème glacée granuleuse, peu appréciée (Berger et al.,1972).

### 9. Technologie de fabrication de la crème glacée

La fabrication de la crème glacée, comprend plusieurs étapes. Les principales opérations sont illustrées dans la figure suivante



**Figure7:** Diagramme de fabrication de la crème glacée (Mahaut et al., 2000).

### 9.1.Mixage des ingrédients

Les différents ingrédients (protéines du lait et matière grasses, les émulsifiants, stabilisant, sucre) sont généralement pesés et introduits manuellement dans les cuves de mélanges (mixeur) qui contient de l'eau. Le mélange est chauffé de 50 à 60°C durant 15 à 20 min, pour dissoudre la majeure partie des stabilisants et des émulsifiants.

## 9.2. Homogénéisation et Pasteurisation

Le mélange va tout d'abord passer vers une cuve tampon (en passant par un filtre), puis il est pompé vers un échangeur de chaleur à plaques où il est préchauffé à 70°C. Après une homogénéisation de 14 à 20 MPa, selon le taux de matière sèche, pour réduire la taille des globules gras. Le mélange va retourner vers le changeur de chaleur à plaques et être pasteurisé à 85-90°C pendant 30 s. Le mélange pasteurisé est ensuite refroidi à 5°C puis transféré vers une cuve de maturation.

## 9.3. Maturation

Cette opération consiste à maintenir la préparation à une température de l'ordre de 4 à 6°C pendant 3 à 5 h avec une agitation continue et modérée. La maturation a pour but de cristalliser partiellement la matière grasse.

## 9.4. Pré-congélation et foisonnement

Cette opération, fondamentale dans la fabrication, s'effectue dans un freezer. Le mix est simultanément foisonné, congelé et cisailé dans un échangeur raclé (-40°C). Le produit est extrudé à -2/-7°C avec un taux de foisonnement fixé. Pendant cette étape, les cristaux de glaces sont formés (30 à 70% de la quantité d'eau initiale). Sous l'effet des contraintes mécaniques, la matière grasse est déstabilisée.

## 9.5. Formage

A la sortie du freezer, la crème encore malléable reçoit sa forme définitive avant congélation par :

- moulage-démoulage ;
- remplissage direct des conditionnements commerciaux, à l'aide de doseuses volumétriques (crème entre -2 et -4°C) ou d'extrudeur (pour les crèmes plus fermes entre -6 et -7°C).

## 9.6. Congélation

Un tunnel de congélation à -40°C avec une vitesse d'air de 3 à 8 m/s, permet de congeler des produits de différentes formes. Ce procédé permet de descendre rapidement à -15°C au cœur du produit afin d'éviter la croissance des cristaux de glaces et atteindre 80% de l'eau congelée.

**9.7. Conditionnement –emballage**

Les modes de conditionnement de la crème glacée sont réalisés sur des lignes industrielles classiques ; la crème glacée est conditionnée dans des emballages dans des chambres froides afin d'éviter les chocs thermiques.

**9.8. Stockage et distribution**

Pour assurer une bonne conservation, la chaîne de froid doit être respectée. Une fois que la crème glacée sort du service durcissement, elle est stockée à -25 à -30°C au sein de l'entreprise jusqu'à ce qu'elle soit embarquée à leur prochaine destination, et transportée entre -20 et -25°C à la distribution pour finir dans le congélateur familial à -18°C.

# *Partie pratique*

# ***Matériel et méthodes***

## 1. Échantillonnage

L'échantillon de sirop de dattes est acheté en magasin, au centre de la willaya de Bejaia, en mars 2017. La composition du sirop de dattes étudié est résumée dans le tableau I.

Tableau IX: Composition du sirop de dattes

Composition	Teneur pour 100g
Glucides (g)	75
Eau (g)	5
Fibres (g)	8
Protéines (g)	2
Lipides (g)	0,4
Phosphore(mg)	2
Calcium (mg)	6,5
Fer (mg)	3
Acides (mg)	2,2
Vitamine B1 (mg)	0,08
Vitamine B2 (mg)	0,05
Vitamine A (µg)	70

## 2. Propriétés physico-chimiques

### 2.1. Détermination du taux d'humidité

Il consiste à sécher un poids déterminé de sirop de dattes à l'étuve, dont la température est fixée à 103°C, pendant 48h. Le taux d'humidité est déterminé à partir de la formule suivante :

$$\text{Humidité(\%)} = \frac{P_f - P_s}{P_f} \times 100$$

- $P_f$ : poids frais de l'échantillon
- $P_s$ : poids sec de l'échantillon

### 2. 2. pH

Le pH du sirop de dattes est mesuré à l'aide d'un pH-mètre après étalonnage de l'appareil.

### 2.3. Acidité

L'acidité titrable représente la somme des acides minéraux et organiques présents dans le produit. Elle est exprimée en fonction de l'acide dominant. Les irop de dattes est titré avec une solution de soude (NaOH) à 0,1 N, en présence d'un indicateur coloré (phénolphthaléine), jusqu'à obtention d'un pH 8,4 (Bhat et al., 2011). Les résultats sont calculés selon la formule suivante :

$$\text{Acidité titrable} = C_{\text{NaOH}} * V_{\text{NaOH}} * 0,064 * 100 / P$$

Avec :

**Acidité titrable**: exprimé en équivalent g d'acide citrique par 100g.

$C_{\text{NaOH}}$  : concentration de la solution de soude (0,1 mol/l)

$V_{\text{NaOH}}$  : volume (ml) de soude ajouté

P : poids de l'échantillon utilisé pour le test

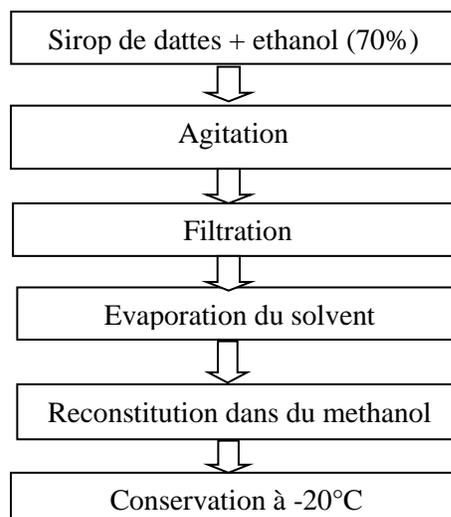
0,064 : facteur conventionnel établi pour l'acide citrique

### 2.4. Brix

Le brix est déterminé par lecture directe à l'aide d'un réfractomètre. Le brix est défini comme étant le taux de sucre exprimé en g pour 100g de sirop de dattes.

### 2.5. Extraction des composés phénolique totaux

Les composés phénoliques totaux sont extraits par un solvant organique (éthanol). Le mélange est soumis à une agitation à température ambiante et à l'abri de la lumière, pendant deux heures. Après filtration, le solvant d'extraction est évaporé sous vide par le Rotavapeur de type Heidolph (Allemagne). L'extrait obtenu est reconstitué dans du Méthanol puis conservé à  $-20^{\circ}\text{C}$ . Le protocole d'extraction est illustré par la figure suivante :



**Figure 8** : Protocole d'extraction des composés phénoliques totaux

### 2.5.1. Dosage des composés phénolique totaux

La méthode colorimétrique utilisant le Folin-ciocalteu est souvent adoptée pour le dosage des composés phénolique totaux. Ce réactif est un acide de couleur jaune constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) et l'acide phosphomolibdique ( $H_3PM_{012}O_{40}$ ). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxyde bleus de tungstène et de molybdène (**Ribereau,1968**). L'intensité de la coloration produite, dont l'absorption maximum a 760 mn, est proportionnelle à la quantité totale de composés phénoliques présents dans l'extrait (**abdelhameed,2009**)

La teneur en composés phénoliques totaux est déterminée par la méthode de **Velioglu et al. (1998)**. Un volume connu d'extrait est additionné de 1,5ml de réactif de Folin-ciocalteu (10%). Après 5min, 1,5ml de carbonate de sodium (6%) sont ajoutés. Le mélange est incubé à l'obscurité pendant 60 min et l'absorbance est mesurée à 760 mn.

La concentration en composés phénolique totaux est déduite à partir d'une courbe d'étalonnage d'acide gallique. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique par 100g de matière sèche (mg EAG/100)

### 2.5.2. Dosage des flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes est basé sur la chélation des ions d'aluminium par l'antioxydant (**Ribéreau-Gayon, 1968**). Le complexe formé se traduit par une couleur jaune dont l'intensité dépend de la concentration de ces derniers.

BHA sont également testés à différentes concentrations. La méthode adoptée pour le dosage des flavonoïdes est par **Djeridaneetal. (2006)**; un volume connu d'extrait de sirop de dattes est additionné de 1,5 ml de la solution  $AlCl_3$  (2%). Après 30 min de réaction, l'absorbance est mesurée à 430 mn.

La concentration de flavonoïdes est déduite à partir d'une courbe d'étalonnage établie avec la quercetine; le résultat est exprimé en mg équivalent quercetine par 100g de matière sèche (mg EQ/100g)

### 2.5.3. Dosage des tanins

La teneur en proanthocyanidines de l'extrait de sirop de dattes est déterminée selon la méthode de **Hagerman et al. (2000)**. Un volume de 3 ml de sulfate de fer est ajouté à l'extrait. Le mélange est incubé à 90°C pendant 15 min. L'absorbance est mesurée à 530 nm. Le résultat est exprimé en mg

équivalent de cyanidine par 100g de matière sèche de sirop de dattes (mg EC/100g), il est calculé selon la formule ci-dessous :

$$C = \text{Abs} * \text{MM} * \text{FD} * 1000 / \epsilon * L$$

Où

Abs: Absorbance a 530nm

MM: Masse molaire de la cyanidine (278.24g/mol)

FD: Facteur de délutions

L: Trajet optique

$\epsilon$ : Coefficient d'extinction molaire de la cyanidine ( $\epsilon=34\ 700\ \text{L. mol}^{-1}\ \text{cm}^{-1}$ ).

## 2.6.Évaluation de l'activité antioxydant et anti-radicalaire

### 2.6.1. Activité anti-radicalaire sur le DPPH

Le radical DPPH est largement employé comme substrat pour évaluer l'activité antioxydant. La réduction de ce radicale est déterminée par la diminution de son absorbance à 517nm induite par de antioxydants naturels ou de synthèse (Moyneux,2004;Marxen et al.,2007).

L'activité de radical DPPH est déterminée selon le protocole décrit par Lopelutz et al.(2008) ; un volume d'extrait est mélangé à 2,44 ml de la solution DPPH. Après agitation, les échantillons sont placés à l'obscurité à température ambiante pendant 60min. Les absorbances sont mesuré a 515nm.

Pour déterminer la concentration permettant de réduire le DPPH de moitié ( $EC_{50}$ ), différentes concentrations de l'extrait sont testées.

Le pourcentage d'inhibition (PI) du radical libre a été calculé comme suit :

Avec

$$PI = \frac{A_c - A_e}{A_c} \times 100$$

$A_c$  : absorbance du contrôle

$A_e$  : absorbance de l'extrait

### 2.6.2. Pouvoir réducteur

Le pouvoir réducteur est la capacité d'un extrait à réduire le fer. De nombreux auteurs coïncidèrent la capacité réductrice d'un composé comme indicateur significatif de son pouvoir antioxydant (Li et al., 2005; Verzelloni et al., 2008).

