

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
Université A. MIRA - Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de Sciences Alimentaires  
Filière : Sciences Alimentaires  
Spécialité : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire



Réf:.....

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

**MASTER**

*Thème*

**Elaboration d'une boisson hypocalorique**

Présenté par :  
**BOUAZIZ Sarah & KHOUDIR Mounir**  
Soutenu le : **03/07/2024**

Devant le jury composé de :

Mme. LEHOUCHE R.

MCB

Président

Mme. CHOUGUI N.

Professeur

Encadreur

Mme. FERHAT K.

Responsable R&D

Co-encadreur

Mr. BENRAMDANE E.

MCB

Examineur

**Année universitaire : 2023/ 2024**

## *Remerciements :*

*Tout d'abord, nous remercions Dieu pour la santé et le courage qu'il nous a donnés pour mener ce travail à bien.*

*Notre profonde gratitude va à notre promotrice Mme CHOUGUI N. pour la qualité de son encadrement, sa constante disponibilité, ses conseils, qui nous ont permis d'élargir nos connaissances tout au long de la réalisation de ce travail.*

*Nous tenons également à exprimer nos sincères remerciements à :  
Mme LEHOUCHE R. d'avoir accepté de présider notre jury de soutenance et d'évalué notre travail.*

*Mr BENRAMDANE E. Pour nous avoir honoré et accepté d'examiner notre travail.*

*Nous tenons également à exprimer notre vive reconnaissance à Mr BERKATI, le PDG de TCHIN-LAIT de nous avoir autorisés à utiliser leurs installations et à bénéficier de leur soutien tout au long de notre projet, et à Mme FERHAT K. la responsable R&D pour son encadrement, son accueil chaleureux, sa bienveillance et ses conseils durant Notre stage au sein de l'unité.*

*Et un grand merci à l'ensemble de l'équipe de R&D de Candia, pour leur aide et leur soutien.*

*Et au final nous remercions tous ceux et celles, qui de près ou de loin, ont permis par leur participation et leurs encouragements la réalisation de ce travail.*

# *Dédicaces*

*J'ai l'honneur de dédier ce travail :*

*A vous les plus chères de ma vie, mes parents Zahra et Boubkeur, vous avez fait plus que votre devoir, merci pour tous vos sacrifices, votre soutien et vos prières tout au long de mes études.*

*A mes très chers frères Mehdi et Tivouche.*

*A mon camarade Mounir qui a contribué fortement à la réalisation de ce travail.*

*A mes chère tantes Adja Aicha et Nora, merci d'être toujours là.*

*A mes cousines Lalis et Tatou, merci d'avoir accepté de participer à ce travail.*

*A mes amies GiGi et Lysa, je vous remercie pour vos encouragements.*

*Sarah*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce travail comme preuve de respect, de gratitude, et de reconnaissance à : À mes très chers parents.*

*À mon frère youyou pour ces encouragements.*

*A ma camarade Sarah qui a toujours donné de l'énergie et de l'encouragement tout au long de ce travail.*

*A tous mes Amis et à tous mes proches, vos encouragements et votre soutien m'ont été précieux.*

*Mounir*

## Table de matière

### Liste des figures

### Liste tableaux

### Liste des abréviations

<b>Introduction</b> .....	1
---------------------------	---

## Partie théorique

### Chapitre I : les plantes étudiées

1. Le caroubier ( <i>Ceratonia siliqua L.</i> ) .....	2
1.1. Description botanique de ( <i>Ceratonia siliqua L.</i> ) .....	2
1.2. Composition chimique de la caroube .....	3
1.3. Répartition géographique de caroubier .....	3
1.4. Utilisation du caroubier .....	3
2. Le palmier dattier ( <i>Phoenix dactylifera L.</i> ) .....	4
2.1. Description botanique de ( <i>Phoenix dactylifera L.</i> ) .....	4
2.2. Composition chimique de Mech Degla .....	5
2.3. Répartition géographique de palmier dattier.....	5
2.4. Utilisation de fruit de palmier dattier .....	6
3. L'Anis étoilé ( <i>Illicium verum</i> ) .....	6
3.1. Description botanique de ( <i>Illicium verum</i> ) .....	6
3.2. Composition chimique d'anis étoilé .....	7
3.3. Répartition géographique de badianier .....	7
3.4. Utilisation de l'Anis étoilé .....	7
4. L'Anis vert ( <i>Pimpinella anisum L.</i> ) .....	8
4.1. Description botanique de ( <i>Pimpinella anisum L.</i> ) .....	8
4.2. Composition chimique d'anis vert .....	9
4.3. Répartition géographique d'anis vert .....	9
4.4. Utilisation d'anis vert .....	9
5. Le Cumin ( <i>Cumminum cyminum L.</i> ) .....	9
5.1. Description botanique de ( <i>Cumminum cyminum L.</i> ) .....	9
5.2. Composition chimique de cumin .....	10
5.3. Répartition géographique de cumin .....	10

5.4. Utilisation de cumin .....	11
6. La Réglisse ( <i>Glycyrrhiza glabra L.</i> ) .....	11
6.1. Description botanique de ( <i>Glycyrrhiza glabra L.</i> ) .....	11
6.2. Composition chimique de la Réglisse.....	12
6.3. Répartition géographique de la Réglisse.....	12
6.4. Utilisation de la Réglisse.....	12
7. Graines de Chia .....	13
7.1. Description botanique de ( <i>Salvia hispanica L.</i> ) .....	13
7.2. Composition chimique des graines de Chia .....	13
7.3. Répartition géographique de la Chia .....	13
7.4. Utilisation des graines de Chia .....	14
8. Le Karkadé ( <i>Hibiscus sabdariffa</i> ) .....	14
8.1. Description botanique de ( <i>Hibiscus sabdariffa L.</i> ) .....	14
8.2. Composition chimique de Karkadé .....	15
8.3. Répartition géographique du Karkadé .....	15
8.4. Utilisation de Karkadé .....	15

## **Chapitre II : Le diabète**

1. Définition du diabète .....	16
1.1. Classification .....	16
1.2. Diabète insulino-dépendant (DID – Type 1) .....	16
1.3. Les symptômes de DID .....	17
1.4. Diabète non insulino-dépendant (DNID – Type 2) .....	17
1.5. Les symptômes de DID .....	17
1.6. Diabète non insulino-dépendant (DNID – Type 2) .....	17
1.7. Symptômes de DNID .....	18
1.8. Diabète gestationnel (DG) .....	18
2. Diagnostic du diabète .....	18
2.1. Tests statistiques .....	18
2.2. Tests dynamiques .....	19
3. Régulation de la glycémie .....	19
3.1. Le pancréas .....	19
3.2. L'insuline .....	19

## Partie pratique

### Matériels et méthodes

1. Echantillonnage et traitement du matériel végétal .....	20
2. Elaboration de la boisson hypocalorique .....	20
2.1. L'étude préliminaire pour fixer les paramètres de préparation .....	20
2.2. Etapes de préparation de la boisson hypocalorique .....	21
3. Analyses physico-chimiques .....	21
3.1. Le pH .....	22
3.2. L'acidité titrable .....	22
3.3. Le degré Brix .....	22
3.4. Le taux d'humidité .....	23
3.5. L'extrait sec total (E.S.T) de la boisson hypocalorique .....	23
3.6. La densité .....	24
3.7. Dosage des composés phénoliques totaux .....	24
3.8. Activité antioxydante (inhibition du radical DPPH) .....	24
4. Analyses sensorielles .....	25
4.1. Evaluation des caractéristiques des boissons élaborées .....	25
5. Analyses statistiques .....	25

### Résultats et discussion

1. Analyses physico-chimiques .....	26
1.1. Propriétés physico-chimiques des matières premières .....	26
1.1.1. Le taux d'humidité .....	26
1.1.2. Le degré Brix .....	27
1.1.3. pH .....	27
1.1.4. Acidité titrable .....	28
1.2. Composés phénoliques et activité antioxydante des matières premières .....	28
1.2.1. Composés phénoliques totaux .....	29
1.2.2. Inhibition du radical DPPH (%) .....	29
1.3. Propriétés physico-chimiques de la boisson hypocalorique .....	30
1.3.1. La densité .....	30
1.3.2. L'extrait sec total (E.S.T) .....	30
1.3.3. Le degré Brix .....	30

1.3.4. pH .....	30
1.3.5. Acidité titrable .....	31
1.4. Composés phénoliques et de l'activité antioxydante de la boisson élaborée.....	31
2. Analyses sensorielles .....	31
2.1. Caractéristiques des boissons élaborées .....	35
2.1.1. Le profile sensorielle des boissons élaborées .....	32
2.1.2. Pouvoir discriminant par descripteur .....	32
2.2. La sélection de l'échantillon le plus apprécié .....	33

## **Conclusion**

## **Références bibliographiques**

## **Annexes**

## **Résumé**

## Liste de figures

<b>Figure 1</b> : Le caroubier ( <i>Ceratonia siliqua</i> L.) (Anonyme 1) .....	2
<b>Figure 2</b> : La caroube, fruit de caroubier (Anonyme 1) .....	2
<b>Figure 3</b> : Palmier dattier ( <i>Phoenix dactylifera</i> L.) (Anonyme 1).....	4
<b>Figure 4</b> : Dattes, fruits de palmier dattier (Anonyme 1) .....	4
<b>Figure 5</b> : Dattes (Mech Degla) (Anonyme 2) .....	5
<b>Figure 6</b> : Le badianier ( <i>Illicium verum</i> ) (Anonyme 3) .....	6
<b>Figure 7</b> : L'Anis étoilé (la badiane), fruit de badianier (Anonyme 1).....	7
<b>Figure 8</b> : Plante d'anis vert ( <i>Pimpinella anisium</i> L.) (Anonyme 4).....	8
<b>Figure 9</b> : Fruits d'anis vert ( <i>Pimpinella anisium</i> L.) (Anonyme 4) .....	8
<b>Figure 10</b> : Plante de <i>Cuminum cyminum</i> L. (Anonyme 5) .....	10
<b>Figure 11</b> : Fruits de Cumin ( <i>Cuminum cyminum</i> L.) (Anonyme 6).....	10
<b>Figure 12</b> : Plante de Réglisse ( <i>Glycyrrhiza glabra</i> L.) (Anonyme 7) .....	11
<b>Figure 13</b> : Racines de Réglisse ( <i>Glycyrrhiza glabra</i> L.) (Anonyme 1).....	12
<b>Figure 14</b> : Graines de chia ( <i>Salvia hispanica</i> L.) (Anonyme 1).....	13
<b>Figure 15</b> : Plante de Karkadé ( <i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) (Anonyme 8).....	14
<b>Figure 16</b> : Schéma des îlots pancréatiques d'une personne saine et diabétique de type 1. ....	16
<b>Figure 17</b> : Action de l'insuline chez une personne saine et diabétique de type 1. ....	17
<b>Figure 18</b> : Action de l'insuline chez une personne saine et diabétique de type 2. ....	18
<b>Figure 19</b> : Schéma représentant les étapes de préparation de la boisson hypocalorique. ....	21
<b>Figure 20</b> : Profil sensoriel des deux boissons élaborées. ....	32
<b>Figure 21</b> : Pouvoir discriminant par descripteur. ....	33
<b>Figure 22</b> : Résultats d'agrément des échantillons A et B.....	34

## Liste des tableaux

<b>Tableau I</b> : Composition chimique de la caroube .....	3
<b>Tableau II</b> : Composition chimique de Mech Degla .....	5
<b>Tableau III</b> : Composition chimique de <i>Illicium verum</i> .....	7
<b>Tableau IV</b> : Composition chimique d'anis vert ( <i>Pimpinella anisium L.</i> ) .....	9
<b>Tableau V</b> : Composition chimique de cumin .....	10
<b>Tableau VI</b> : Composition chimique de la réglisse .....	12
<b>Tableau VII</b> : Composition chimique des graines de chia .....	13
<b>Tableau VIII</b> : Composition chimique du Karkadé .....	15
<b>Tableau IX</b> : Propriétés physico-chimiques des matières premières .....	26
<b>Tableau X</b> : Teneur des matières premières en polyphénols totaux et activité antioxydante.....	28
<b>Tableau XI</b> : Propriétés physico-chimiques de la boisson hypocalorique élaborée .....	30
<b>Tableau XII</b> : Teneur de la boisson hypocalorique élaborée en composés phénoliques totaux et activité antioxydante.....	31