Le pouvoir réducteur est déterminé selon la méthode d'Oyaizun (1986). Un volume d'extrait est mélangé avec 1,25ml de tampon phosphate (pH 6,6) et 1,25 ml de ferricyanine de potassium (1%). Le mélange est incubé à 50°C pendant 20min puis 1,25 ml du trichloroacétique (10%) sont ajoutés. A partir de ce mélange, 1,25 ml sont prélevés puis additionnés au même volume d'eau distillé et de

0,25ml de chlorure ferrique ( $F_eCl_3$ ) à 0,1%. Après 30 min d'incubation à l'obscurité, les absorbances sont lues à 700 nm.

### **3. Fabrication de crème glacée au sirop de dattes**

#### **3.1. Présentation de l'unité VALLEE GLACES**

La laitière vallée est une petite entreprise privée à grands intérêts publiques. C'est une société à responsabilités limitées (SARL). Elle est située dans la commune de TAZMALT de la wilaya à 80 km de la wilaya de Bejaia, à 170 km à l'ouest de la capital Alger.

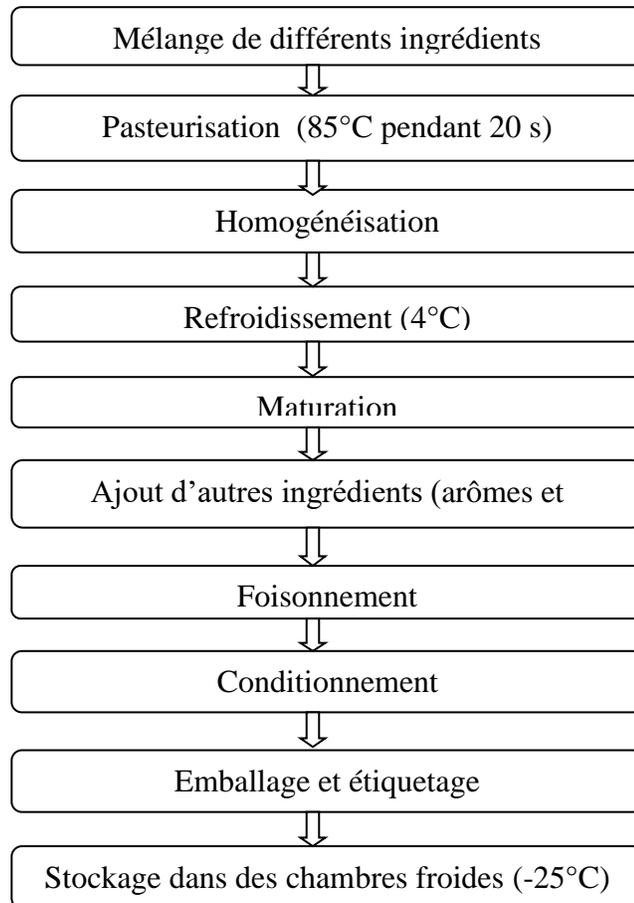
La laiterie vallée a été créée en 1999 par les frères ZEGGANE par manque de lait pasteurisé dans la wilaya de Bejaia. En 2004 il y a eu création d'une sous-unité appelée VALLEE GLACE. L'activité de l'entreprise est saisonnière (Avril-Septembre). Elle s'étale sur une surface de production de 200 m<sup>2</sup>,y compris les garages de stockage aménagés, les laboratoires d'analyses et les services d'administration. La formation de personnel se fait particulièrement dans les règles d'hygiène exigées durant tout le procédé de fabrication. La chaîne de froid est strictement respectée ainsi que l'assurance de la désinfection quotidienne du matériel. Depuis sa création et grâce à la qualité du produit fabriqué et au sérieux dans le travail, VALLEE GLACES a réussi à se faire une place sur le marché Algérien comme elle est arrivée à satisfaire les besoins de consommateurs. Sa compétence fait d'elle une entreprise concurrente vue sa capacité de production de 30.000 litres de mix/jour.

Les produits de l'unité sont : pots en carton de 120ml, pots de 110ml, coupe de 120ml, coupe de 200ml, cornetto, esquimaux (big, mini, riz soufflé), esquimaux (sorbet citron, fraise), vrac de 1L, 6L et 10L.(Annexe VI)

Les principaux fournisseurs de l'unité sont : DANIMEX ALGER pour les graisses d'enrobage (huile de coprah, stabilisants émulsifiants), TONIC EMBALLAGE pour le carton, le Goblet et le cône à glace, CEVITAL pour le sucre, FLAVORAL ALGER pour les arômes et la poudre de lait est importée.

### 3.2. Processus de fabrication

Les opérations mise en œuvre pour la fabrication des crèmes glacées, au niveau de l'unité Vallée Glaces sont représentées dans la figure 9



**Figure9:** Diagramme de fabrication de crème glacée selon l'unité Vallée Glace

### 3.3. Elaboration et propriétés de crèmes glacées au sirop de dattes

#### 3.3.1. Etapes d'élaboration des crèmes glacées

Pour élaborer les crèmes glacées, deux mix sont préparés, un mix avec sirop de dattes et un mix sans sirop de dattes (mix blanc). Le premier mix est préparé dans un tank stérile ; le sirop de dattes est mélangé avec les autres ingrédients excepté le sucre. Le mélange est agité à température ambiante pendant 30 min puis pasteurisé et rapidement refroidi jusqu'à 4°C (au congélateur). Une fois la température de 4°C est atteinte, le produit est maintenu à cette température pendant 8 h pour continuer sa maturation.

Le mix blanc est utilisé comme témoin, il ne renferme pas de sirop de dattes mais du sucre. Les ingrédients entrent dans la composition des deux mix sont présenté dans le tableau I.

**Tableau X** : Les ingrédients des deux mix élaborés.

Mix blanc	Mix avec sirop de dattes
Sucre	Sirop de dattes
Poudre de lait	
Matière grasse	
Eau	
Stabilisant/émulsifiant	
Arôme caramel	

Le mix de sirop de dattes est mélangé avec le mix blanc (X0%) à des proportions différentes, afin d’obtenir des concentrations bien définis de sirop de dattes (Xa%, Xb%, Xc% et Xd%) (Tableau II). Chaque préparation (mix total) est agitée jusqu’à l’obtention d’un mélange homogène.

**Tableau XI** : Crèmes glacées élaborées avec et sans sirop de dattes

Témoin	
X0%	Echant E
Proportion de sirop de dattes	
Xa%	Echant A
Xb%	Echant B
Xc%	Echant C
Xd%	Echant D

Xa > Xb > Xc > Xd

Les préparations homogènes obtenues sont laissées dans le réfrigérateur (3°C) pendant 8 h pour continuer la maturation.

Une fois refroidies et leur maturation terminée, les préparations sont foisonnées dans un freezer (-3 à -7°C). Les crèmes ainsi obtenues sont conditionnées dans des boites de 200 ml. Après leur passage par le tunnel de durcissement (-20°C), les boites de crèmes glacées sont stockées à -25°C.

### 3.4. Propriétés des crèmes glacées au sirop de dattes

#### 3.4.1. Propriétés physico-chimiques

##### 3.4.1.1. Le mix total

Les analyses physico-chimiques réalisées, sur chaque mix total, sont effectuées au niveau de la maturation, selon les méthodes d'analyses de Vallée Glaces.

##### a. Mesure de l'extrait sec total

L'extrait sec total (EST) représente la masse restante après évaporation totale de l'eau du mix. Pour la détermination de l'EST ; 3 g de mix sont portés à 105°C pendant 3 h. La matière sèche est exprimée en % par la formule suivante :

$$\text{EST}(\%) = 100 * \frac{\text{PE1} - \text{PE2}}{\text{PE1}}$$

Où

PE1 : Poids de l'échantillon avant étuvage

PE2 : Poids du l'échantillon après étuvage

##### b. Mesure de la température

La mesure de la température est réalisée en utilisant un thermomètre.

##### c. Détermination du pH

Après avoir étalonné le pH-mètre avec la solution tampon, l'électrode est plongée dans le mix à température de 20°C. La valeur est notée directement sur l'appareil.

##### d. Détermination de la masse volumique

La mesure de la masse volumique est réalisée par la méthode de lactodensimètre. Dans une éprouvette de 250 ml, le mix est introduit avec précaution pour éviter la formation de la mousse jusqu'à un niveau permettant d'assurer le débordement du liquide, ce débordement débarrasse la surface du mix des traces de la mousse gênant la lecture, puis le densimètre est introduit. Après stabilisation, la lecture est faite directement sur le densimètre.

La masse volumique est exprimée en g/ml, chaque graduation correspond à 0,001g/ml.

### e. Détermination de l'acidité titrable

L'acidité est déterminée par titration par l'hydroxyde de sodium en présence de phénolphthaléine comme indicateur coloré. Dix grammes de mix sont additionnés de quelques gouttes de phénolphthaléine puis neutralisés par une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH à 1/9N) jusqu'à atteinte d'un pH de 8,4 ou obtention une coloration rose pâle (pour le mix blanc). L'acidité titrable ( $A_c$ ) est déterminée selon la relation suivante

$$A_c = \frac{C_b * N * M}{m}$$

Où

$A_c$  : L'acidité titrable exprimée en g équivalent d'acide lactique/kg du mix,

$C_b$  : Chute de burette (ml),

$N$  : Normalité de la solution NaOH à 1/9 N,

$M$  : Masse molaire de l'acide lactique (90 g/mol),

$m$  : Masse de l'échantillon (g).

### f. Détermination de la viscosité

La viscosité est la résistance des liquides à l'écoulement, la matière grasse et les macromolécules protéiques y sont impliquées (**Vierling, 2008**).

La viscosité est une caractérisation essentielle des mix. Pour la déterminer le viscosimètre est, d'abord rincés, en évitant la formation de bulles d'air, puis rempli à ras avec le mix. Le chronomètre est lancé, jusqu'à ce que le mix arrive au trait de la lecture. Le temps d'écoulement est noté. La viscosité est exprimée en seconde, elle est calculée par la relation suivante :

$$\text{Viscosité} = \frac{T(s)}{f}$$

Avec :

$T(s)$  : temps en l'écoulement.

$f$  : facteur de viscosité(5,56).

#### 3.4.1.2. Le produit fini

##### a. Détermination de la température

La mesure de la température du produit fini est déterminée au niveau de deux sorties : sortie du Freezer et sortie du Tunnel en utilisant un thermomètre.

**b. Détermination du taux de foisonnement**

Le taux de foisonnement est la quantité d’air injectée dans le produit fini lors de processus de fabrication des crèmes glacées. Il est exprimé en pourcentage comme suit :

Avec :

TF : Taux de foisonnement (%).

P<sub>1</sub> : Poids du mix (g).

P<sub>2</sub> : Poids de la glace (g).

$$TF(\%) = [(P_1 - P_2) / P_1] * 100$$

**3.4.2. Propriétés microbiologique des crèmes glacée élaborées**

L’évaluation de la qualité des crèmes glacées requiert une connaissance suffisante de leur état microbiologique. La première étape de l’analyse microbiologique est constituée par la préparation de l’échantillon. Les analyses s’effectuent sur des suspensions préparées à partir de l’échantillon dilué dans un diluant assurant la survie de tous les micro-organismes.

Les analyses microbiologiques sont réalisées sur les produits finis selon le **Journal officiel N° 35/1998** afin de déterminer leur qualité hygiénique. Elles englobent le dénombrement des germes aérobies et la recherche des germes pathogènes tels que les *Staphylococcus aureus*.

**3.4.3.Évaluation sensorielle des crèmes glacées élaborées**

Deux types d’analyses en été effectuées : une analyse sensorielle et une analyse hédonique, ces deux types d’analyses ont été réalisés au niveau du laboratoire d’analyse sensorielle de l’université de Bejaia. Chaque dégustateur reçoit cinq échantillons de crèmes glacées codés : A, B, C, D et E à différentes concentrations de sirop de dattes et un échantillon témoin sans sirop de dattes codé E.

Les dégustateurs sont appelés à analyser les échantillons en respectant les étapes décrites dans les questionnaires (voir Annexe I).



(A) (B) (C) (D) (E)

**Figure 10** : les 5 échantillons de crèmes glacées.

Ces deux analyses ont été effectuées pendant 2 jours, dont nous avons tenus à respecter les conditions d'analyse essentiellement : L'hygiène, l'isolement des juges (cabines de dégustation), le calme et l'anonymat des échantillons.

### **a. L'analyse sensorielle**

Selon **Delacharlerie et al. (2008)**, L'analyse sensorielle considère le jury comme un instrument de mesure. Cette analyse a été effectuée grâce à un jury expert de l'Université de Bejaia, composé de 8 juges afin d'évaluer les caractéristiques organoleptiques des cinq échantillons de crèmes glacées.

### **b. Analyse hédonique (effectuée par des consommateurs naïfs)**

Le but de réaliser l'analyse hédonique et déterminer les préférences des consommateurs naïfs pour les différents échantillons de crèmes glacées. Cette analyse a été effectuée par 100 consommateurs naïfs de différentes catégories d'âges.

Les données rassemblées à partir des questionnaires distribués aux juges, ont été traitées en utilisant le logiciel XLSTAT version **16.5.03 2014**, qui est un outil complet d'analyse de données et de statistiques. Ce logiciel utilise Microsoft Excel comme une interface de récupération des données et d'affichage des résultats. Cependant, tous les calculs mathématiques sont réalisés en dehors d'Excel. L'accès aux différents modules est possible grâce à des menus et à des barres d'outils (Addinsoft, 2013).

Les principales fonctionnalités de ce logiciel, utilisées pour interpréter les résultats de l'évaluation sensorielle effectuée sont:

Plan d'expérience, Caractérisation de produits, Analyse en composante principale (ACP), Classification ascendante hiérarchique (CAH) et Préférence MAPPING (PREFMAP).

# ***Résultats et discussion***

### 1. Caractéristiques du sirop de dattes

#### 1.1. Paramètres physico-chimique de sirop de dattes

L'ensemble des résultats des analyses physico-chimiques du sirop de dattes sont résumés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau XII** : Paramètres physico-chimiques de sirop de dattes.

Paramètre	Teneur
pH	4,81±0,04
Acidité citrique (g/100 g)	0,75±0,10
Taux d'humidité (%)	26,30±1,23

##### 1.1.1. pH

La détermination de pH renseigne sur l'état de fraîcheur de l'échantillon. La valeur du pH du sirop de dattes est de 4,81. Cette valeur est cohérente à celle trouvé par **Alanazi, (2010)**, qui est de 4,7. La valeur obtenue est un peu supérieur à celle trouvée par **Raiesi A et al. (2014)** qui est de l'ordre de 4,2. Cette différence peut être expliquée par plusieurs facteurs tels que la variété des dattes utilisées, le degré de la maturité de celles-ci, le type d'enzyme utilisé pour l'extraction ect.

##### 1.1.2. Acidité

L'acidité du sirop de dattes étudié (0,75g/100 g) est similaire à celles obtenues par **Al-Hooti et al. (2002)** pour les sirops de dattes issues de deux variétés de dattes de Koweït (Safri et Birthi) qui présentent des valeurs de 0,67 g/100 g et 0,77 g/100 g, respectivement.

L'acidité obtenue est inférieure à celles trouvées par **Djermoune et al. (2015)** pour les sirops de dattes de Biskra ont obtenu des valeurs entre 1,55 à 3,51 g/100 g. elle est par contre supérieure à celles enregistrées par **Abbes et al. (2011)**, pour des sirops de dattes tunisiennes dont les valeurs varient entre 0,18 g/100 g (Allig) et 0,27 g/100 g (Deglet Nour).

Cette différence peut être affectée par divers facteurs comme la variété, les conditions de croissance, le stade de maturité, l'origine géographique, le type de sol, les condition de conservation (**Al-Farsi et al., 2005**).

### 1.1.3. Taux d'humidité

Selon **Raiesi et al. (2014)**, le taux d'humidité du sirop de dattes est de 27,90%. Cette valeur est proche à celle trouvé dans cette présente étude ( $26,30\% \pm 1,23\%$ ). **Al-Hooti et al. (2002)** ont quantifié par une étude comparative de deux sirops préparés à partir de deux variétés (Birhi et Safri) et ont obtenu, respectivement, 16,76 et 16,25%.

Les variations des taux d'humidité sont dues probablement aux méthodes d'extraction, les conditions climatiques, de stockages et le type des variétés des dattes utilisées.

## 1.2. Teneur en antioxydants dans les extraits de sirop de dattes

### 1.2.1. Les composés phénoliques totaux

La teneur en composé phénolique totaux de l'extrait de sirop de dattes analysé est de  $214,56 \pm 1,65$  mg/100 g. La teneur obtenue dans la présente étude est cohérente à celle trouvée par **Djermoune et al. (2015)**. pour la variété de dattes algériennes Deglet-Nour ( $209,57$  mg/100 g). Elle est en revanche inférieure à celles rapportées par **Abbes et al. (2013)** pour les sirops de différentes variétés de dattes qui sont de  $381,97$  mg EAG/100g pour Kentichi, de  $409,9$  mg/100g pour Allig et  $529,3$  mg EAG/100g pour Deglet Nour.

### 1.2.2. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes représentent la sous classe la plus répandue des polyphénols qui sont dotés des propriétés importantes telle que l'activité antioxydante (**Sarmi et al., 2006**).

La teneur en flavonoïde dans l'extrait de sirop de dattes étudié est de  $43,16 \pm 1,16$  mg EQ/100g. Ce résultat rentre dans l'intervalle obtenu par **Djermoune et al. (2015)** concernant les sirops de dattes algériennes qui varie entre  $12,70 \pm 0,14$  et  $51,32 \pm 1,68$  mg/100g. Il par contre supérieur à celui rapporté par **Abbes et al. (2013)** pour le sirop de dattes tunisiennes de la variété Kentichi ( $39,56 \pm 1,3$  mg/100g), et inférieur à celui rapporté par **Al-Mamary et al. (2014)** pour le sirop de dattes du Yémen (310 à 554 mg EQ/100g).

Ces différences peuvent être dues aux variétés de dattes, l'origine géographique, les conditions de stockage et les conditions d'extraction du sirop de dattes ou aux conditions de la préparation des extraits.

### 1.2.3. Les tanins condensés

De même que les flavonoïdes, les tanins sont considérés d'un point de vue thérapeutique comme des composés phénoliques très puissants ; notamment les tanins condensés.

La teneur en tanins dans l'extrait de sirop de dattes est de  $198,12 \pm 0,96$  mg EC/100g. Cette teneur est largement supérieure à celle rapportée par **Djermoune et al. (2015)** pour les deux sirops commerciaux (Al Fateh et Al Faiza) produits en Algérie qui est de  $3,97 \pm 0,03$  mg EC/100g.

### 1.3. L'activité antioxydant et anti-radicalaire

#### 1.3.1. Activité anti-radicalaire sur le DPPH

Le test est réalisé à différentes concentrations de l'extrait de sirop de dattes. La concentration qui a permis d'inhiber 50% du radical de DPPH ( $IC_{50}$ ) en est déduite et elle est égale à  $24,17 \pm 1,16$  mg/ml.

**Djermoune et al. (2015)** et **Abbes et al. (2013)** rapportent des activités  $IC_{50}$  inférieures à celle trouvée dans notre présente étude. Elle sont respectivement de  $15,71 \pm 0,10$  mg/ml pour le sirop de dattes algériennes de variété Kentichi, et de  $18,84$  mg/ml pour le sirop de dattes tunnisienne de la même variété (Kentichi).

#### 1.3.2. Pouvoir réducteur

Le pouvoir réducteur de l'extrait de sirop de dattes possède un potentiel intéressant dans la réduction du fer oxydé pour réduire l'oxydation de 50% qui est de  $7,67 \pm 0,35$  mg/ml.

L'étude menée par **Djermoune et al. (2015)**, concernant le sirop de dattes algériennes montre un pouvoir de réduction qui est de  $7,13 \pm 0,12$  mg/ml.

Les différences observées peuvent s'expliquer par le type de variété utilisée, stade de maturation, et / ou les méthodes d'extraction.

### 2. Caractérisation des crèmes glacées élaborés

#### 2.1. Résultats des analyses physico-chimiques du mix :

Les résultats des analyses physico-chimiques du mix à la maturation sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau XIII** : Propriétés physico-chimiques du mix à la maturation

Echantillon Paramètres	Ech A	Ech B	Ech C	Ech D	Ech E	Normes
<b>pH</b>	6,70±0,00	6,70±0,00	6,60±0,00	6,60±0,00	6,50±0,00	6,50 – 6,80
<b>Acidité (°D)</b>	2,50±0,00	2,30±0,00	1,80±0,00	1,40±0,00	1,20±0,10	1,10-1,50
<b>EST (%)</b>	34,44±0,7 0	34,81±0,10	33,73±0,3	32,87±0,20	33,20±0,70	32,00-35,00
<b>Masse Volumique (g/ml)</b>	1,12±0,00	1,12±0,00	1,12±0,00	1,11±0,00	1,11±0,00	1,06-1,13
<b>Viscosité (s)</b>	5,42±0,00	3,95±0,00	3,95±0,00	3,23±0,00	3,05±0,00	3,05 – 6,47

##### 2.1.1. pH

La détermination de pH renseigne sur l'état de fraîcheur de l'échantillon. Les résultats du pH des cinq échantillons rentrent dans l'intervalle des normes fixées par l'entreprise (6,50 à 6,70).

##### 2.1.2. Acidité

L'acidité est exprimée par rapport à un acide de référence (acide lactique). L'acidité des échantillons des crèmes glacées qui sont présentés dans le tableau XIII, montre que les deux échantillons D et E sont conformes à la norme de l'industrie (1,10-1,50). Contrairement, les échantillons A, B et C, qui sont plus riches en sirop de dattes, présentent des valeurs élevées à celle-ci.

##### 2.1.3. Extrait sec total

Selon **Arsac et Barriquault. (2006)**, les critères les plus importants pour la qualité des glaces alimentaires sont le pourcentage d'extrait sec total et le pourcentage de la matière

grasse. Les résultats obtenus pour les extraits secs des cinq échantillons sont tous conformes à la norme fixée par l'entreprise.

### 2.1.4. Masse volumique

D'après les résultats obtenus, la masse volumique des crèmes glacées préparées à base du sirop de dattes (échantillons A et B), sont légèrement élevés par rapport aux masses volumiques des échantillons C, D et E qui sont incluses dans l'intervalle de norme de l'entreprise.

### 2.1.5. Viscosité

La viscosité renseigne sur la résistance de liquide à l'écoulement. D'après le tableau XIII, on remarque une augmentation de valeur de viscosité du l'échantillon A, par rapport aux autres échantillons, cela est expliqué peut être par la concentration élevée du sucre présenté dans le sirop de dattes. Selon **Jeantet et al. (2008)**, une augmentation de la teneur en sucre abaisse le point de congélation, diminué la proportion d'eau congelée et accroît la viscosité inhibant la croissance des cristaux d'eau.