## Liste des abréviations

**BH** : boisson hypocalorique.

**DG** : diabète gestationnelle.

**DID** : diabète insulino dépendant.

**DNID** : diabète non insulino dépendant.

**DPPH** : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle.

**DPPH-H** : diphényle picryl-hydrazine.

**E410** : additif alimentaire (épaississant).

**FAO** : Organisation pour l'alimentation et l'agriculture.

**GLUT 4** : récepteurs au glucose.

**HGPIV** : hyper glycémie provoqué par voie intraveineuse.

**HGPO** : hyperglycémie provoqué par voie oral.

**IG** : Index glycémique.

**kDA** : kilodalton.

**mg EAG/g MV** : milligramme équivalent d'acide gallique par gramme de matière végétale.

**MV** : matière végétale.

**NAOH** : l'hydroxyde de sodium.

**OMS** : Organisation mondiale de la santé.

**PPM** : partie par million.

**PS** : pouvoir sucrant.

**RPM** : rotation par minute.

**T** : témoin.

# *Introduction*

En Algérie, les boissons occupent une place prépondérante dans l'alimentation quotidienne. Qu'elles soient traditionnelles, comme les thés et les infusions, ou modernes, telles que les boissons fruitées et les boissons gazeuses. Elles constituent une part essentielle dans la nutrition des Algériens. Cependant, l'augmentation de la prévalence du diabète, une maladie chronique caractérisée par une hyperglycémie persistante, pose des défis considérables pour la santé publique. En 2019, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a rapporté que le diabète était la cause directe de 1.5 million de décès dans le monde, soulignant l'urgence de développer des stratégies de prévention et de gestion efficaces.

La consommation excessive des boissons riches en sucres ajoutés est fortement liée à l'augmentation du risque de diabète de type 2. Les études montrent que les boissons sucrées contribuent à l'excès de calories, à l'obésité et à la résistance à l'insuline, des facteurs clés dans le développement du diabète (**Schulze et al., 2004**). Face à cette problématique, il est essentiel de promouvoir des alternatives plus saines qui, non seulement réduisent l'apport en sucres, mais aussi offrent également des bénéfices pour la santé.

La phytothérapie est très connue pour sa capacité à offrir des solutions naturelles et efficaces contre le diabète (**Gilani et al., 2005**). Des plantes comme le caroubier (*Ceratonia siliqua*), l'anis étoilé (*Illicium verum*), l'anis vert (*Pimpinella anisum*), sont connues pour leurs propriétés antidiabétiques potentielles. Elles contiennent des composés bioactifs qui peuvent aider à réguler la glycémie et améliorer la sensibilité à l'insuline (**Ali et al., 2006 ; Meddah et al., 2009 ; Shojaii et al., 2012 ; Amtaghri et al., 2023**).

L'objectif de cette étude est de développer une boisson hypocalorique, 100% naturelle et sans sucre ajouté, en présentant une alternative saine qui puisse être intégrée dans le régime alimentaire des personnes atteintes de diabète, tout en contribuant à la prévention de cette maladie chronique dans la population générale.

Dans le présent document, nous avons développé un ensemble de points que nous avons structuré comme suit :

- Le premier volet aborde les aspects théoriques, comprenant des notions sur les matrices naturelles qui ont fait l'objet de cette étude et des notions sur le diabète.
- Le deuxième volet est consacré e, 1<sup>er</sup> lieu au travail réalisé présentant clairement les méthodes adoptées et en 2<sup>e</sup> lieu aux résultats obtenus et leur discussion.

Le document se termine par une conclusion générale mettant clairement l'accent sur les apports majeurs du travail réalisé et dégageant quelques recommandations.

# *Partie théorique*

# *Chapitre I*

*Les plantes étudiées*

## 1. Le caroubier (*Ceratonia siliqua L.*)

### 1.1. Description botanique de (*Ceratonia siliqua L.*)

Le caroubier (*Ceratonia siliqua L.*) (**Figure 1**) est un arbuste méditerranéen dioïque à feuilles persistantes et fleurs qui jaillissent directement du tronc épais, ce genre appartient à la famille des Rosales de la famille des Fabacées (légumineuses). Il est tolérant à la sécheresse mais sensible au froid. Il peut atteindre 4 à 10 mètres de hauteur. La couronne du caroubier est dense et étalée, l'écorce est lisse et grise puis brune et rugueuse en vieillissant, et son bois rougeâtre est très dur (**Biner *et al.*, 2007 ; Margot, 2007**).



**Figure 1 :** Le caroubier (*Ceratonia siliqua L.*) (Anonyme 1)

La caroube (**Figure 2**), Al-Kharroub en arabe et Axerrub en Tamazight, le fruit de caroubier est une gousse aplatie de couleur verte puis brune foncée à la maturité, constituée de trois parties : l'épicarpe, le mésocarpe et 5 à 15 graines. Elle mesure de 10 à 30 cm de long et plus de 1,5 cm de largeur avec un poids de 15 à 40 g (**Ait Chitt *et al.*, 2007 ; Margot, 2007**).



**Figure 2 :** La caroube, fruit de caroubier (Anonyme 1)

## 1.2. Composition chimique de la caroube

La pulpe de *Ceratonia siliqua L.* est riche en sucre et caractérisé d'une activité antioxydante élevée vue ça richesse en polyphénols :

**Tableau I** : Composition chimique de la caroube.

Molécule	Teneur	Référence
Glucides (g/100g)	31,5-50,1	(El Batal et <i>al.</i> , 2016)
Sucre (g/100g)	11,3-14,6	
Protéines (g/100g)	1-7,6	
Lipides (g/100g)	0,2-2,3	
Composé Phénoliques (g/100g)	16 - 20	(Biner et <i>al.</i> , 2007)

## 1.3. Répartition géographique de caroubier

Le caroubier est essentiellement méditerranéen, provient à l'origine de sud de l'Asie (Margot, 2007).

Dans le monde, sa répartition s'étend de Turquie et Chypre au Syrie, Liban, Palestine et le sud de la Jordanie, de l'Égypte au pays Maghrébins avant d'atteindre la Méditerranée occidentale, aussi les Etats-Unis, le Mexique, l'Australie et l'Afrique de sud (Estrada et *al.*, 2006).

En Algérie, La répartition de caroubier dans le nord algérien s'étend d'Alger aux collines d'Oran et les coteaux Dahra de Mostaganem, passant par la Kabylie. A l'étage semi-aride chaud, sa répartition s'étend des plaines de Bône de Mitidja passant par les vallées intérieures descendant jusqu'à Boussaâda (Zitouni, 2010).

## 1.4. Utilisation du caroubier

L'utilisation industriel de *Ceratonia siliqua L.* est en grande partie basée sur ses fruits « la caroube », ils apportent des valeurs nutritives en fibres, protéines et sucres très bénéfiques à la nutrition humaine. La pulpe de caroube contient une grande quantité de carbohydrates 30-50 % principalement de sucre. Elle peut donc constituer un ingrédient alimentaire, nutritionnel et diététique dont sa poudre peut remplacer avec excellence le cacao. De plus, la graine de caroube est utilisée dans l'industrie agroalimentaire pour l'extraction de la gomme de caroube utilisée comme additif alimentaire (épaississant) « E410 ». La caroube peut représenter également une bonne alternative aux matières premières des aliments d'élevage (Margot, 2007).

La pulpe est utilisée aussi contre la diarrhée et pour le traitement de certaines maladies comme la gastrite, l'entérite, les angines, les rhumes, le Cancer (Boublenza, 2012).

## 2. Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*)

### 2.1. Description botanique de (*Phoenix dactylifera L.*)

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) (**Figure 3**) est cultivé comme arbre fruitier dans les régions chaudes arides et semi-arides, c'est une espèce dioïque, appartenant à la famille des Arécacées. Avec des folioles centrales jusqu'à 40 cm, les feuilles pennées de 3-5 mètres de long forment une touffe au sommet du tronc. Le palmier dattier de 10-30 mètres de hauteur tolère une légère salinité, il a besoin de chaleur et ne supporte pas l'air humide (**Margot, 2007**).



**Figure 3** : Palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) (Anonyme 1)

Les dattes (**Figure 4**), fruits de palmier dattier changent de couleur, d'aspect, consistance et de taille durant son évolution de 200 jours passant par cinq stades successifs : Stade I « Hababouk » ; Stade II « Kimri » ; Stade III « Khalal » ; Stade IV « Routab », pouvant atteindre 8 cm de long au dernier stade dit « Tmar » où le fruit est mûr. Contenant un noyau dur, c'est un produit nourrissant plus ou moins sucré ou farineux (sèches) (**Munier, 1973 ; Margot, 2007**).



**Figure 4** : Dattes, fruits de palmier dattier (Anonyme 1)

Mech Degla (**Figure 5**) est un cultivar des dattes sèches de couleur jaune pâle, elles ne passent pas par le stade IV d'évolution, mais directement de « Khalal » à « Tmar ». Leur pulpe

est naturellement sèche avec moins de 20 % d'eau, elles sont donc de longue durée de conservation et destinées à la production de la farine des dattes (**Munier, 1973**).



**Figure 5 :** Dattes (Mech Degla) (Anonyme 2)

## 2.2. Composition chimique de Mech Degla

La composition chimique de la variété « Mech Degla » est présentée dans le **Tableau II**:

**Tableau II :** Composition chimique de Mech Degla.

Molécule	Teneur	Référence
Glucides (g/100g)	69,8	(Ghezal <i>et al.</i> , 2022)
Sucre (g/100g)	20	
Protéines (g/100g)	2,02	
Lipides (g/100g)	0,51	
Composé Phénoliques (mg/100g)	170 - 379	(Daas, 2009)

## 2.3. Répartition géographique de palmier dattier

Originaire de la région de golfe Persique, c'est un arbre caractéristique des oasis du Sahara, rare dans la partie méditerranéenne de l'Europe (**Margot, 2007**).

Dans le monde, l'aire de culture traditionnelle de palmier dattier se trouve dans les zones arides et semi-arides chaudes entre 15°N et 35°N, l'Afrique du Nord et le sud de l'Espagne, le Moyen-Orient, le Pakistan et le nord-ouest de l'Inde. Aujourd'hui l'aire de distribution du dattier intègre des régions où il a été introduit comme arbre fruitier, pour des rites religieux et essence ornementale, exemple d'Italie, Madagascar, les Comores, l'archipel des Mascareignes, Nouvelle-Calédonie, l'Afrique du Sud, l'Australie et Californie aux Etats-Unis. Le nombre de dattiers dans le monde est évalué à environ 100 millions, effectif qui augmente chaque année (**Gros-Balthazard *et al.*, 2013**).

L'Algérie occupe une place importante parmi les pays producteurs et exportateurs de dattes dans le monde et elle occupe la première place en termes de qualité grâce à la variété Deglet Nour. Cette culture occupe la première place dans l'agriculture saharienne avec plus de 17 millions de palmiers et plus de 800 variétés, elle s'étale sur 17 wilayas du pays mais les

principales régions productrices (wilayas) sont Biskra (31%), Ouargla (19%), El Oued (27%) (Cheriet *et al.*, 2012).