## 2.2. Résultats des analyses physico-chimiques du produit fini

Les résultats d'analyses physicochimiques du produit fini sont présentés dans le tableau XIV.

**Tableau XIV** : Propriétés physico-chimiques des crèmes glacées.

Echantillon		Ech A	Ech B	Ech C	Ech D	Ech E	Normes
Paramètres							
Foisonnement	P <sub>1</sub> (g)	169,90±0,00	164,90±0,00	162,20±0,0	159,30±0,00	160,60±0,00	/
	P <sub>2</sub> (g)	52,70±0,00	51,00±0,00	51,90±0,00	52,60±0,00	54,60±0,00	/
	F (%)	68,98±0,00	69,07±0,00	68,00±0,00	66,98±0,00	66,00±0,00	100
Température (°C)	Sortie freezer	-4,90±0,00	-4,80±0,00	-4,80±0,00	-4,70±0,00	-5,00±0,00	(-5)-(-6)
	Sortie tunnel	-12,40±0,00	-11,60±0,00	-11,10±0,00	-13,80±0,00	-13,90±0,00	> -18

P<sub>1</sub>(g) : poids du mix, P<sub>2</sub>(g) : poids de la glace et TF: taux de foisonnement

### 2.2.1. Taux de foisonnement

Les taux de foisonnement de l'ensemble des crèmes, variant entre 66,00 et 69,07%, ne sont pas conformes à la norme fixée par l'entreprise (100 %). Ceci pourrait être expliqué par la faible quantité d'air injecté dans le produit, ou probablement, le mélange n'a pas été subit une agitation intense dans le freezer.

### 2.2.2. Température

Les températures présentées dans le tableau XIV sont conformes aux normes (-5 à -6°C). Selon **Hornych (2006)**, la température de la crème glacée en sortie du freezer se situe entre -5°C à -8°C, selon la température du mix à l'entrée de freezer.

Les températures à la sortie du tunnel présentées dans le tableau II sont, également, conformes à la norme fixée par l'entreprise (>-18°C). D'après **Bouttonniér (2001)**, l'abaissement de la température de la crème glacée en sortie de tunnel a pour non seulement la réduction de la taille des cristaux de glace et des bulles d'air, mais également l'amélioration de la texture et de la stabilité du produit fini.

## 3. Propriétés microbiologiques des crèmes glacées élaborés

Les résultats des analyses microbiologiques des crèmes glacées élaborées au sirop de dattes à différentes concentration sont résumés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau XV** : Propriétés microbiologiques des crèmes glacées élaborés

Désignation	EchA	EchB	EchC	EchD	EchE	Normes
Flores aérobie mésophile (/ml)	$<10^2$					$5*10^4$
Staphylococcus aureus (/ml)	$<10$					10

Les résultats des dénombrements des germes recherchés sont conformes aux normes algériennes fixées par le journal officiel N° 35/1998. Ce qui confirme que les crèmes glacées élaborés sont de bonne qualité hygiénique.

### 4. Analyses sensorielles

#### 4.1. Test du plan d'expériences

La planification expérimentale est une étape qui consiste à créer un plan d'expérience optimal, ou quasi-optimal, dans le cadre d'expérience visant à modéliser les préférences d'un ensemble de consommateurs ou d'experts pour différents produits (**Perinel et Pages, 2004**). Ce test sert à valider les données de l'analyse.

Après avoir saisi sur le logiciel les données des jurys experts et consommateurs naïfs, la procédure de génération d'un plan d'expérience est lancée. Le tableau **XVI** présente l'évaluation du plan d'expériences.

**Tableau XVI** : Évaluation du plan sensorielle

A-Efficacité	1,000
D-Efficacité	1,000

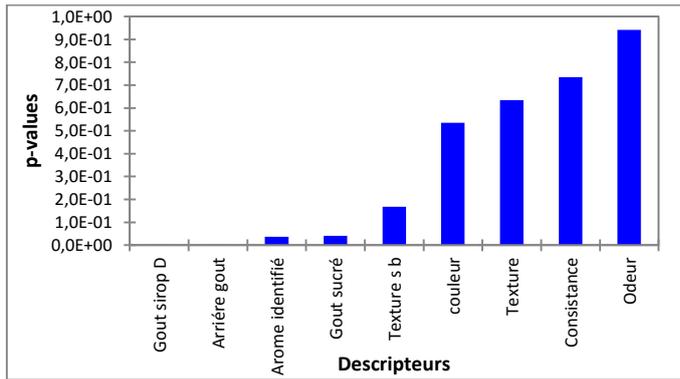
Après la génération du plan d'expériences, les valeurs des deux critères A-Efficacité et D-Efficacité sont affichées, ce qui implique qu'un plan optimal pour les résultats des deux catégories jurys experts et consommateurs naïfs est trouvés, ce qui valide les autres tests d'XLSTAT-MX.

#### 4.2. Caractérisation des produits

Selon **Husson et al. (2009)**, ce test permet caractériser rapidement des produits en fonction des préférences des jurys experts. Donc il s'agit d'identifier les descripteurs qui discriminent le mieux les produits et de déterminer les caractéristiques importantes de ces derniers, dans le cadre de l'analyse sensorielle.

##### 4.2.1. Pouvoir discriminant par descripteur

Ce test permet d'afficher les descripteurs ordonnés de celui qui a le plus fort et le plus faible pouvoir discriminant. La figure ci-dessous présente le pouvoir discriminant par descripteur pour les jurys experts.



**Figure 11:** Pouvoir discriminant par le descripteur

(Sb) : sensation en bouche ;(D) : dattes

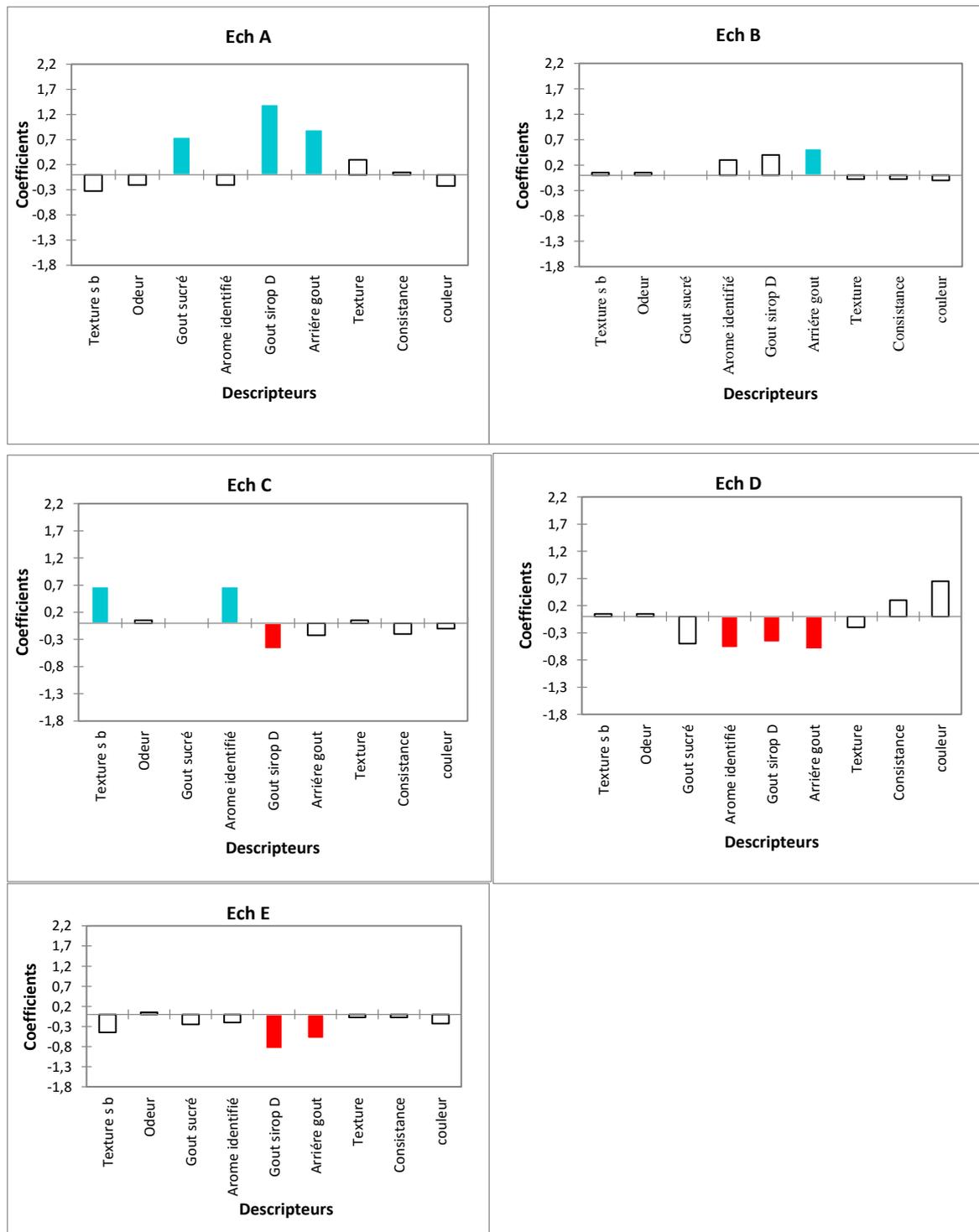
La figure 10 présente les descripteurs du plus discriminants aux moins discriminants sur les cinq échantillons de crèmes glacées, il permet de visualiser que :

- Le goût sirop de dattes et arrière-goût sont les descripteurs les plus discriminants. Les P-values associées montrent toutes un effet significatif du descripteur. Cela prouve que les experts ont constaté des divergences de ces descripteurs pour les cinq échantillons ; préparés selon des proportions différentes en sirop de dattes. Ce qui signifie la réussite du procédé de fabrication adopté.
- Les descripteurs odeur, consistance, texture et couleur n'ont pas été discriminants. Ce qui explique que les experts n'ont pas pu déceler les différences entre les cinq échantillons.
- Les descripteurs l'arôme identifié, goût sucré et moins la texture en bouche, sont moins discriminants. Cela prouve que les experts ont constaté des faibles divergences de ces descripteurs pour les cinq échantillons.

### 4.2.2. Coefficient des modèles

Dans ce test, les résultats obtenus pour chaque combinaison descripteur-produit, le coefficient, la moyenne estimée, la P-value ainsi qu'un intervalle de confiance sur le coefficient sont affichés.

Les résultats des coefficients du modèle sont présentés sur la figure suivante:



**Figure 12** : Coefficients des modèles des cinq échantillons des crèmes glacées.

Les graphes présentés sur la figure 11 permettent de définir l'appréciation ou le non appréciation des descripteurs des cinq échantillons de crèmes glacées À, B, C, D et E par les jurys experts. Les résultats sont notés comme suit :

- Bleu : les coefficients dont les caractéristiques sont significativement positifs.

- Rouge : les coefficients dont les caractéristiques sont significativement négatifs
  - Blanc : les coefficients dont les caractéristiques ne sont pas significatifs.
- L'échantillon A : les caractéristiques : goût de sirop de dattes, un arrière-goût et le goût sucré sont en bleu et les autres caractéristiques (texture sentie en bouche, odeur, arôme identifié, texture, consistance et la couleur) sont en blanc. Cela montre que la crème A est caractérisée par un goût de sirop de dattes fort, un arrière-goût intense et un goût fortement sucré. Les autres descripteurs cités ci-dessus ne sont pas caractérisés par l'ensemble des experts, et leurs coefficients ne sont pas significatifs.
- L'échantillon B : le caractère arrière-goût est en bleu et les autres caractéristiques (texture sentie en bouche, odeur, arôme identifié, goût sirop de dattes, texture, consistance et la couleur) sont en blanc ce qui implique que la crème B est caractérisé par un arrière- goût fortement intense.
- L'échantillon C : les caractéristiques : texture sentie en bouche et arôme identifié sont en bleu, le caractère : sirop de dattes est en rouge, et les autres caractéristiques (l'odeur, goût-sucré, l'arrière-goût, la texture et la couleur) sont en blanc. Cela permet de déduire que la crème C est caractérisé par une texture sentie en bouche dure, un arôme de caramel intense et un goût sirop de dattes faible.
- L'échantillon D : les caractéristiques : arôme identifié, goût de sirop et arrière-goût sont en rouge et les autres caractéristiques (texture sentie en bouche, odeur, goût sucré, texture, consistance et la couleur) sont en blanc. Cela signifie que la crème D est caractérisée par un arôme dattes, un goût de sirop de dattes et un arrière-goût faible.
- L'échantillon E : les caractéristiques : goût de sirop de dattes et arrière-goût sont rouge et les autres caractéristiques (texture sentie en bouche, odeur, goût sucré, texture, consistance, la couleur et l'arôme identifié) sont en blanc. Cela mène à dire que la crème E est caractérisée par un goût de sirop et un arrière-goût très faibles ou inexistantes.

### 4.2.3. Moyennes ajustées par produit

- Pour les jurys experts

Ce test a pour objectif de définir les moyennes ajustées calculées à partir du modèle pour chaque combinaison descripteur-produit (tableau XVII).

**Tableau XVII** : pour jurys Moyennes ajustées par produit expert.

	Goût sucré	Texture	Arrière-goût	Goût sirop D	Arome identifié	Texture (s b)	Consistance	couleur	Odeur
Ech A	4,500	2,750	3,125	4,000	2,625	1,750	2,500	2,625	2,500
Ech B	3,750	2,375	2,750	3,000	3,125	2,125	2,375	2,750	2,750
Ech C	3,750	2,500	2,000	2,125	3,500	2,750	2,250	2,750	2,750
Ech E	3,500	2,375	1,625	1,750	2,625	1,625	2,375	2,625	2,750
Ech D	3,250	2,250	1,625	2,125	2,250	2,125	2,750	3,500	2,750

(Sb) : sensation en bouche ; (D) : dattes

Le tableau XVII permet de faire ressortir les moyennes quand les différents produits et caractéristiques sont croisés. Les résultats des moyennes ajustées par produit sont représentés comme suit :

- Les cellules en bleu sont les moyennes qui sont significativement plus grandes que la moyenne globale,
- Les cellules en rouge sont les moyennes qui sont significativement plus petites que la moyenne globale,
- Les cellules en blanc sont les moyennes qui ne sont pas significatives.

Cela implique que pour :

- La crème A : est fortement caractérisée par un goût sucré, goût de sirop de dattes et arrière-goût fortement intense.
- La crème B : est caractérisée par son arrière-goût qui fortement est décelé.
- La crème C : est caractérisée par un arôme caramel et une texture en bouche assez dure ainsi qu'un faible goût de sirop de dattes.
- La crème E : est caractérisée par de faibles goûts de sirop de dattes et d'arrière-goût.
- La crème D : est caractérisée par un goût de sirop de dattes et un arrière-goût et arôme dattes faible.

- **Pour les consommateurs naïfs :**

Le tableau ci-dessous présente les moyennes ajustées par crème pour les consommateurs naïfs.

**Tableau XVIII :** Moyennes ajustées par produit

Crème	Couleur	Texture	Odeur	Goût sucré	Consistance	Goût sirop D
Ech D	3,534	3,508	3,513	3,554	3,204	3,235
Ech E	3,310	3,496	3,373	3,399	3,451	3,084
Ech B	3,108	3,423	3,158	3,486	3,336	3,430
Ech C	3,220	3,273	3,209	3,368	3,368	3,274
Ech A	3,096	3,264	3,276	3,316	2,014	3,472

En déduits dans le tableau XVIII que la crème D est fortement appréciée pour sa couleur et son odeur comparée aux autres crèmes. L'ensemble présente un goût sirop de dattes moyen contrairement à la crème E qui n'en contient pas.

### 4.3. Préférence MAPPING (Cartographie des préférences) :

Cette méthode permet de relier les préférences exprimées par les consommateurs aux caractéristiques physico-chimiques, sensorielles ou économiques des produits. Cette approche est essentielle car ce n'est que sur cette base que les équipes marketing pourront adapter les produits aux goûts des consommateurs.

La préférence MAPPING permet de visualiser sur une même représentation graphique (en deux ou trois dimensions) d'une part des objets, et d'autre part des indications montrant le niveau de préférence de des consommateurs en certains points de l'espace de représentation.

**N.B :** Les données utilisées, sont celles des jurys experts pour l'ACP, et celles des consommateurs naïfs pour la CAH.

Afin de pouvoir effectuer une cartographie de préférence externe, on aura besoin de deux types de données :

**a.** Les notes d'acceptabilité attribuées par les consommateurs pour chaque échantillon pour réaliser une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH),

**b.** Les notes moyennes données par les experts pour chaque attribut étudié pour effectuer une Analyse en Composante Principale (ACP).

### 4.3.1. Analyse en Composante Principale (ACP)

L'ACP est l'une des méthodes d'analyse des données multivariées les plus utilisées. Dès lors que l'on dispose d'un tableau de données quantitatives (continues ou discrètes) dans lequel  $n$  observations (individus, produits, ...) sont décrites par  $p$  variables (descripteurs, attributs, mesures,...) (Jolliffe, 2002).

La carte ci-dessous présente les corrélations entre les variables et les facteurs par l'ACP

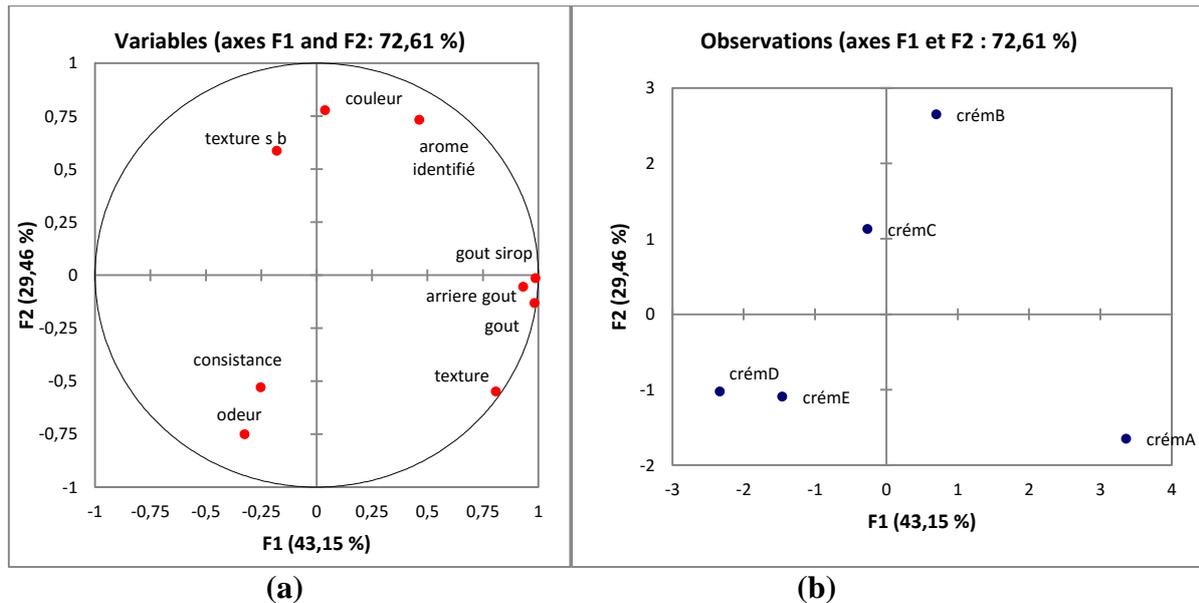


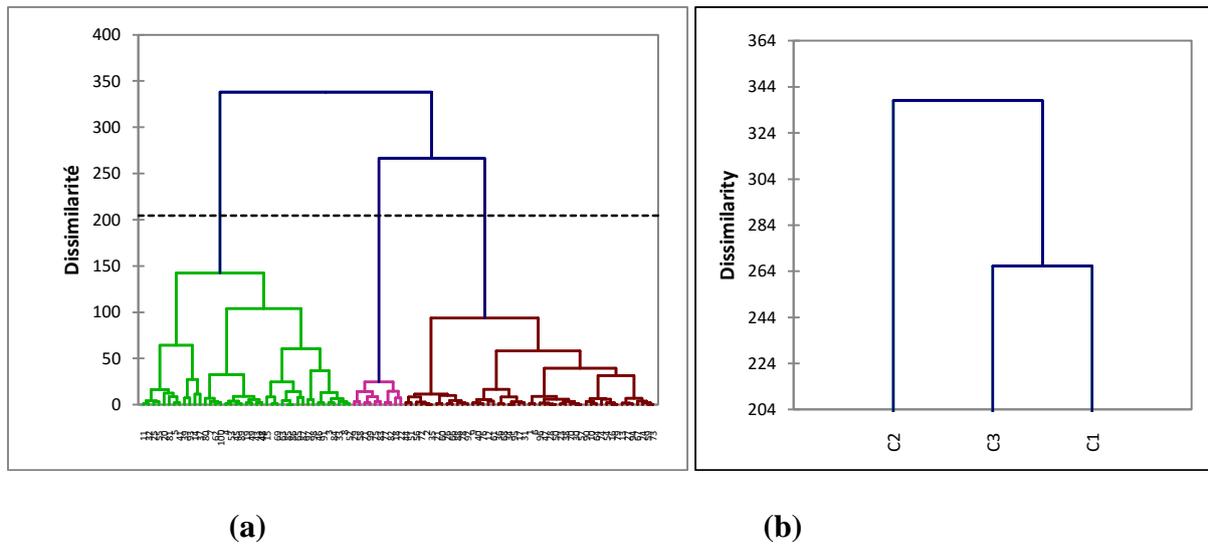
Figure 13 : Corrélations entre les variables (a) et les facteurs (b)

La figure 12 montre que tous les descripteurs sont présentés dans le cercle et que le niveau de variabilité est de 72,61%. Cela permet de constater que les cinq échantillons de crèmes glacées sont perçus par les experts comme assez différents.

### 4.3.2. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)

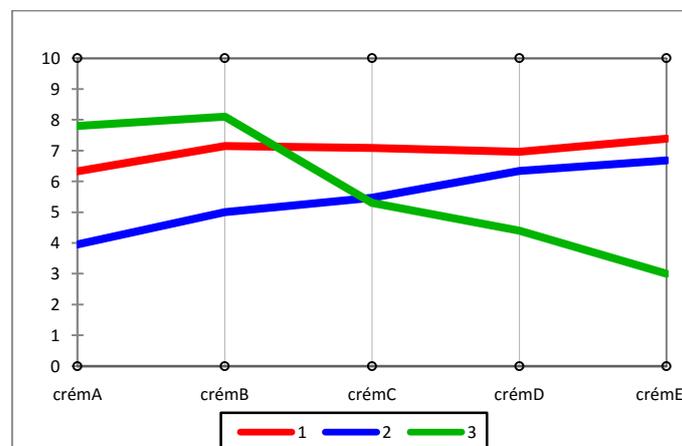
La CAH est une méthode de classification. Les résultats permettent de visualiser le regroupement progressif des données produisant un arbre binaire de classification (dendrogramme), dont la racine correspond à la classe regroupant l'ensemble des individus (Everitt et al., 2001).