#### 2.4. Utilisation de fruit de palmier dattier

Les dattes sont une grande source d'énergie composé en grande partie de glucides (la majorité sous forme de sucres). Le séchage des fruits de palmier dattier est une méthode de conservation très répandue pour la disponibilité durant l'année et peuvent être utilisés comme édulcorant dans les préparations. Les noyaux ont été valorisés par les arabes dans la fabrication des boissons sans caféine, ils sont riches en protéines, graisses, fibres alimentaires, composés phénoliques et antioxydants, ils sont très utiles dans l'amélioration de la valeur nutritionnelle des produits alimentaires incorporés et dans l'alimentation animale (Baliga *et al.*, 2011).

Une enquête ethnobotanique sur l'utilisation traditionnelle des fruits de (*Phoenix dactylifera L.*) dans le traitement des infections dans différentes wilayas d'Algérie (Bouriane *et al.*, 2021) ont montré leur efficacité essentiellement sur les maladies infectieuses cutanées, bronchiales, vaginales, digestives et buccales. D'après Freha *et al.*, 2016, les dattes ont un effet pharmacologique dans le traitement de l'hypertension et le diabète.

### 3. L'Anis étoilé (*Illicium verum*)

#### 3.1. Description botanique de (*Illicium verum*)

Le Badianier (Figure 6) est un arbre de 8 mètres de hauteur environ à branches lisses et grises et feuilles alternes et persistantes, il appartient à la classe des dicotylédones, les fleurs sont jaunes claires souvent bordées de rose, solitaires et très parfumées. Vers 20 ans il peut donner jusqu'à 40 Kg de fruits, il est très aromatique et renferme dans l'ensemble de ses organes des glandes sécrétrices à essence (Gallouin *et al.*, 2007).



Figure 6 : Le badianier (*Illicium verum*) (Anonyme 3)

La badiane ou l'Anis étoilé (Figure 7) le fruit de badianier est composé généralement de 8 follicules bruns de 30 mm de diamètre et 12 mm de hauteur environ, parfois irréguliers, chacune

renferme une graine inodore, brune, lisse et luisante avec 6 mm de long et 4,5 mm de large et à consistance huileuse en bouche. La paroi de l'Anis étoilé est riche en essence dont l'odeur est proche de celle de l'anis vert d'où son nom « Anis étoilé » (Gallouin *et al.*, 2007).



**Figure 7 :** L'Anis étoilé (la badiane), fruit de badianier (Anonyme 1)

### 3.2. Composition chimique d'anis étoilé

Les huiles essentielles de l'*Illicium verum* font le principal sujet de recherche de sa composition chimique. L'anis étoilé est caractérisé par son odeur qui dépend de ces huiles volatiles, la teneur en composés volatiles présente 8 à 9% de la matière sèche, comprenant principalement du trans-Anéthole (70 à 94%) (Wang *et al.*, 2011). L'anis étoilé est caractérisé par son activité antioxydante qui fait référence à la présence des composés phénoliques (Attia *et al.*, 2022). La composition est présentée dans le **tableau III**.

**Tableau III :** Composition chimique de l'*Illicium verum*.

Molécule	Teneur	Référence
Glucides (g/100g)	68,5	(Attia <i>et al.</i> , 2022)
Fibres (g/100g)	32,45	
Protéines (g/100g)	7,5	
Lipides (g/100g)	4,34	
Composé Phénoliques (g/100g)	38,19	(Salem <i>et al.</i> , 2021)

### 3.3. Répartition géographique de badianier

Originaire de Chine et Nord de Vietnam, sa culture est difficile, il exige un climat humide et chaud (Gallouin *et al.*, 2007), il est observé la première fois au Tonkin à Dong-Dang, aujourd'hui il est pratiqué aussi au Japon, Malaise, aux Philippines et une espèce qui croît dans l'Amérique septentrionale (Chevalier, 1943).

### 3.4. Utilisation de l'Anis étoilé

L'utilisation de l'Anis étoilé en cuisine comme épice est très répandue, il rentre dans la composition de « la poudre des cinq épices ». Les qualités gustatives des graines broyées peuvent se conserver pendant trois ans environ à l'abri de l'air et la lumière. L'essence fine et parfumé est utilisé à des petites doses dans la fabrication des apéritifs anisés et des liqueurs,

aussi utilisé comme arôme dans les dentifrices. Il est très toxique, sa vente est très contrôlée et règlementée.

En médecine humaine il possède des propriétés stomachiques, carminatives et stimulante. Aussi, les feuilles sont utilisées comme masticatoires. Il a la même utilisation en médecine vétérinaire. Ils ont pu traiter avec les graines des coliques venteuses et des coliques froides chez les chevaux (Gallouin *et al.*, 2007).

#### 4. L'Anis vert (*Pimpinella anisum L.*)

##### 4.1. Description botanique de (*Pimpinella anisum L.*)

L'Anis vert (*Pimpinella anisum L.*) (**Figure 8**) appartient à la classe des dicotylédones, sa plante est herbacée, annuelle, avec des feuilles alternes, de base engainante et de morphologie variante selon la position sur la tige. Elle est riche en canaux sécréteurs d'essence et de résine donnant son odeur douce et chaude typique d'anis et elle peut atteindre les 75cm de hauteur (Gallouin *et al.*, 2007).



**Figure 8 :** Plante d'anis vert (*Pimpinelle anisium L.*) (Anonyme 4)

Les fruits sont des diakènes piriformes (**Figure 9**), brun-grisâtres de 4 mm de long, composés de deux parties ; les akènes reliés par une colonne centrale et comprimés pas le dos, chacun renferme une graine contenant un albumen très développé, ils sont pourvus de cinq côtes filiformes égaux, leurs parois produisent 3 % d'essence d'anis (Gallouin *et al.*, 2007).



**Figure 9 :** Fruits d'anis vert (*Pimpinella anisium L.*) (Anonyme 4)

#### 4.2. Composition chimique d'anis vert

L'anis vert présente une vraie source naturelle des nutriments et des minéraux, la composition chimique est présentée dans le **tableau IV**.

**Tableau IV** : Composition chimique d'anis vert (*Pimpinella anisium L.*).

Molécule	Teneur	Référence
<b>Glucides (g/100g)</b>	9,87-61,09	<b>(Mohammed <i>et al.</i>, 2023)</b>
<b>Fibres (g/100g)</b>	2,83-33,5	
<b>Protéines (g/100g)</b>	13,35-28,73	
<b>Lipides (g/100g)</b>	2,66-9,02	

#### 4.3. Répartition géographique d'anis vert

La culture d'anis vert est pratiquée dans le bassin méditerranéen, il préfère le sol ameubli et riche en matière organique, il est très exigeant, très sensible aux gelées et ne pousse pas dans les place ensoleillés et abrités (**Gallouin *et al.*, 2007**). L'Anis cultivé est une espèce pratiquée dans le Proche-Orient et spécialement en Grèce et en Egypte depuis l'époque Pharaonique et porté au sud d'Espagne et du Portugal, mais d'autres formes d'anis dites sauvages se rencontrent en Asie mineure, Iran, pays arabes et la Lybie désertique (**Chevalier, 1943**).

#### 4.4. Utilisation d'anis vert

Les fruits et feuilles constituent l'épice et le condiment, il est très utilisé en cuisine pour aromatiser les plats et les préparations.

L'anis vert est utilisé en médecine humaine comme carminatif, stomachique et il a montré son efficacité dans le traitement des diarrhées, dyspepsies, spasmes digestifs et des gastralgies.

L'huile essentiel des fruits rentre dans la préparation des pâtisseries, des bonbons et de différentes boissons. Aussi, il est antiseptique et bactéricide. A forte dose, c'est un dépresseur de système nerveux central et peut provoquer une ivresse ou même un coma avec une paralysie musculaire, ça vente est donc réglementé et très contrôlée (**Gallouin *et al.*, 2007**).

### 5. Le Cumin (*Cuminum cyminum L.*)

#### 5.1. Description botanique de (*Cuminum cyminum L.*)

La plante de cumin est herbacée, annuelle, grêle avec des feuilles alternes découpées en lanières très fines, elle peut atteindre 50 cm de hauteur (**Figure 10**), elle est parcourue par des canaux sécréteurs riches en essence et résine (**Gallouin *et al.*, 2007**).



**Figure 10** : Plante de *Cuminum cyminum L.* (Anonyme 5)

Les fruits (**Figure 11**) sont des diakènes fusiformes, bruns, de 6 mm de long composés de deux parties ; les akènes qui sont reliés par une colonne centrale et renferme les faisceaux conducteurs de sèves. Chacun renferme une graine contenant des substances amères. Leurs parois sont hérissées de poiles et renferment des canaux sécréteurs (**Gallouin et al., 2007**).



**Figure 11** : Fruits de Cumin (*Cuminum cyminum L.*) (Anonyme 6)

## 5.2. Composition chimique de cumin

Le cumin présente un haut potentiel nutritionnel, c'est une très bonne source de protéines et lipides. La composition chimique est présentée dans le **Tableau V**.

**Tableau V** : Composition chimique de cumin

Molécule	Teneur	Référence
Glucides (g/100g)	23-33	(Mohammed et al., 2024)
Fibres (g/100g)	5,5-11	
Protéines (g/100g)	12,24	
Lipides (g/100g)	10-32	

## 5.3. Répartition géographique de cumin

Originaire de Haute-Egypte, Iran, Turquie et Turkestan, la culture de *Cuminum cyminum L.* est pratiquée dans les terres argileuses riches en matière organique et d'humidité moyenne, au Maroc, Egypte, le Sud d'Europe et l'Inde (**Gallouin et al., 2007**).

#### 5.4. Utilisation de cumin

Le cumin est très utilisé en méditerranée, dans les pays d'Extrême-Orient et d'Amérique du Nord. Les diakènes (fruits) entiers ou en poudre sont largement ajoutés comme ingrédients de cuisine, ils font partie de mélanges d'épices : curry et Ras El Hanout, et ils rentrent dans la composition de certaines liqueurs comme le kummel. Son huile essentiel est utilisée en parfumerie et présente l'arôme de quelques produits industriels.

Le cumin agit sur le cœur et le système nerveux, il possède des propriétés antiseptiques et bactéricides en usage externe, il est apéritif, stomachique, carminatif, tonique et diurétique. Il a ces mêmes propriétés en médecine humaine et vétérinaire. L'huile essentielle est utilisée contre l'aérophagie, les dyspepsies et les spasmes gastro-intestinaux (Gallouin *et al.*, 2007).

### 6. La Réglisse (*Glycyrrhiza glabra L.*)

#### 6.1. Description botanique de (*Glycyrrhiza glabra L.*)

C'est une plante vivace de la famille des Fabacées aux racines aromatiques. La réglisse (Figure 12) est une plante herbacée ou sous-arbrisseau vivace de 1 à 1,5 m de haut avec des feuilles vertes foncées de 2 - 5 cm de long sur 1 - 2,5cm de large, ovales, obtuses et alternes, composées d'un nombre impair de folioles 4 - 7 paires. Le fruit est une gousse aplatie contient environ 5 graines brunâtres de 2 – 4 mm (Bruneton, 2009 ; Petit, 2011)



**Figure 12 :** Plante de Réglisse (*Glycyrrhiza glabra L.*) (Anonyme 7)

Les racines de (*Glycyrrhiza glabra L.*) (Figure 13) sont longues, cylindriques et traçantes couvrant d'importantes étendues. Elle possède un gros rhizome ligneux, brun rougeâtre voir gris brun à l'extérieur et jaunâtre à l'intérieur émet des stolons qui sont épais et allongés à saveur sucrée pouvant atteindre 1,00 - 1,80 m. Ce système racinaire peut s'étendre sur une surface d'au moins 7 mètres de rayon (Petit, 2011).



**Figure 13** : Racines de Réglisse (*Glycyrrhiza glabra L.*) (Anonyme 1)

## 6.2. Composition chimique de la Réglisse

L'espèce *Glycyrrhiza glabra L.* présente des faibles teneurs en lipides, elle est plutôt très riche en glucides, fibres et en calcium. La composition est présentée dans le **Tableau VI**.

**Tableau VI** : Composition chimique de la réglisse

Molécule	Teneur	Référence
Glucides (g/100g)	40,47	(Hamad <i>et al.</i> , 2020)
Fibres (g/100g)	38,41	
Protéines (g/100g)	7,19	
Lipides (g/100g)	2,21	

## 6.3. Répartition géographique de la Réglisse

*Glycyrrhiza glabra L.* est initialement originaire d'Asie et du Caucase, mais aujourd'hui on la retrouve sur le pourtour du bassin méditerranéen. Elle pousse dans un sol riche et humide et elle a besoin d'un climat chaud. La réglisse compte une douzaine d'espèces répartie sur les cinq continents, elle est distribuée en Europe du Sud, la Syrie, l'Iran, Afghanistan, la Russie, la Chine, le Pakistan et Inde du Nord (Petit, 2011).

## 6.4. Utilisation de la Réglisse

*Glycyrrhiza glabra L.* est utilisée dans la médecine traditionnelle, dans l'industrie alimentaire comme agent aromatisant et édulcorant, en industries cosmétiques et pharmaceutiques.

Cette plante est utilisée dans la prévention et le traitement des infections microbiennes et virales, le cancer et les inflammations cutanées. Elle est riche en plusieurs composés bioactifs, responsables des activités biologiques, à savoir des activités antioxydantes, antivirales, antimicrobiennes, anticancéreuses ou anti-inflammatoires ainsi que l'hépatoprotection. Les effets secondaires et la toxicité sont principalement liés à l'hypertension et à la rétention d'eau (Pastorino *et al.*, 2018).

## 7. Graines de Chia

### 7.1. Description botanique de (*Salvia hispanica L.*)

La chia est une plante herbacée annuelle indigène qui appartient à la famille des Lamiaceae. Avec des feuilles ovales, opposées, de 80 à 100 mm de longueur et 40 à 60 mm de largeur. Les tiges sont ramifiées de section quadrangulaire et creuse. Elle est autogame, les insectes sont responsables de la pollinisation croisée, mais la reproduction la plus couramment rencontrée et accomplie grâce aux semences. Les fruits indéhiscents ronds, en groupes de quatre grappes ovales monospermiques de 1,5 à 2 mm de longueur. Les graines (**Figure 14**) sont molles, brillantes petites et légères, de couleur gris-brun avec taches brunes foncées qui peuvent parfois être blanches (**Di Sapio et al., 2012 ; López et al., 2017**).



**Figure 14 :** Graines de chia (*Salvia hispanica L.*) (Anonyme 1)

### 7.2. Composition chimique des graines de Chia

Les graines de chia contiennent une teneur élevée en graisses, glucides et fibres alimentaires, en protéines, vitamines, minéraux et en antioxydants (**Knez Hrnčič et al., 2019**). La composition est présentée dans le **Tableau VII**.

**Tableau VII :** Composition chimique des graines de chia.

Molécule	Teneur	Référence
Glucides (g/100g)	24,6-41,5	(Knez Hrnčič et al., 2019)
Fibres (g/100g)	18-30	
Protéines (g/100g)	15-25	
Lipides (g/100g)	30-33	
Composés phénoliques (g/100g)	8,8	(Zohra et al., 2021)

### 7.3. Répartition géographique de la Chia

La *Salvia hispanica L.* est répartie dans plusieurs régions du monde. Elle pousse naturellement dans les zones de forêts de chênes ou de pins, de basses températures, elle est répartie dans les milieux semi-chauds et tempérés de l'axe néo volcanique transversal de la Sierra Madre Occidental et du Chiapas méridional, des altitudes allant de 1400 à 2200 m. La

chia est originaire du nord du Guatemala et du sud du Mexique le plus grand producteur, aujourd'hui il exporte des semences au Japon, aux États-Unis et en Europe. Elle est cultivée partout dans l'Amérique, l'Australie et l'Afrique (**Di Sapio et al., 2012 ; Sosa et al., 2016**).

#### 7.4. Utilisation des graines de Chia

Les graines de Chia, peuvent être consommées entières, après extraction de l'huile, ou moulues comme additif à d'autres ingrédients alimentaires (**Coates, 2011**). Elles sont riches en protéines, en d'acides gras principalement  $\omega$ -3 et sans gluten, elles sont utilisées pour leurs propriétés nutritionnelles et médicinales ; c'est un coupe-faim, agent amincissant et peut aider le contrôle glycémique et la régulation intestinal. Les graines hydratées secrètent un mucilage sert à la préparation de boissons traditionnelles (**Bochicchio et al., 2015**).

La chia peut être utilisée comme agent épaississant et stabilisant dans des produits alimentaires comme les conserves, yaourts, mayonnaises et sauces ou pour remplacer les œufs ou l'huile dans les produits de boulangerie (**Bochicchio et al., 2015**).

## 8. Le Karkadé (*Hibiscus sabdariffa*)

### 8.1. Description botanique de (*Hibiscus sabdariffa* L.)

L'*Hibiscus sabdariffa* L. (**Figure 15**) est une plante herbacée, annuelle à port de sous-arbrisseau de plus de 1,5 m à feuilles glabrescentes, ovales ou trilobées. La tige est robuste, verte ou rougeâtre, glabre ou hispide, parfois avec quelques poils tuberculés épineux. Les fleurs sont axillaires de 3 à 4 cm de diamètre, elles possèdent un calice à cinq sépales de 3 à 4 cm de long et une corolle à cinq pétales jaunes, mouchetés de brun-rouge. A maturité le fruit capsulaire est entouré par le calice persistant devenu charnu (**Kerharo et al., 1974 ; Clydesdale et al., 1979**).



**Figure 15** : Plante de Karkadé (*Hibiscus sabdariffa* L.) (Anonyme 8)

### 8.2. Composition chimique de Karkadé

Les calices de *H.Sabdariffa* ont une composition très variable (**Tableau VIII**).

Tableau VIII : Composition chimique du Karkadé.

Molécule	Teneur	Référence
Glucides (g/100g)	68,75	(Ansari <i>et al.</i> , 2013)
Fibres (g/100g)	4,69	
Protéines (g/100g)	4,71	
Lipides (g/100g)	2,01	

### 8.3. Répartition géographique du Karkadé

L'*Hibiscus sabdariffa L.* était cultivé à l'origine en Afrique : Egypte, Sénégal, Tanzanie, Mali Soudan et Tchad qui en produisent en petite quantités. Il est largement distribué en Asie, où l'espèce s'est adaptée : en Thaïlande, Vietnam, Malaisie et en Chine. Il est aussi présent au Mexique et en Jamaïque (Morton, 1987 ; Cisse *et al.*, 2009).

### 8.4. Utilisation de Karkadé

L'espèce *Hibiscus sabdariffa L.* est très utilisé dans le domaine thérapeutique grâce à ses activités biologiques liées à sa teneur élevée en pectine, vitamine C, anthocyanes et en acides organiques, notamment l'acide malique, ascorbique et acide citrique (Kohen *et al.*, 1992). Des études, confirment que la consommation journalière d'infusion de Karkadé diminuerait de manière significative la tension artérielle, elle est efficace contre les douleurs cardiaques, les problèmes gastriques et la perte d'appétit (Ojeda *et al.*, 2010). Elle joue un rôle d'antidépresseur naturel. Ainsi que, elle peut lutter contre la résistance à l'insuline et aide à stabiliser la glycémie. L'introduction suite à un repas peut diminuer l'absorption d'amidon et de saccharose (Endrias, 2006).

Les calices de *Hibiscus sabdariffa L.* sont utilisés dans la production des boissons, confitures, marmelades, tisanes et quelques boissons alcoolisées. L'extrait ou la poudre séchée présente un colorant naturel des produits alimentaires. Les graines sont riches en protéines et utilisées pour la fabrication de condiments traditionnels (Mounigan *et al.*, 2007 ; Cisse *et al.*, 2009 ).

La poudre de Karkadé peut entrer dans la composition des produits cosmétiques grâce à ses propriétés anti-oxydantes et colorantes. Ainsi leur huile utilisée pour produire les gommages et savons (Ismail *et al.*, 2008).

## *Chapitre II*

### *Le diabète*

## 1. Définition du diabète

Le diabète sucré est une maladie chronique fréquente, connue depuis longtemps, il regroupe tous les états morbides ayant en commun une hyperglycémie chronique (à jeun plus de 1,28 g/l et en période postprandiale plus de 2g/L) suite à une insuffisance de sécrétion d'insuline par le pancréas ou des anomalies de son action au niveau des tissus cibles (insulinorésistance) ou le plus souvent les deux anomalies ensemble. Ceux-ci perturbent le métabolisme des macronutriments et entraîne à long terme de graves lésions de système cardiovasculaire et nerveux.

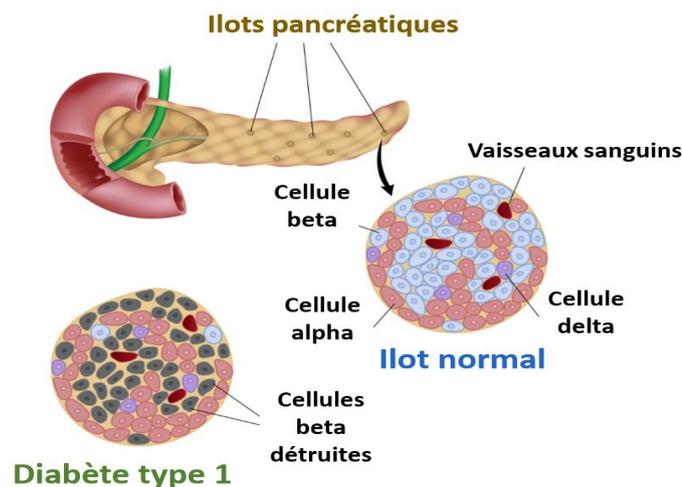
L'organisation mondiale de la santé (OMS) confirme que 8,5 % des adultes de 18 ans et plus étaient diagnostiqués en 2014. Il a été la cause directe de 1,5 million de décès en 2019, environ 48 % âgés moins de 70 ans. De plus, 460 000 autres décès par maladie rénale ont été causés par le diabète. L'hyperglycémie est à l'origine d'environ 20 % des décès imputables à des maladies cardiovasculaires.

## 2. Classification

Le diabète est classifié selon l'étiologie et la gravité de de l'hyperglycémie comme suit :

### 2.1. Diabète insulinodépendant (DID – Type 1)

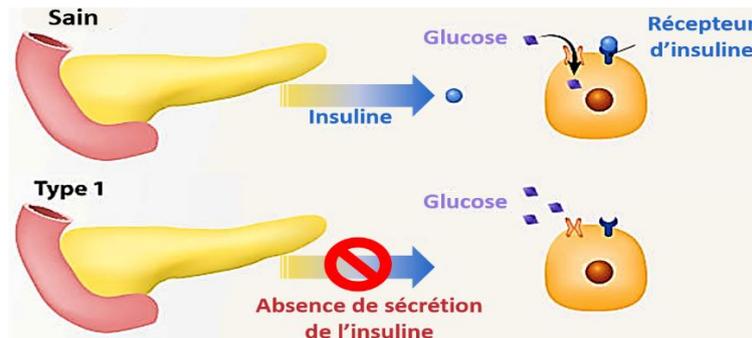
Caractérisé par un déficit absolu en insuline, le DID peut-être d'origine d'un processus auto-immune à médiation cellulaire : destruction rapide des cellules bêta de Langerhans (pancréas) par les lymphocytes T (Atkinson *et al.*, 1994) ou idiopathique, associé avec des endocrinopathies auto-immunes (Figure 16) ; il se caractérise par une prédominance féminine (Hennen, 1996).



**Figure 16 :** Schéma des îlots pancréatiques d'une personne saine et diabétique de type 1 (Anonyme 9).

Plusieurs facteurs agissant sur un terrain génétique prédisposé favorisent le DID, tels que les facteurs infectieux (virus des oreillons, l'hépatite virale), les agents toxiques (l'alloxane, le diazoxide) et le stress aigu.