Les dendrogrammes suivants permettent de représenter les différentes classes créées par les consommateurs naïfs.



**Figure 14 :** Dendrogramme des consommateurs naïfs(a), les différentes classes de consommateurs naïfs(b).

Le graphe suivant permet de représenter le profil des différentes classes créées :



**Figure 15 :** Profil des différentes classes créées

La figure 14 permet de visualiser et de comparer graphiquement les moyennes des trois classes générées par la CAH.

Une fois que les étapes précédentes sont effectuées, le PREFMAP peut être réalisé.

**4.3.3. Synthèse de mapping des préférences**

Les classifications des objets par ordre croissant de la préférence est résumé dans le tableau suivant :

**Tableau XIX** : Objets classés par ordre croissant de préférence.

Classe1	Classe2	Classe3
Crème A	Crème A	Crème D
Crème B	Crème B	Crème E
Crème E	Crème C	Crème C
Crème D	Crème E	Crème B
Crème C	Crème D	Crème A

Le tableau XIX correspond à la classification des objets par ordre croissant de la préférence des échantillons pour chaque juge. La dernière ligne correspond aux objets les plus préférés des juges.

- l'échantillon le plus préféré selon la classe 1 est l'échantillon C.
- l'échantillon le plus préféré selon la classe 2 est l'échantillon D
- l'échantillon le plus préféré selon la classe 3 est l'échantillon A

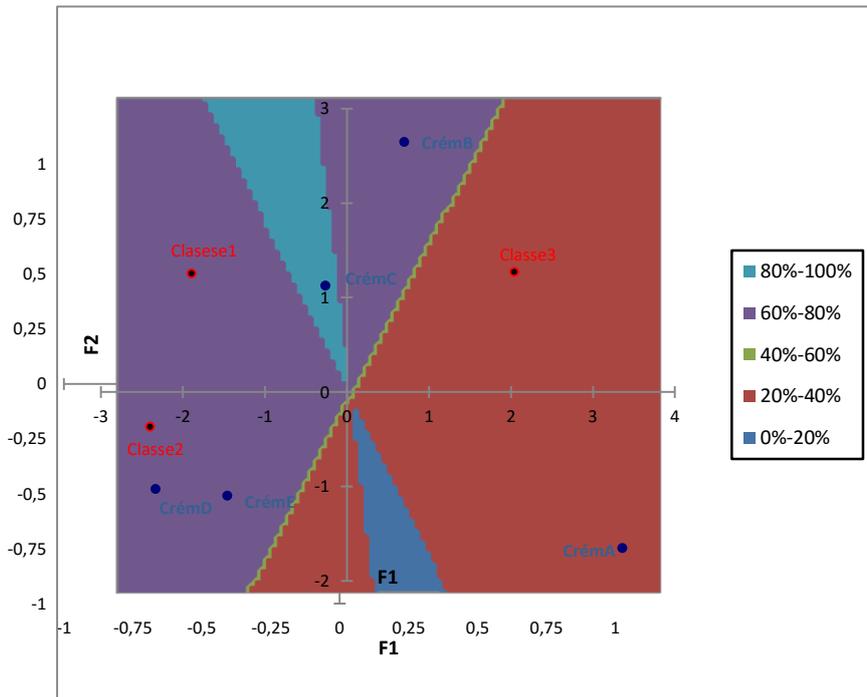
Le pourcentage de satisfaction des juges pour chaque objet est résumé dans le tableau suivant :

**Tableau XX** : Pourcentage de juges satisfaits pour chaque crème glacée.

Crème	%
Crème A	33%
Crème B	67%
Crème C	67%
Crème D	67%
Crème E	67%

Le tableau XX montre que les crèmes B, C, D et E possèdent le pourcentage de satisfaction le plus élevé de (67%), alors que la crème A en a le plus petit (33%). Cela montre que les juges apprécient au même niveau les 3 crèmes avec différentes concentration en sirop de dattes que le témoin qui n'en contient pas.

La figure suivante définit la courbe des niveaux et la carte de la préférence :



**Figure 16** : Courbe de niveau et carte des préférences

Le graphique des courbes de niveau permet de visualiser le pourcentage de groupes donnant une préférence supérieure à la moyenne en un point donné de la carte des préférences.

D'après les résultats obtenus, il apparaît que les crèmes les plus appréciées sont les B, C, D et E avec un même pourcentage de 60 à 80%, alors que la moins appréciée est la crème A avec un pourcentage de 20 à 40%. Cela est dû aux différents critères appréciés pour chaque crème :

- La crème A est caractérisée par son goût de sirop de dattes, un arrière-goût et un goût sucré.
- La crème B est caractérisée par sa couleur appréciée et son arôme caramel et sa sensation en bouche qui est ni lisse ni granuleuse.
- La crème C est caractérisée par sa texture en bouche lisse et son arôme caramel.
- Les crèmes E et D sont caractérisées par son odeur intense et sa consistance qui est ni mole ni gélifiante.

# ***Conclusion***

La présente étude avait pour but de substituer le sucre présenté dans la crème glacée par le sirop de dattes. La procédure à suivre était brièvement, tout d'abord d'apporter le sirop de dattes, de quantifier et d'évaluer l'activité antioxydante de ces composants et enfin d'incorporer comme matière première de celui-ci dans la crème glacée.

Les tests réalisés au niveau de l'entreprise Vallée Glace, ont permis d'élaborer des crèmes glacées à base de sirop de dattes à des concentrations différentes (Xa%, Xb%, Xc% et Xd%).

Les résultats obtenus dans cette étude confirment la conclusion selon laquelle:

- ❖ Les résultats des dosages d'antioxydants dans l'extrait de sirop de dattes, possèdent des teneurs importantes en composés phénoliques, flavonoïdes qui jouent un rôle important contre l'oxydation. À ce propos, l'étude des activités anti-oxydante de sirop de dattes, a mis en avant, particulièrement, le sirop de dattes donne une bonne activité antioxydante. et pourrait être utilisé comme une bonne source d'antioxydants.
- ❖ Les propriétés physico-chimiques des différentes concentrations des crèmes glacées varient du crème à une autre
- ❖ Les propriétés microbiologiques, nous ont permis de constater la conformité de la matière première (sirop de dattes, eau, poudre de lait, etc) et du produit fini.

Ce qui permet de déduire que les crèmes élaborées avec sirop de dattes présentent une bonne qualité hygiénique.

La crème glacée avec du sirop de dattes a donné lieu à une glace acceptable avec des attributs sensoriels différents d'une crème à une autre. D'après les résultats obtenus, il apparaît que les crèmes les plus appréciées sont les B, C, D et E avec un même pourcentage de 60 à 80%, alors que la moins appréciée est la crème A avec un pourcentage de 20 à 40%. Cela est dû aux différents critères appréciés pour chaque crème :

- La crème A est caractérisée par son goût de sirop de dattes, un arrière-goût et un goût sucré.
- La crème B est caractérisée par sa couleur appréciée et son arôme caramel et sa sensation en bouche qui est ni lisse ni granuleuse.
- La crème C est caractérisée par sa texture en bouche lisse et son arôme caramel.
- Les crèmes E et D sont caractérisées par son odeur intense et sa consistance qui est ni môle ni gélifiante.

Afin d'élargir cette étude, d'autres aspects peuvent être développés tel que :

- ❖ Effectuer des recherches plus approfondies sur le pouvoir antioxydant, les effets thérapeutiques... de ces sous-produits.
- ❖ Améliorer les conditions de la production et la transformation du sirop de dattes.
- ❖ Grâce à sa valeur nutritionnelle, le sirop de dattes peut être utilisé dans la préparation d'autres produits alimentaires.

***Références  
bibliographiques***

### A

Abbes F., Bouaziz M.A., Blecker C., Masmoudi M., Attia H., Besbes S. (2011). Date syrup: Effect of hydrolytic enzyme (pectinase/cellulase) on physicochemical characteristics, sensory and functional properties. *LWT-Food Science and Technology*. 44, 1827-1834.

Abbes F., Kchaou W., Blecker C., Ongena M., Lognay G., Hamadi 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.

Abbes F., Masmoudi M., Kchaou W., Danthine S., Besbes S. (2015). Effect of enzymatic treatment on rheological properature transition and microstructure of date syrup. *LWT-Food Science and Technology*. 60, 339-345.

Abdelhameed E.S.S. (2009). Total phenolic contents and free radical scavenging activity of certain Egyptian Ficus species leaf samples. *Food Chemistry*. 114, 1271-1277.

Acourene S. and Tama M. (2002). Effet de quelque opération culturale (pollinisation, limitation, ciselage et ensachage) sur le rendement et la qualité de ladatte de la variété Deglet-Noor de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). recherche agronomique. Ed. INRAA. 11, 27-48.

Alanazi FK. (2010). Utilisation of date syrup as a tablet binder, comparative study. *Saudi Pharmaceutical Journal*. 18, 81-89.

Albert L. (1998). La santé VEECHI, 44-74.

Al-farsi M., Alasalvar C., Al-Abid M., Al-Shoaily K., Al-Amry M., Al-Rawahy F. (2007). Compositional and fonctional characteristics of dates, syrup, and their by-products. *Food Chemistry*. 104, 934-947

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, 215-220.

Al-Qarawi A.A., Ali B.H., Mougys., Mousa H.M. (2003). Gastroin-testinal transit in mice treated with various extracts of date (*Phoenix dactylifera* L.). *Food and chemical toxicology*. 41, 37-39.

AL-SHahib W. and Marshal R.J. (2003). The fruits of the date palm: its possible use as the best food for the future. *International journal of food science and nutrition*. 54, 247-2

Arsac S. et Barriquault M. (2006). Pole d'Innovation ENSP, dossier de mois. 307-54

Atmani D., Chaher N., Berbouche M., Ayouni K., Louinis H., Boudaouch H., Debach N., Atmani D. (2009). Antioydan capacity and phenol content of selected Algerian medical plant. *Food Chemistry*. 112, 303-309.

### B

Barreveld W.H. (1993). Date palm products. Numéros agricole 101de Bulletin de Service des FAO.

Benchelah A.C., Maka M. (2006). Les dattes, de la préhistoire nos jour(I). 43-47

Benchela A.C., Maka M. (2008). Les dattes intérêt et nutrition. 6,117-121

Berger K.G., Bullimore B.K. White G.W. & Wright W.B. (1972). The structure of ice cream – Part 1,*Dairy Industries*. 37, 419-425.

Besbes S., Drira L., Blecker C., Deroanne C., Attia H. (2009). Adding value to hard date(*Phoenix dactylifera*-L). Compositional, flunctional and sensory characteristics of dates. *Food Chemistry*.112,406-411.

Boutonnier J.L. et Tirard Collet P. (2001). Les produits laitiers glacées, Edition *Technology and Doc Lavoisier*. Chapitre 7, 2<sup>ème</sup> Edition : 417.