Les personnes atteintes de DID (représentant 15 à 20 % des diabétiques) ont absolument besoin d'un apport extérieur régulier d'insuline pour remplacer l'absence de la sécrétion par le pancréas (**Figure 17**). Il se manifeste avant l'âge de 30 ans mais peut aussi survenir chez l'adulte plus âgé (**Ale Clair, 1998 ; Wens et al., 2007 ; Khalfa et al., 2009**).



**Figure 17** : Action de l'insuline chez une personne saine et diabétique de type 1 (Anonyme10).

### 2.1.1. Les symptômes de DID

Les principaux signes de découverte sont :

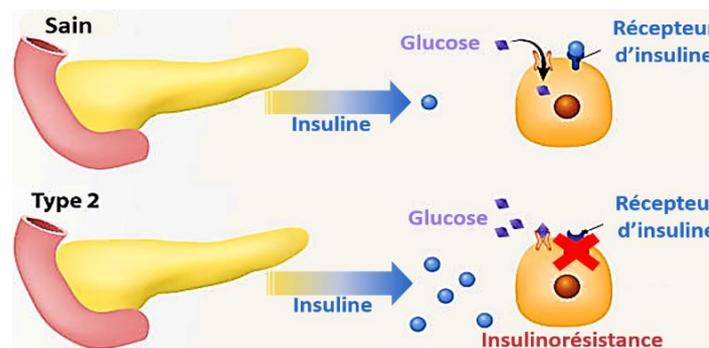
- Un syndrome polyurique de 3 - 4 L/ jour, avec une soif intense et une fuite de sucre (**Khalfa et al., 2009**).
- Une augmentation d'absorption des liquides (polydipsie) liée à la perte d'eau.
- Une asthénie croissante, un amaigrissement massif, parfois une faim permanente (polyphagie) (**Khalfa et al., 2009**) et une sensation de fatigue inhabituelle (**Ale Clair, 1998**).
- Des troubles hydroélectrolytiques causant une altération de la vision (**Khalfa et al., 2009**).

### 2.2. Diabète non insulino-dépendant (DNID – Type 2)

Le DNID est la forme la plus répandue de la maladie, les facteurs pouvant le favoriser sont principalement l'hérédité avec un rôle très important où le risque est de 40% lorsqu'on a un ascendant diabétique, l'alimentation riche en calories, l'obésité et sédentarité (**Khalfa et al., 2009**).

Il apparaît suite à un double problème : l'insulinorésistance des tissus périphériques associée (le foie et les muscles) et un déficit qualitatif et quantitatif de la sécrétion pancréatique d'insuline en réponse à l'hyperglycémie. C'est-à-dire la première phase consiste la mauvaise

efficacité de l'insuline sur la pénétration intracellulaire du glucose (**Figure 18**), ce dernier s'accumule dans le secteur extracellulaire, entraînant un hyperinsulinisme en réponse à l'hyperglycémie (**Ra, 1997**). L'hyperinsulinisme induit ne permet cependant pas d'abaisser le seuil glycémique suite à la diminution du nombre de récepteurs à l'insuline. Les besoins chroniques accrus en insuline finissent par épuiser la cellule bêta et conduisent à leur destruction progressive (**Halimi, 2005**).



**Figure 18** : Action de l'insuline chez une personne saine et diabétique de type 2 (Anonyme10).

### 2.2.1. Les symptômes de DNID

Les symptômes peuvent-êtres les mêmes que ceux de DID mais apparaissent après plusieurs années. De plus on distingue un ralentissement de la cicatrisation, une haleine sucrée, des fourmillements dans les bras et les jambes, des douleurs abdominales et des nausées (**Huet, 1995 ; Delattre et al. 2003**).

### 2.3. Diabète gestationnel (DG)

Le DG est un trouble de la tolérance glucidique de gravité variable, survenant pendant la grossesse au cours du 3ème trimestre (**René et al., 2002**). Il touche environ 2 à 5% des femmes enceintes, habituellement il disparaît après l'accouchement mais le risque de développer le diabète est de 25 à 30% (**Ale Clair, 1998**).

## 3. Diagnostic du diabète

Le diagnostic du diabète repose sur les symptômes et les critères suivants :

### a. Les tests statistiques

- Bilan métabolique : L'hyperglycémie en générale à 2 g/l. La glycosurie supérieure à 1,6 g/l. Présence des corps cétoniques dans le sang et les urines. Une hypertriglycémie (**Khalfa et al., 2009**).

- Bilan immunologique : L'auto-immunité qui se traduit par la présence de divers anticorps : les anticorps anti-cellules des îlots de Langerhans et les anticorps anti-insuline (**Khalifa *et al.*, 2009**).

#### **b. Tests dynamiques**

- Hyperglycémie Provoquée par voie Orale (HGPO) : Une prise orale de glucose doit se faire chez les sujets en repos, à jeun depuis 10 h. On prélève du sang veineux avant l'injection du sucre, juste après, puis toutes les demi-heures (**Hachette, 1996**).

- Hyperglycémie Provoquée par voie Intraveineuse (HGPIV) : Une injection intraveineuse rapide de 0.66g/Kg de poids, d'une solution de glucose à 50%. Les prélèvements sont effectués avant l'injection, juste après, puis toutes les 15 minutes pendant 60 minutes (**Maunand, 2002**).

### **4. Régulation de la glycémie**

La régulation de la glycémie met en jeu le système hormonal (l'insuline et le glucagon en temps normal et l'adrénaline en période de stress) et des organes principalement le foie et le pancréas. La régulation de la glycémie est extrêmement contrôlée, elle permet de maintenir l'homéostasie au sein de l'organisme (**Gnu free, 2002**).

#### **4.1. Le pancréas**

Le pancréas est une glande double située dans une anse du duodénum, à la fois exocrine et endocrine. La glande endocrine est représentée par les îlots de Langerhans, les sécrétions endocrines (l'insuline avec une fonction hypoglycémiant et le glucagon hyperglycémiant) pénètrent dans le sang et assurent la régulation de la glycémie (**Buyschaert *et al.*, 1998**).

#### **4.2. L'insuline**

L'insuline est un polypeptide de taille plutôt modeste, d'un poids moléculaire de 6 kDa. C'est un hétéro dimère constitué de deux chaînes polypeptidiques, la chaîne A avec 21 acides aminés et B avec 30, reliées entre elles par deux ponts disulfures.

Elle est synthétisée au niveau de réticulum endoplasmique rugueux dans les cellules des îlots de Langerhans sous forme de précurseur (pro-insuline), elle migre vers l'appareil de Golgi pour le clivage protéolytique en insuline (**Magnan *et al.*, 2005**).

L'insuline agit sur le métabolisme des glucides, lipides et protéines donc sur la mise en réserve de l'énergie. Elle vise le muscle, les tissus adipeux et le foie facilitant la pénétration du glucose dans les cellules en augmentant la perméabilité de leur membrane via des récepteurs au glucose (GLUT 4) (**Figures 17 et 18**) et elle stimule la glycogénogenèse (**Kahn, 1985**).

# *Partie pratique*

# *Matériel & Méthodes*

## 1. Echantillonnage et traitement du matériel végétal

Les matières premières sont choisies pour leur effet médicinal, principalement l'effet bénéfique sur le diabète et le contrôle de la glycémie. Elles sont procurées d'une herboristerie (ville de Bejaia) :

- La poudre de caroube (*Ceratonia siliqua L.*).
- La poudre de dattes (*Phoenix dactylifera L.*) de la marque (Foodielina).
- Les graines de cumin (*Cuminum cyminum L.*).
- Les graines d'anis vert (*Pimpinella anisum L.*).
- Les graines de chia (*Salvia hispanica L.*).
- La badiane en forme étoilée (*Ilicium verum*).
- Les racines de réglisse (*Glycyrrhiza glabra L.*)
- Les calices de Karkadé (*Hibiscus sabdariffa L.*).

Au niveau de laboratoire à l'université de Bejaia, ces matrices ont subi un broyage à l'aide d'un moulin électrique de la marque (Moulinex) pour avoir des poudres fines. Ces dernières sont ensuite tamisées par un tamis de diamètre 200µm puis stockées hermétiquement dans des flacons en verre, à l'abri de la lumière dans un environnement sec et à température ambiante jusqu'à l'utilisation.

## 2. Elaboration de la boisson hypocalorique

Plusieurs méthodes d'extraction traditionnelles existent, on peut citer la macération, l'infusion, la décoction, et le Soxhlet. Elles sont utilisées dans le but de désorption des principes actifs à partir des plantes. La majorité de ces méthodes font appel à des solvants organiques.

La méthode adoptée dans cette présente étude est l'infusion car c'est une technique d'extraction simple et surtout saine et par conséquent non toxique pour le consommateur. Elle aboutit à une préparation liquide, obtenue par l'action d'eau chaude sur la matrice pendant plus ou moins 10 minutes dont les principes solubles actifs se diffusent dans l'eau (Sofowera, 2010).

Les ingrédients de la boisson sont apportés à des concentrations variables selon la composition de chacun.

### 2.1. L'étude préliminaire pour fixer les paramètres de préparation

Une étude préliminaire est réalisée afin de fixer les paramètres temps et température de préparation de la boisson hypocalorique.

Des infusions de chaque ingrédient sont préparées à différentes températures.

Des analyses physico-chimiques (les méthodes sont développées dans la page 22 - 24) sont réalisées sur l'ensemble des échantillons. Les résultats ont permis de fixer les paramètres de la méthode d'extraction.

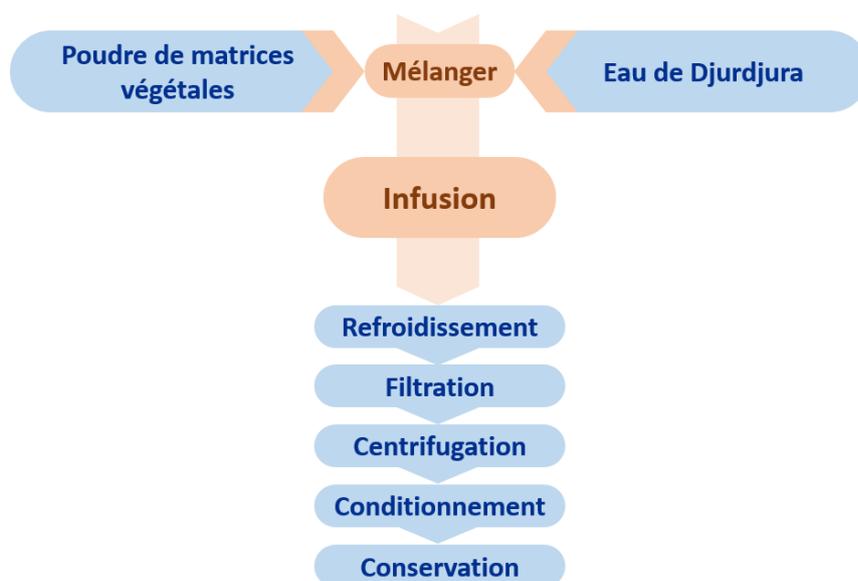
## 2.2. Etapes de préparation de la boisson hypocalorique

Un poids bien déterminé de chaque matrice en poudre est pesé et versé dans un volume bien défini d'eau minérale de Djurdjura (**Annexe I**). Le mélange est mis en infusion à une température et un temps bien définis avec une agitation régulière.

A la fin de l'infusion, le mélange est directement placé dans un bain glacé pour arrêter les réactions avant d'être filtré à travers une passoire. Le filtrat est ensuite centrifugé à 5000 rpm pendant 15 min. Les graines de chia gonflées sont, finalement, ajoutées au filtrat.

La boisson ainsi obtenue est hermétiquement conditionnée dans des flacons à l'abri de la lumière au congélateur jusqu'à l'utilisation. Le schéma simplifié est illustré par la **Figure 16**.

Plusieurs formulations ont été développées mais seule deux recettes ont été sélectionnées et ont été par la suite proposées à un panel expérimenté en analyses sensorielles.