Bostick R.M. and Kushi LH, Wu Y, Meyer KA, Sellers TA, Folsom AR. (1999). Relation of calcium, vitamin D, and dairy food intake to ischemic heart disease mortality among postmenopausal women. *American Journal Epidemiology*.149:151–61.

Buelguedj M. (2001). Caractéristiques des cultivars de dattes dans les palmeraies du sud-Est Algérien. *Revue annuelle*, N° 11, INRAA. EL-HARRACH, Alger, 289p.

### C

Chaira N., MrabetA., Ferchichi A. (2007).Evaluation of antioxidant activity, phenolics,sugar and mineral contents in date palm fruits. *Journal of Food Biochemistry*. 33, 390-403.

### D

Delacharlerie S., Debiorg E. S. (2008). HACCP organoleptique : guide pratique, ISBN 978-2-87016-084-8, Belgique. 176, 65-66.

Djerbi M. (1994). Précies de phoéniculture.FAO, 192.

Djermoune L., Boulekbache L., Madani K. (2015). Physicochemical and antioxidant proprieties of dates syrup: A comparaison between commercial syrups and syrups from second grade dates (*Phoenix dactylifera* L.). *Journal of food Quality*. 39, 63-65.

Djeridane A., Yousfi M., Nadjemi B., Boutassouna D., Stocher P., Vidal N. (2006). Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chemistry*. 654-660.

## Référence bibliographique

---

Donhowe D.P., Hartel R.W. (1991). Determination of ice cream crystal size distribution in frozen dessert. *Journal of Dairy Science*. 74, 3334-3344.

Duke J.A. (1992). Handbook of Phytochemicals of grasses and other economic plants. Boca Raton, FL, USA: CRC Press.

### E

El-Arem., Flamini G., Saafi E. B., Issaoui M., Zayen N., Ferchichi A., Hammami M., Helal A N., Achour I. (2011). Chemical and aroma volatile composition of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) Fruit at three maturation stages. *Food Chemistry*, 127, 1744-1754.

Elleuch M., Besbes S., Roiseux O., Blecher C., Deroanne C., Drira N., Attia., H. (2008). Date flesh : Chemical composition and characteristics of the dietary fiber, *Food Chemistry*. 111, 676-682.

El-Nagga et Abd El-Tawab (2012). Compositional characteristics of date syrup extracted by different methods in some fermented dairy products. *Food Science and Technology*. 57(1), 29-56.

El-Ogaidi A. K. H. (1987). Dates and Confectionery Product. F.A.O, Rome : 1-25.

El-Ogaidi A. K. H. (2000). Le palmier dattier science technologique Agronomique et industrielle. Ed. Dar ezahran, Oman.

Espiard E. (2002). Introduction a la transformation industrielle des fruits .Ed.Tech et Doc-Lavoisier, 360 p.

Estanove p. (1990). Note technique : valorisation de la datte option mediteranienne .serie A.N°11. Les systèmes agricoles oasiens .Ed.IRFA-CIRAD France.

Everitt B.S., Landau S., Leese M. (2001). Cluster analysis, 4<sup>ème</sup> edition . Arnold, London. P.35-42.

### F

Falade S.K.O. and Abbo E.S.(2007). Air-drying and rehydration characteristic of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits .*Journal of food engineering*.79:724-730.

FAO. (1995). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. V28. Edition Food and Agriculture Organisation. : 225- 226p.

Fisk. (1919). The book of Ice cream. Edition Print Book New York :17,3.

Fontaine, E., Barnous, D., Schwebri, C., Lerverve, X., (2002). Place des antioxydants dans la nutrition du patient septique. *Réanimation* 11, 411-420

## Référence bibliographique

---

### G

Gilles P.(2000).cultiver le palmierdattier »Ed »CIRAS,110p.

### H

Hagerman A., Harvey-Mueller I.&Makkar H.P.S.(2000). Quantification of tanins in tree foliage a laboratory manual. FAQ/IAEA,Vienna,4-7.

Hannachi S., Khitri D., Benkhalifa A.,Brac de perrière R.A.(1998).Inventaire variétal de la palmeraie algérienne.225p

Hornych S. (2006). Maitrise de la qualité des crèmes glacées et des glaces. Edition Technique de l'ingénieur. P : 5.

Husson F. and Page J.(2009). Sensorielle. Manuel méthodologique.3<sup>ème</sup> éd. Lavoisier, V.23,p.16.

### J

Jeantet R., Grogennec T., Mahaut M., Scuck P., Brule G. (2008). Glaces et crèmes glacées. Les produits laitiers. Edition Lavoisier Technique et Document. 87-100P.

Jolliffe I.T. (2002).principal component analysis, 2<sup>ème</sup> Edition. Springer, New York.

### K

Khalil K E., ABD-El-Bari M.S., Hafiz N.E&ahmed E. Y. (2002). Production evaluation and utilization of date syrup concentrate (Dibis). Egypte. *Journal Food Science*. 30, 179-203

Khare C.P.(2007).Indian medicinal plants:An illustrated dictionary.

### L

Li B.B., Smith B., Hossain M. M. (2006).Extraction of phenolics from citrus peels in solvent extraction method. *Separation and purification technology*. 48,148-188.

Lopes-lutz D.S., Alviano C.P.,Kolodziejczyk P. (2008). Screening of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of Artemisia essential oils. *Phytochemistry*. 69, 1732-1738.

### M

Mahaut M., Jeantet M., Brulet G., Schuck P. (2000). Les produits industriels laitiers. Edition : Tec-Doc Lavoisier : 152, 153, 155.

Marxen K. Vanselow H., LippemeierK. S., Hintze F., Aruser U., Hassen P. (2007).Determination of DPPH Radical oxidation caused by Methanolic Extraction of Some

## Référence bibliographique

---

Microgal species by linear Regression Analysis of Spectrophotometric Measurements. *Full Reaserch Paper*. 7, 2080-2095.

Mimouni Y., Siboukeur O.E.K. (2011). Etudes des propriétés nutritives et diététiques des sirops de dattes extraits par diffusion , en comparaison avec les sirop de dattes extraits par difusion, en comparaison avec les sirops a haute teneur en fructose (isoglucose), issues de l'industrie de l'amidon. *Science Technology*. 3, 1-11.

Mossel D., Snijders J M., Vanknappent B. (1997). Identificaton and quantifaction of risk factors regarding *Salmonnelasp*, on pork carcasses. 20, 999-206.

Moyneux P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH<sup>o</sup>) for estimating antioxidant activity songhlanakaran. Original artical, 26, 211-219.

Munier P. (1973). Le palmier dattier. Edi. Naisonneuve, PARIS, P. 22.

### N

Nicolau C. (2006). Logiciel XSTAT version 7.0, chap.1 présentation générale du logiciel, parie. 4-5.

### P

Perinel E. (2004).Optimal nested cross-over desing in sensory analysis.*Food Quality and Preference*. 4, 439-446.

### R

Ranadheera, C.S, Evans, Adans, Baines, (2013). Production of Probiotic Ice Cream from Goat's Milk and Effect of Packaging Matorials on Product Quality. *Small Ruminant Reserch*. 112, 174-180.

Raiesi A, Rahimi E., Tahery S, Shariati M. (2014). Production of a New Drink by Using Date Syrup and Milk. *Journal of Food and Technology*. 4, 67-72.

Ribereau G. (1968).Les composés phénoliques des végétaux. Edition Dunod. Paris. p1-23.

### S

Saafi E.B., Louedi M., Elfeki A., Zakhama A., Najjar M.F., Hammami M., Achour L. 2010).*Food and Chemistry*. 4, 67-72.

## Référence bibliographique

---

Schlich P., Deglaire A., Dordelles., Biguzzi C., Martin C. (2010). Les préférences hédoniques pour le gras. Mesures et variabilité. Innovation agronomiques (centre des sciences du gout et de l'alimentation) N° 10, ISBN :95-114, p.20.

Selvam A. (2008). Inventory of vegetable crude drug samples housed in botanical survey of polyphenols from grape seed meal by aqueous ethanol solution. *Food agriculture*. 1, 42-47.

Shraideh Z., Abu-Elteen K.H., Sallal A.J.(1998).Ultrastructural effects of date extract on candida albicans. *Mycopathologia*.119-123.

Siboukeur O. (1997). Qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique du jus de dattes.*Science Technology*. 1, 2-47.

Sofjan R P., Hartel R W. (2004). Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream from International Dairy Journal. 14, 255-262. Edition Elsevier: 256, 259, 262.

Soorbatte M.A., Neergeen V., Luximon R., Aruoma O.L., Bahorum T. (2005). Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: mechanism and action. *Mutat. Res*. 579, 200-213.

Soukoulis C., Lebest D., Tzia C. (2009).Enrichissement of ice cream with dietary fibre : Effects on rheological properties, ice crystallisation and glass transition phenomena. *Food Chemistry*. 115, 665-671

### T

Tirard-Collet P. (1996). La technologie des desserts congelés. Institut de technologie agro-alimentaire de Saint-Hyacinthe et le Centre d'Innovation. *Technologie Agroalimentaire*. 16, 110-124.

### V

Velioglu Y.S., Mazza., Gao L., Omahet B.D. (1998). Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, end drain products. *Journal of agriculture Food Chemistry*. 46, 4009-4113.

Vyawahare N., Pujari R., Khsirsagar A., Ingawale D., Patil M., .Kagathara V. (2009) phonixdactylifera :An update of its indigenous uses, phytochemistrypharmacology. *The internet journal of pharmacology*. 7,4110-4117.

### Sites web

Anonyme1: [www. FAQ.org](http://www.FAQ.org)

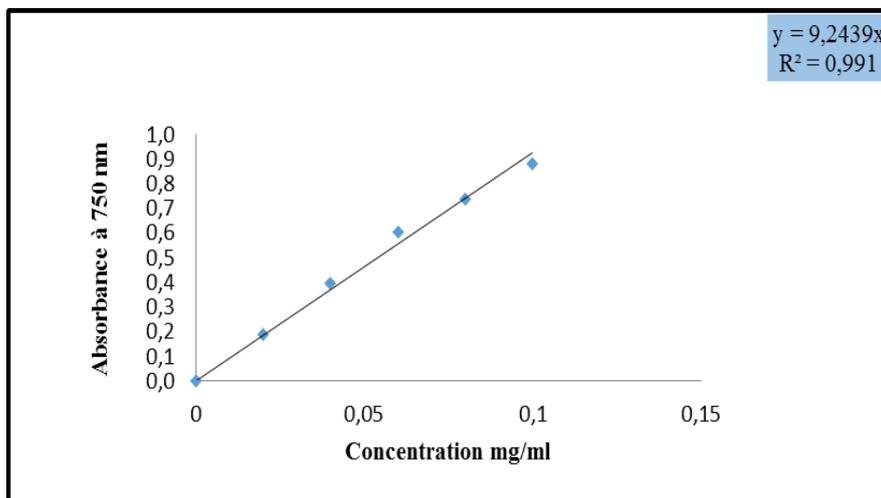
Anonyme3: [www. Ecofazoua.org](http://www.Ecofazoua.org).

Anonyme4:[https://pixabay.com/fr/dattes-fruits -secs-palmier-dattier](https://pixabay.com/fr/dattes-fruits-secs-palmier-dattier).