**Figure 19** : Schéma représentant les étapes de préparation de la boisson hypocalorique.

## 3. Analyses physico-chimiques

L'étude des propriétés physico-chimiques est réalisée sur les infusions des matrices séparées et sur la boisson finale qui représente une combinaison des différentes matrices à des concentrations bien définies.

### 3.1. Le pH

La mesure de pH des différentes infusions a été directement réalisée à l'aide d'un pH-Mètre (HANNA instruments, modèle 211, Romania), équipé d'une électrode combinée en verre, préalablement étalonnée avec deux solutions tampons. La mesure est basée sur une réaction mettant en jeu les ions  $H^+$  libres de l'échantillon aqueux à une température avoisinant les  $20^{\circ}C$  (Poulin *et al.*, 2006). Le résultat est affiché sur l'afficheur de l'appareil.

### 3.2. L'acidité titrable

La méthode consiste à neutraliser les acides présents dans la solution par une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) en présence de phénolphthaléine comme indicateur coloré.

Pour déterminer l'acidité des infusions des matrices préparées séparément, un volume de 1 ml de chacune est d'abord dilué dans l'eau distillée (1/10) puis additionné de 2 à 3 gouttes de phénolphthaléine. La titration du mélange sous agitation est réalisée avec la soude (0,001N) jusqu'au virage de la couleur vers le rose qui doit persister pendant une dizaine de secondes.

Concernant la boisson finale, l'acidité est réalisée titration d'un volume de 10 ml de celle-ci avec une soude de normalité 0,1N jusqu'à l'obtention d'un pH de 8,3.

Le volume de NaOH obtenu est noté en ml. L'acidité est exprimée en pourcentage massique par la formule suivante :

$$\text{Acidité(\%)} = \frac{Nb \times Vb \times MM}{Va} \times \frac{100}{m}$$

Avec :

- Nb : Normalité de la solution d'hydroxyde de sodium (0,001N ou 0,1N) (mol/L)
- Vb : Volume de la solution d'hydroxyde de sodium (mL)
- MM : Masse molaire de l'acide dominant dans l'échantillon (g/mol)
- Va : Volume d'échantillon (mL)
  
- m : masse de l'échantillon

### 3.3. Le degré Brix

Le degré Brix est basé sur la réfraction de la lumière, il consiste à déterminer l'extrait sec soluble d'un liquide sucré à une température proche de  $20^{\circ}C$ .

Une goutte de l'échantillon est placée sur la surface du prisme de réfractomètre (ausJENA, Allemagne) dirigé vers une source lumineuse. A travers l'oculaire, on a un point qui doit être

précisément réglé et positionné au milieu des deux phases de différentes couleurs. On obtient les résultats en pourcentage (%) par une simple lecture sur l'échelle du réfractomètre.

### 3.4. Le taux d'humidité

Le taux d'humidité des matrices est déterminé par dessiccation ; 2g de poudre de chaque échantillon sont placés dans une étuve à 103°C jusqu'à la stabilité du poids. Le taux d'humidité est défini comme étant la perte de poids subit lors de la dessiccation et il est calculé par la formule suivante :

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

Avec :

H% : Teneur en humidité.

M1 : Poids de la capsule et de l'échantillon avant dessiccation.

M2 : Poids de la capsule de l'échantillon après dessiccation.

PE : La prise d'essai.

Le taux de matière sèche (MS%) est déduite comme suit :

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

### 3.5. L'extrait sec total (E.S.T) de la boisson hypocalorique

Le taux de l'extrait sec total (E.S.T) est la fraction massique des composantes qui reste après une dessiccation de l'échantillon.

L'E.S.T du produit fini est déterminé à l'aide d'un dessiccateur à infrarouge (SARTORIUS,) au niveau de laboratoire de l'entreprise TCHIN-LAIT Candia (la présentation de l'entreprise en (**Annexe III**)). Il est composé d'un système de chauffage avec quatre lampes à rayonnement infrarouge.

Une quantité du sable est étalée d'une façon plane et homogène sur une coupelle sèche en aluminium, puis placées sur la balance à l'intérieur de dessiccateur et tarer. Une quantité de l'échantillon est mise goutte à goutte sur toute la surface du sable sans excès. L'appareil est mis en marche. Au bout de quelques minutes le résultat est affiché directement sur l'afficheur de l'appareil en pourcentage %.

### 3.6. La densité

La mesure de la densité est effectuée par la méthode physique à l'aide d'un pycnomètre caractérisé par un volume très précis (V).

Pour déterminer la densité du produit fini, au moyen d'une balance de précision un pycnomètre est pesé vide ( $m_1$ ) et après remplissage ( $m_0$ ) par l'échantillon à température stable à 20°C. les résultats sont exprimés par la formule suivante :

$$D = \frac{m_1 - m_0}{V}$$

### 3.7. Dosage des composés phénoliques totaux

La teneur en composés phénoliques des échantillons a été déterminée suivant la méthode de **Negi et al. (2003)** avec quelques modifications. Un volume bien défini de chaque échantillon avec la dilution convenable est mélangé avec 1,5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu (1/10) et laissé agir pendant 5 min, puis 1,5 ml de carbonate de sodium à 6% sont ajoutés puis agités. Le mélange est ensuite incubé pendant 1 h à l'obscurité. L'absorbance est mesurée par spectrophométrie à 760 nm.

Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent d'acide gallique par gramme de matière végétale (mg EAG/g MV) en se référant à la courbe d'étalonnage voir en (**annexe II**).

### 3.8. Activité antioxydante (inhibition du radical DPPH)

Pour étudier l'activité antiradicalaire des différentes infusions, la méthode suivie est celle qui utilise le DPPH• (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle) comme un radical libre relativement stable. Le DPPH• violet se décolore rapidement lorsqu'il est réduit par un antioxydant en DPPH-H (diphényle picryl-hydrazine) ayant une couleur jaune ; l'intensité de la coloration est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons. Le changement de couleur peut être suivi par spectrophotométrie à 515 nm.

Pour ce faire, la méthode de **Brand-Williams et al. (1995)** a été adoptée avec quelques modifications ; un volume de 60 µl de chaque infusion ont été mélangés avec 2,44 ml de la solution méthanolique de DPPH. Les solutions ont été incubées à l'obscurité pendant 1h, ensuite l'absorbance est mesurée par spectrophotométrie à 515nm. Les résultats sont exprimés en pourcentage d'inhibition du radical DPPH• comme suit :

$$\% \text{ d'inhibition} = \frac{Abs' - Abs}{Abs'} \times 100$$

Avec : Abs' : Absorbance du contrôle ; Abs : Absorbance de l'échantillon.

## 4. Analyses sensorielles

Cette science multidisciplinaire fait appel à des dégustateurs et leur sens pour mesurer les caractéristiques sensorielles et l'acceptabilité de produits (Watts *et al.*, 1991).

Des analyses sensorielles ont été réalisées au niveau de l'entreprise TCHIN-LAIT Candia par leurs panels experts pour évaluer les différentes caractéristiques de la boisson hypocalorique élaborée et donner leur préférence qui va servir à diriger la suite du travail. Les questionnaires des analyses adoptés sont présentés en **Annexe iV**.

### 4.1. Evaluation des caractéristiques des boissons élaborées

Parmi les combinaisons réalisées, deux préparations de boissons hypocaloriques ont été sélectionnées pour une analyse sensorielle afin de déterminer leurs caractéristiques et celle qui pourrait satisfaire le panel expert et éventuellement le consommateur.

Une épreuve par paire a été réalisée, chaque jury a reçu deux échantillons codés A et B (boissons hypocaloriques) préparées de deux manières différentes. Les panélistes ont été appelés à analyser les échantillons en respectant les étapes décrites dans le questionnaire englobant les différentes caractéristiques suivantes : la couleur, l'arôme, le goût sucré, l'arrière-goût, l'acidité, la texture. Un test de pouvoir discriminant par descripteur est réalisé par le logiciel IB SPSS.

## 5. Analyses statistiques

Les résultats des analyses physico-chimiques effectués sur les matières premières sont présentés en moyenne de trois répétitions  $\pm$  SD (écart type), le traitement de ces données est réalisé avec le test LSD de Fisher sur le logiciel Statistica 8.0, le seuil de significativité est fixé à 5%.

## *Résultats et discussion*

## 1. Analyses physico-chimiques

### 1.1. Propriétés physico-chimiques des matières premières

Les résultats des analyses physico-chimiques des matières premières sont présentés dans le **Tableau IX**.

**Tableau IX** : Les propriétés physico-chimiques des matières premières.

	Humidité (%)	°Brix	pH	Acidité (%)
<b>Poudre de caroube</b>	8,64	1,38	6,99	0,36
<b>Poudre de dattes</b>	4,81	1,50	7,41	0,29
<b>Cumin</b>	10,13	0,15	7,29	0,29
<b>Anis vert</b>	8,49	0,85	7,30	0,35
<b>Etoile d'anis</b>	15,28	1,10	4,62	0,99
<b>Réglisse</b>	7,32	1,48	6,83	1,07
<b>Karkadé</b>	10,15	0,73	2,64	2,8

#### 1.1.1. Le taux d'humidité

Les taux d'humidité obtenus varient de 4,81% (Poudre de dattes) à 15,28% (Etoile d'anis). L'analyse statistique a révélé une différence significative à  $p < 0,05$ .

Avec un résultat de (8,64%), le taux d'humidité de la poudre de caroube étudiée est comparable à celui obtenu par le travail de **Kabir, (2016)** sur la caroube de la région du blida (9,1%) et légèrement élevé à celui obtenu dans la poudre des caroubes d'Egypte (5,29%) (**Youssef et al., 2013**). Plusieurs auteurs (**Calixto et al., 1982 ; Albanell et al., 1991 ; Avallone et al., 1997 ; Battle et al., 1997 ; Yousif et al., 2000**) ont confirmé que la teneur de la poudre de caroube en humidité varie de 6% à 15,6%, cette variabilité est due aux conditions environnementales (pluie et humidité), aux cultivars de caroubier, à la durée de maturation, au moment de la récolte et à la durée de stockage.

Les dattes sèches présentent une humidité aux alentours de 14-15% (**Acourene et al., 1997**). Le résultat obtenu (4,81%) confirme que la poudre commercialisée étudiée a une humidité très inférieure à celle des fruits frais, cela suggère qu'elle a subi un processus de séchage. Il est

comparable à l'humidité (4,76%) mentionnée sur une poudre de datte commercialisée (étiquetage en **Annexe I**).

Le cumin, avec une teneur en humidité de 10.13% qui légèrement élevée. L'anis vert et la réglisse, avec des taux d'humidité de 8.49% et 7.32% respectivement, sont modérément stables.

Enfin, l'étoile d'anis (15,28%) et le Karkadé (10,15%) ont les taux d'humidité les plus élevés, nécessitant une gestion rigoureuse pour éviter les moisissures.

### 1.1.2. Le degré Brix

Le degré Brix des matières premières indique la teneur en sucres solubles, influençant leur façon d'utilisation.

Le résultat du °Brix de la poudre de caroube étudiée est de (1,38%), il est légèrement supérieur à (0,82) obtenu sur des extraits aqueux par **Djemai, (2020)**. Il rentre dans l'intervalle des résultats de **Bouchena et al. (2022)** sur des extraits aqueux par décoction (0,9 ; 0,93 et 1,28) des poudres de caroube des régions Tissemsilt, Relizane et Boumerdes respectivement, et légèrement élevé au extraits par macération (0,78 ; 0,6 et 0,83).

La poudre de datte présente le degré brix le plus élevé (1,50), ce qui attendu pour la matrice la plus riche en sucres. Ce résultat est identique à (1,48) obtenu par **Kaddour et al. (2019)** pour un extrait aqueux.

La réglisse présente un degré Brix de 1,48, indiquant une haute teneur en sucre tandis que le Karkadé, l'anis vert et l'étoile d'anis, sont modérément sucrés avec des degrés Brix de 0,73 ; 0,85 et 1.1 respectivement.

Enfin, Le cumin, avec un degré Brix de 0,15 il présente la plus faible teneur en sucre parmi les matrices végétales étudiées.

### 1.1.3. Le pH

Les pH des matières première obtenu varie de 2,64% (Karkadé) à 7,41% (Poudre de dattes). C'est un paramètre très important qui influence leur utilisation et la conservation. L'analyse statistique a révélé une différence significative entre les échantillons à  $p < 0,05$ .

La poudre de caroube, le cumin, l'anis vert et la poudre de dattes ont présentés un pH neutre voir légèrement basique. Le pH obtenu pour la réglisse et l'étoile d'anis est légèrement acide tandis que le Karkadé est de pH très acide ce qu'il peut favoriser la conservation en inhibant la croissance des micro-organismes.

#### 1.1.4. Acidité titrable

L'acidité est un paramètre qui donne une idée sur le goût et la stabilité. Les résultats de toutes les matrices sont cohérents avec les résultats de pH obtenus.

L'acidité de la poudre de caroube obtenue est de 0,36 %, ce qui rentre dans l'intervalle des résultats (0,32% - 0,4%) obtenus par **Ibrahim *et al.* (2020)** sur des extraits aqueux de la poudre de caroube à différentes ratio.

La poudre de dattes a présenté une acidité de (0,29%), elle est comparable à celle citée par **Khalil *et al.* (2002)** (0,18% - 0,22%) pour deux variétés égyptiennes.

Le cumin et l'anis vert avec des acidités de 0,29% et 0,35% respectivement présentent une faible acidité, tandis que l'étoile d'anis, la réglisse avec 0,99% et 1,07%, ils montrent une acidité élevée. Enfin, le Karkadé présente une acidité très élevée, elle est de 2,82% .

#### 1.2. Composés phénoliques et activité antioxydante des matières premières

Les résultats de dosage des composés phénoliques et de l'activité antioxydante est présentée dans le **Tableau X**.

**Tableau X** : Teneur des matières premières en polyphénols totaux et activité antioxydante.

	<b>Composés phénoliques totaux (mg EAG/g MV)</b>	<b>% d'inhibition du radical DPPH</b>
<b>Poudre de caroube</b>	20,51	79,81
<b>Poudre de dattes</b>	3,63	25,58
<b>Cumin</b>	9,81	33,19
<b>Anis vert</b>	11,31	46,32
<b>Etoile d'anis</b>	17,16	88,19
<b>Réglisse</b>	18,23	25,08
<b>Karkadé</b>	21,28	78,14

### 1.2.1. Composés phénoliques totaux

Les résultats de (**Tabet, 2013**) indiquent que le rendement de l'extraction des polyphénols totaux à l'eau est de 32,2 mg/g MS, ce qu'est cohérent avec le résultat (20,51 mg EAG/g MV) présenté dans le **Tableau X** pour la poudre de caroube étudiée, **Rakib et al. (2010)** ont rapporté des rendements d'extraction à chaud de polyphénols totaux variables de 3,28 à 55,73 mg/g de matière sèche en utilisant l'éthanol pur comme solvant dans 6 variétés de farine de caroube de différentes régions du Maroc.

La valeur maximale obtenue par (**Daas, 2009**) pour plusieurs extraits aqueux de dattes est de 1,44 mg/g, le résultat obtenu pour la poudre de datte étudiée (3,63 mg EAG/g MV) qui est légèrement élevé.

L'anis vert, l'anis étoilé et la réglisse avec les résultats (11,31 ; 17,16 ; 18,23 mg EAG/g MV) respectivement sont riches en composés phénoliques.

Le Karkadé est la matrice qui apporte le plus de composés phénolique (21,28 mg EAG/g MV), tandis que le cumin avec (9,81 mg EAG/g MV) présente la matrice la moins riche en polyphénols.

### 1.2.2. Inhibition du radical DPPH (%)

Selon les résultats présentés dans le **Tableau X**, la poudre de caroube se caractérise par une haute activité antioxydante, le test d'inhibition du DPPH a révélé une inhibition à 79,81 %, elle est cohérente aux résultats de **Ibrahim et al. (2020)** (86% - 89%) sur des extraits aqueux de la poudre de caroube à différentes ratio. L'anis étoilé est la matrice qui présente l'activité antioxydante la plus élevée avec un pourcentage d'inhibition du DPPH à 88,19%. La poudre de datte et la réglisse montrent la plus basse activité antioxydante avec un pourcentage d'inhibition du DPPH de plus ou moins 25%. Le karkadé avec (78,14%) son activité antioxydante et comparable à celle de la caroube.

Les résultats montrent que chaque matrice étudiée présente des propriétés physico-chimiques distinctes, influençant leur utilisation dans des formulations alimentaires et médicinales.

### 1.3. Propriétés physico-chimiques de la boisson hypocalorique

Les résultats des analyses physico-chimiques de la boisson hypocalorique sont présentés dans le **Tableau XI**.

**Tableau XI** : Les propriétés physico-chimiques de la boisson hypocalorique élaborée.

	Densité	E.S.T (%)	°Brix	pH	Acidité (g EAc/L)
<b>Boisson hypocalorique</b>	1,03	9,7	9,4	4,32	2,8

#### 1.3.1. La densité

La densité de la boisson hypocalorique obtenue est de 1,03, elle est inférieure à celle obtenue par **Abbas *et al.* (2016)** pour une boisson à base de fruits (orange, citron et pomme) et de légumes (concombre et carotte), dont la densité a été mesurée à 1,04.

#### 1.3.2. L'extrait sec total (E.S.T)

L'extrait sec total (E.S.T) est de 9,7 %. Cette mesure représente la quantité de matière sèche dissoute dans la boisson, incluant les sucres, les acides, les minéraux et autres composants non volatils. Cette teneur en E.S.T est cohérente avec la norme de l'**AFNOR (1996)** qui précise une limite à 10,5%.

#### 1.3.3. Le degré Brix

Le degré Brix de 9,4% mesure la concentration en sucre dissous dans la boisson, exprimée en pourcentage. Une valeur de 9,4 % indique une teneur modérée en sucres, contribuant à la douceur de la boisson, il s'accorde avec le Brix d'un nectar à base de fruits, qui est 9% mesurée par **Akkouche *et al.*, (2018)** et elle est presque dans la limite basse pour un jus d'orange 9% et 10,5% (**Sadler *et al.*, 2010**) et cela peut aider à maintenir un apport calorique réduit.

#### 1.3.4. pH

Le pH de la boisson, mesuré à  $4,32 \pm 0,02$ , indique une acidité légère. Un pH légèrement acide est typique des boissons. Généralement les jus de fruits ont un pH bas compris entre 2 et 5 et cela est dû à leur richesse en acides organiques (**Nonga *et al.*, 2014**) ce qu'il peut inhiber la croissance microbienne.

### 1.3.5. Acidité titrable

L'acidité titrable de la boisson est de 2,8 g d'acides par litre, offrant une saveur agréable et contribuant à la stabilité du produit. Pour le jus d'orange, cette valeur est entre 0,68% et 1,20%, pour le citron 4,2 et 8,33% (Sadler *et al.*, 2010).

Les résultats obtenus montrent que la boisson hypocalorique élaborée possède des propriétés physico-chimiques appropriées pour ce type de produit. Tous les paramètres sont dans des plages optimales, assurant une stabilité microbiologique, une durée de conservation adéquate et une satisfaction gustative pour les consommateurs. Ce sont des caractéristiques physico-chimiques sont essentielles pour l'acceptabilité du produit final.

### 1.4. Composés phénoliques et de l'activité antioxydante de la boisson élaborée

Les résultats de dosage des composés phénoliques et de l'activité antioxydante de la boisson hypocalorique sont présentées dans le **Tableau XII**.

**Tableau XII** : Teneur de la boisson hypocalorique élaborée en composés phénoliques totaux et activité antioxydante.

	<b>Composés phénoliques totaux (mg EAG/100ml)</b>	<b>% d'inhibition du radical DPPH</b>
<b>Boisson hypocalorique</b>	47,2	92,5

Le résultat du dosage des composés phénoliques totaux de la boisson hypocalorique élaborée (47,2 mg EAG/100ml) est supérieur à celui obtenu par (Moussaoui, 2015) sur un jus de grenade (39,9 mg EAG/100ml). La même étude présente un pouvoir d'inhibition du DPPH à (71,43 %), le résultat obtenu pour la boisson hypocalorique est largement supérieur.

Ces résultats confirment que la BH élaborée est très riche en composés phénolique et caractérisée par une activité antioxydante très élevée.

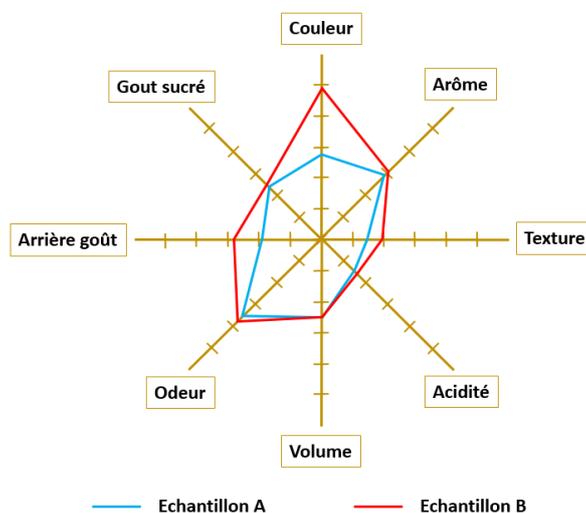
## 2. Analyses sensorielles

### 2.1. Caractéristiques des boissons élaborées

Cette analyse consiste à caractériser les deux boissons présentées en fonction des préférences des experts et identifier les descripteurs qui les discriminent.

### 2.1.1. Le profil sensorielle des boissons élaborées

Les résultats obtenus dans les questionnaires ont permis de réaliser le schéma du profil sensoriel des deux échantillons présentés (**Figure 20**).



**Figure 20** : Profil sensoriel des deux boissons élaborées.

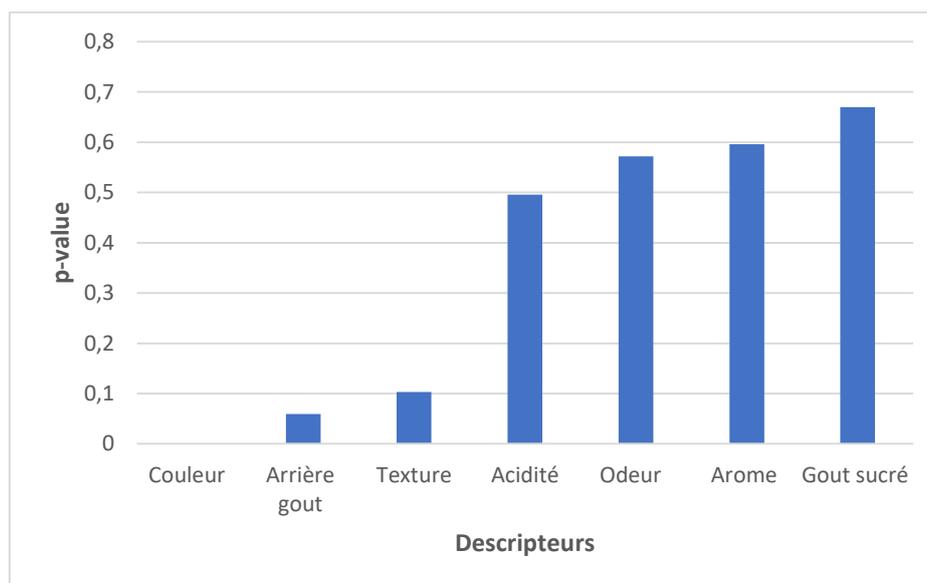
D'après la **Figure 20**, les deux échantillons partagent les mêmes caractéristiques : goût sucré, degré d'acidité, arôme et odeur. Les experts ont considéré les deux formulations comme étant des boissons sucrées, faiblement acides et une odeur moyenne voir forte avec le même arôme.