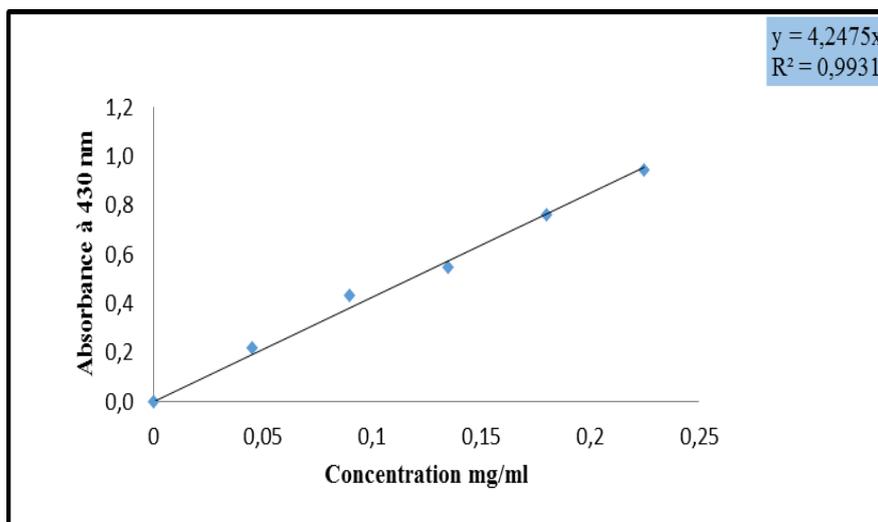
Anonyme5 : [https://pixabay.com>photo.s>crème glacée](https://pixabay.com/photo.s/creme-glacee).

# ***Annexes***

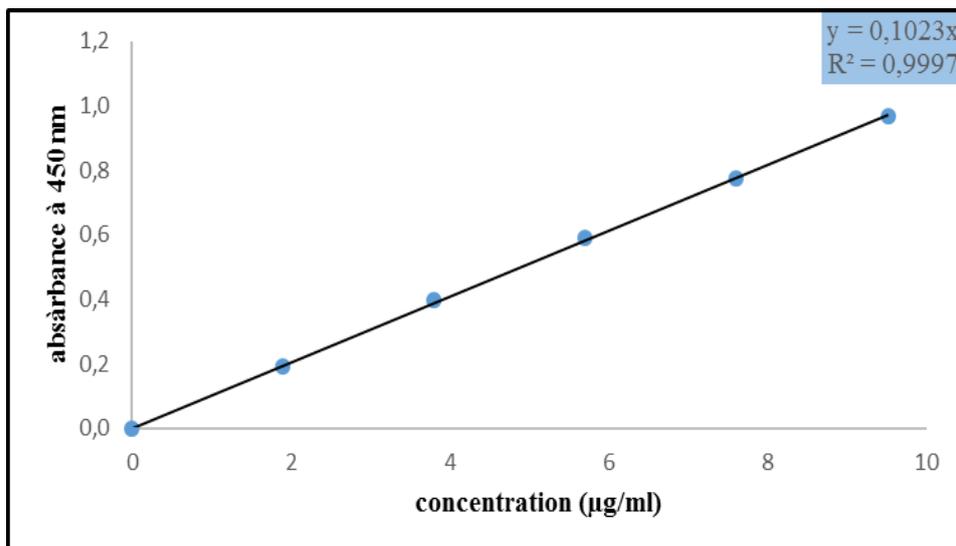
## Annexe I: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour la quantification des composés phénoliques



## Annexe II : Courbe d'étalonnage de la quercitine pour la quantification des flavonoïdes



**Annexe III** : Courbe d'étalonnage de la  $\beta$  carotène pour la quantification des caroténoïdes



**Annexe IV : Questionnaire d'analyse hédonique de crème glacée**

Nom : ..... Prénom..... Age.....

Masculin  féminin  Date.../.../...

Heure :...h...min.

Cinq échantillons de crème glacée codés A, B, C, D, E vous sont présentés. Lisez attentivement les instructions. Effectuez les évaluations dans l'ordre demandé; prenez votre temps pour apprécier les attributs énumérés. Prenez à chaque fois une cuillère, soyez sûr d'avoir pris une quantité suffisante et consistante de glace. Rincez la bouche à l'eau avant d'évaluer chaque attribut.

Il vous est demandé d'évaluer différentes caractéristiques et attribuer une appréciation selon des codes donnés :

**1-Odeur de la crème**

1 : Non appréciée

2 : Peu appréciée

3 : Moyennement appréciée

4 : Bien appréciée

5 : Très bien appréciée

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

## 2- Couleur de la crème

1 : N'est pas appréciée

2 : Peu appréciée

3 : Moyennement appréciée

4 : Bien appréciée

5 : Très bien appréciée

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

## 3- Goût

### ➤ Goût sucré

1 : N'est pas appréciée

2 : Peu appréciée

3 : Moyennement appréciée

4 : Bien appréciée

5 : Très bien appréciée

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

➤ **Goût de sirop de dattes**

1 : N'est pas appréciée

2 : Peu appréciée

3 : Moyennement appréciée

4 : Bien appréciée

5 : Très bien appréciée

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

**4- Sensation en bouche :**

➤ **Texture en bouche**

1 : N'est pas appréciée

2 : Peu appréciée

3 : Moyennement appréciée

4 : Bien appréciée

5 : Très bien appréciée

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

➤ **Consistance**

1 : N'est pas appréciée

2 : Peu appréciée

3 : Moyennement appréciée

4 : Bien appréciée

5 : Très bien appréciée

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

**5- Attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence, sachant que 1 correspond le moins préféré et 9 au plus préféré comme présenté dans l'échelle ci-dessous :**

**1** : Extrêmement désagréable,    **2** : très désagréable,    **3** : Désagréable,    **4** : Assez désagréable

**5** : Ni agréable ni désagréable,    **6** : Désagréable,    **7** : Agréable,    **8** : Très agréable

**9** : Extrêmement agréable

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

**6-Quelles sont les caractéristiques qui ont motivé votre préférence :**

1 : La couleur   

2 : Le goût   

3 : la texture   

4 : La consistance   

5 : L'odeur   

Autre.....  
.....  
.....

**Merci pour votre coopération**

**Annexe V : Questionnaire d'analyse sensorielle de crème glacée à base de sirop de dattes**

Nom : ..... Prénom..... Age.....

Masculin  féminin  Date.../.../... Heure :...h...min.

Cinq échantillons de crème glacée codés A, B, C, D, E dont les concentrations de sirop de dattes vous sont présentés.

Lisez attentivement les instructions. Effectuez les évaluations dans l'ordre demandé, prenez votre temps pour apprécier les attributs énumérés. Prenez à chaque fois une cuillerée, soyez sûr d'avoir pris une quantité suffisante et consistante de glace. Rincez la bouche à l'eau avant d'évaluer chaque attribut.

Il vous est demandé d'évaluer différentes caractéristiques et attribuer une appréciation selon des codes donnés :

**1-Texture**

Examinez l'échantillon, la texture, et son uniformité :

- 1 : Mole
- 2 : Assez dure
- 3 : Dure
- 4 : Surface non uniforme,
- 5 : Rugueuse, présence de cristaux de glace ou autre.

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

## 2- Couleur

1 : N'est pas appréciée

2 : Peu appréciée

3 : Moyennement appréciée

4 : Bien appréciée

5 : Très bien appréciée

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

## 3-Odeur

1 : Absente

2 : Faible

3 : Moyen

4 : Fort

5 : Très fort

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

## 4- Goût

### ➤ Goût sucré

1 : Absente

2 : Faible

3 : Moyen

4 : Fort

5 : Très fort

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

➤ **Arôme identifié**

- 1 : Absence
- 2 : Arôme caramel
- 3 : Arôme dattes
- 4 : Arôme vanille
- 5 : Arôme chocolat

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

➤ **Goût de sirop de dattes**

- 1 : Absent
- 2 : Faible
- 3 : Moyen
- 4 : Fort
- 5 : Très fort

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

➤ **Arrière-goût**

- 1 : Absent
- 2 : Faible
- 3 : Moyen
- 4 : Fort
- 5 : Très fort

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

## 5- Sensation en bouche

Goutez et étalez la crème sur toute la surface de la langue.

### ➤ Texture

1 : Très lisse

2 : Lisse

3 : Moyenne

4 : Granuleuse

5 : Très granuleuse

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

### ➤ Consistance

1: Trop Molle

2 : Molle

3 : Moyenne

4 : Gélifiante

5 : Très gélifiante

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

**6- Attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence, sachant que 1 correspond le moins préféré et 9 au plus préféré comme présenté dans l'échelle ci-dessous :**

**1** : Extrêmement désagréable,   **2** : très désagréable,   **3** : Désagréable,   **4** : Assez désagréable

**5** : Ni agréable ni désagréable,   **6** : Désagréable,   **7** : Agréable,   **8** : Très agréable

**9** : Extrêmement agréable

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

**7-Quelles sont les caractéristiques qui ont motivé votre préférence :**

1 : La couleur

2 : Le goût

3 : La texture

4 : La consistance

5 : L'odeur

Autre.....  
.....  
.....

**Merci pour votre coopération**

**Annexe VI : Quelques produits de Vallée Glaces**



## Résumé

Ce présent travail a porté sur l'incorporation de sirop de dattes dans les crèmes glacées, essentiellement produites par substitution de sucre présent dans la crème glacée par le sirop de dattes à différentes concentrations (Xa%, Xb%, Xc%, Xd%)

Des paramètres physico-chimiques du sirop de dattes étudié, tels que le taux d'humidité, pH et acidité sont déterminés. Différents dosages d'antioxydants (composés phénoliques totaux, flavonoïdes, tanins) sont réalisés sur l'extrait éthanolique du produit, ainsi que l'évaluation de ses activités antioxydante et antiradicalaire.

Les crèmes glacées élaborées avec et sans de sirop de dattes sont analysées par rapport à leur propriétés physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles.

Les résultats obtenus relatifs aux propriétés physico-chimiques et microbiologiques montrent que, globalement, les crèmes glacées élaborées sont conformes et dépendent aux normes.

Concernant l'analyse sensorielle des jurys experts et consommateurs naïfs, il en ressort que les crèmes B, C, D et E possèdent le pourcentage de satisfaction le plus élevé de (67%), alors que la crème A a le pourcentage le plus petit (33%). Cela montre que les juges apprécient au même niveau les 3 crèmes avec différentes concentrations en sirop de dattes et le témoin E qui n'en contient pas.

**Mots clés :** Sirop de dattes, crème glacée, propriétés physico-chimiques, antioxydants, activités antioxydant et antiradicalaire, analyses sensorielles.

## Abstract

The present work has focused on the incorporation of dates syrup in ice creams, mainly produced by the substitution of sugar in ice cream for dates syrup at different concentrations (Xa%, Xb%, Xc%, Xd%).

Physico-chemical parameters of the date syrup studied, such as humidity, pH and acidity, are determined. Different assays of antioxidants (total phenolic compounds, flavonoids, tannins) are carried out on the ethanolic extract of the product, as well as the evaluation of its antioxidant and antiradical activities

Ice creams made with and without dates syrup are analyzed in relation to their physico-chemical, microbiological and sensorial properties.

The results obtained concerning the physicochemical and microbiological properties show that, overall, the ice creams prepared conform to and meet the standards

For the sensory analysis of naive juries and consumers, it was concluded that creams B, C, D and E had the highest percentage of satisfaction (67%), while cream A had the smallest percentage (33%). This shows that the judges appreciate at the same level the 3 creams with different concentrations of date syrup and the control E which does not contain them.

Keywords: Date syrup, ice cream, physicochemical properties, antioxidants, antioxidant and antiradical activities, sensory analyzes.