Elles présentent une légère différence de texture et de l'intensité d'arrière-goût. Selon les experts l'échantillon (B) est caractérisé par une faible viscosité et une intensité moyenne d'arrière-goût tandis que l'échantillon (A) a présenté une très faible viscosité et un faible arrière-goût.

Les résultats indiquent que le caractère de couleur est largement différent. Les experts ont perçu que l'échantillon B est de couleur marron tandis que l'échantillon A est d'une couleur rouge claire plus vive.

### 2.1.2. Pouvoir discriminant par descripteur

Ce test permet d'afficher les descripteurs ordonnés d'une façon décroissante ; c'est-à-dire de celui qui a le plus fort pouvoir discriminant au plus faible pour déterminer les caractéristiques des échantillons A et B les plus discriminantes. La **Figure 21** présente les résultats de ce test.



**Figure 21** : Pouvoir discriminant par descripteur.

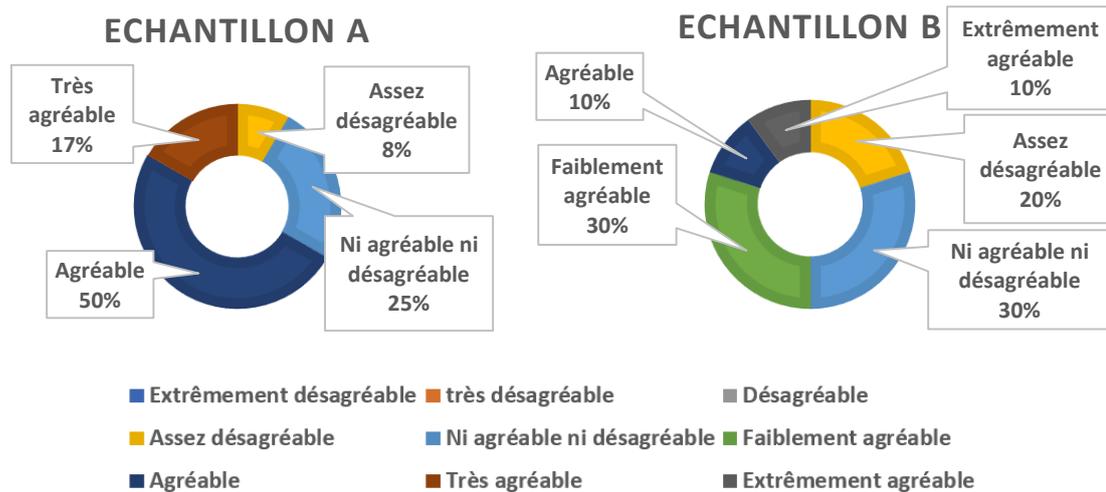
D'après la **Figure 21**, le test a révélé que la couleur est le descripteur avec le pouvoir le plus discriminant. Aussi, l'arrière-goût et la texture présentent un pouvoir discriminant élevé. C'est-à-dire les experts ont distingué une différence entre l'échantillon A et B au niveau de la couleur, arrière-goût et texture.

Les descripteurs ; acidité, odeur, arôme et goût sucré présentent un pouvoir discriminant faible ce qui signifie que les experts n'ont pas constaté des divergences entre les deux échantillons au niveau de ces descripteurs.

Ces résultats sont totalement cohérents avec ce qu'est présenté dans la **Figure 20**, ce qui confirme que les deux échantillons sont perçus par les experts comme étant assez différent.

## 2.2. La sélection de l'échantillon le plus apprécié

L'avis général des experts sur les deux échantillons en terme d'agréabilité est présenté dans la **Figure 22**.



**Figure 22 :** Résultats d'agrément des échantillons A et B

D'après la **Figure 22**, la moitié des experts ont trouvé l'échantillon A comme étant agréable et 17% l'ont trouvé très agréable. Un quart de l'ensemble des jury ont donné la mention ni agréable ni désagréable a cet échantillon.

Concernant l'échantillon B, seulement 10% des sujets l'ont trouvé extrêmement agréable et 10% autres agréable, 30% l'ont trouvé faiblement agréable et 30% ont donné la mention ni agréable ni désagréable. Un pourcentage de 10% l'ont trouvé extrêmement désagréable.

L'ensemble des résultats obtenus dans les questionnaires révèlent qu'environ 83% des sujets experts ont apprécié l'échantillon A, tandis que l'échantillon B est apprécié par seulement 27% de sujets ce qu'il suggère que les deux échantillons ont des caractéristiques organoleptiques différentes qui sont meilleures et plus agréables dans l'échantillon A, ce qu'il permet de choisir sa recette pour le reste du travail.

## *Conclusion*

Ce travail a pour objectif de développer une boisson alternative hypocalorique prometteuse et bénéfique, répondant aux besoins des consommateurs malades ou cherchent des produits sains et bénéfiques à leur santé.

L'approche méthodique adoptée est d'analyser d'abord les matières premières pour déterminer leurs propriétés physico-chimiques qui aident par la suite dans la formulation de la boisson. Une évaluation sensorielle par des experts au sein de l'entreprise TCHIN-LAIT est réalisée pour déterminer les caractéristiques sensorielles de la BH, sélectionner la formulation la plus appréciée et déterminer son pouvoir sucrant. Enfin les propriétés physico-chimiques et l'activité antioxydante de cette dernière sont évalués.

Les résultats des analyses sensorielles révèlent que la boisson hypocalorique est agréable, avec un pouvoir sucrant de 0,875, ce qui la rend attrayante pour les consommateurs, et facile à l'intégrer dans le régime alimentaire tout en offrant des avantages potentiels pour la santé grâce à ses composants issus de la phytothérapie traditionnellement utilisés dans la gestion de la glycémie le traitement du diabète grâce à un effet inhibiteur sur le métabolisme des sucres.

Les propriétés de la BH sont dans les plages optimales en comparant à d'autres boissons, elle est caractérisée par une teneur élevée en polyphénols totaux (47,2 mg EAG/100ml) et une inhibition de DPPH à 92,5% confirmant une haute activité antioxydante. Ceci favorise la prévention des maladies chroniques en limitant l'augmentation de stress oxydatif.

Ainsi, cette recherche ouvre la voie à de nouvelles opportunités dans le domaine des boissons fonctionnelles naturelles, en contribuant à la promotion de choix alimentaires plus sains et à la prévention des maladies chroniques. Une étude détaillée de la composition de cette boisson et l'évaluation de ses effets à long terme seraient très intéressants pour avoir l'information complète sur sa fonction.

## *Références bibliographiques*

## A

Abdelhalim, A. and J. Hanrahan (2021). "Biologically active compounds from Lamiaceae family: Central nervous system effects." *Studies in Natural Products Chemistry* 68: 255-315.

Acourene, S., & Tama, M. (1997). Caractérisation physico-chimique des principaux cultivars de dattes de la région des Zibans. *Recherche Agronomique*, 1(1), 59-66.

AFNOR, Jus de fruits et légumes : spécification et méthodes d'analyse. 2<sup>ème</sup> édition. Tour Europe-92049 Paris la Défense Cedex. ISBN 2-12-197621-3. 1996, 155p.

Ait Chitt, M., H. Belmir and A. Lazrak (2007). "Production de plants sélectionnés et greffés de caroubier." *Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA MAPM/DERD* 153: 1-4.

Akkouche Thanina et Chikhaoui Kamelia., *Caractérisation d'une variété de melon (Cucumis melo-L) et essais de préparation des boissons nectars à base de deux fruits (Melon et mandarine)*, Agroalimentaire et contrôle de qualité, Tizi-Ouzou, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 2018, 129p

Albanell, E., Caja, G., Plaixats, J., (1991). Characteristics of Spanish carob pods and nutritive value of carob kibbles. *Cahiers Options Mediterranean* 16, 135–136.

Ale Clair C. (1998). Incidence et prévalence du diabète au nouveau Brunswick. Thèse présentée pour répondre aux exigences partielles de la maîtrise et science (nutrition). N°03 ISAL 0024. pp: 3-12.

Ali, H., P. Houghton and A. Soumyanath (2006). " $\alpha$ -Amylase inhibitory activity of some Malaysian plants used to treat diabetes; with particular reference to *Phyllanthus amarus*." *Journal of ethnopharmacology* 107(3): 449-455.

Avallone, R., Plessi, M., Baraldi, M., & Monzani, A. (1997). Determination of chemical composition of carob (*Ceratonia siliqua*): protein, fat, carbohydrates, and tannins. *Journal of food composition and analysis*, 10(2), 166-172.

Ansari, M., Eslaminejad, T., Sarhadynejad, Z., & Eslaminejad, T. (2013). An overview of the roselle plant with particular reference to its cultivation, diseases and usages. *European Journal of medicinal plants*, 3(1), 135-145.

Atkinson, M. A. and N. K. Maclaren (1994). "The pathogenesis of insulin-dependent diabetes mellitus." *New England journal of medicine* 331(21): 1428-1436.

Attia, M. M., Alzahrani, A. M., Hanna, M. I., Salem, H. M., Abourehab, M. A., El-Saadony, M. T., & Thabit, H. (2022). The Biological Activity of *Illicium verum* (Star Anise) on *Lernaea cyprinacea*-Infested *Carassius auratus* (Goldfish): In Vivo Study. *Life*, 12(12), 2054.

### B

Baliga, M. S., B. R. V. Baliga, S. M. Kandathil, H. P. Bhat and P. K. Vayalil (2011). "A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (*Phoenix dactylifera* L.)." *Food research international* 44(7): 1812-1822.

Battle, I. (1997). *Carob tree: Ceratonia siliqua L.-Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. 17 (Vol. 17). Bioversity International.

Biner, B., H. Gubbuk, M. Karhan, M. Aksu and M. Pekmezci (2007). "Sugar profiles of the pods of cultivated and wild types of carob bean (*Ceratonia siliqua* L.) in Turkey." *Food chemistry* 100(4): 1453-1455.

Bochicchio, R., T. D. Philips, S. Lovelli, R. Labella, F. Galgano, A. Di Marisco, M. Perniola and M. Amato (2015). "Innovative crop productions for healthy food: the case of chia (*Salvia hispanica* L.)." *The sustainability of agro-food and natural resource systems in the Mediterranean basin*: 29-45.

BOUBLENZA, I, 2012 : Contribution à l'étude de multiplication du caroubier : *Ceratonia siliqua*. (Mémoire de magister ingénieur d'état) ; Université ABOU-BEKR Belkaïd. Tlemcen.

BOUCHENA, C., & OUAFFAI, K. (2022). *Extraction et évaluation de l'activité antifongique des molécules phytochimiques de la caroube* (Doctoral dissertation, Université Ibn Khaldoun-Tiaret-).

BOURIANE, C., F. Z. BOURAKDA and H. CHELLI (2021). *Fruits et pennes de Phoenix dactylifera L.: différentes potentialités en médecine traditionnelle* (Cas d'infections), Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.

Brand-Williams, W. (1999). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Sci. Technol.*, 28, 1231-1237.

Bruneton J. 2009. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 1er édition, TEC,p 1269.

Buyschaert M, (2006). Diabète de type 1 in *diabétologie clinique*. Préface de Gérard Slama. 3ème 2dition-page 3.

## C

Calixto, F.S., Canellas, J., (1982). Components of nutritional interest in carob pods *Ceratonia siliqua*. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 33, 1319–1323.

CHERIET, F. and S. E. BENZIOUCHE (2012). "Structure et contraintes de la filière dattes en Algérie." *New Medit: Mediterranean Journal of Economics, Agriculture and Environment= Revue Méditerranéenne d'Economie Agriculture et Environment* 11(4): 49.

Chevalier, A. (1943). "Notes sur l'Anis vert et sur l'Anis étoile ou Badiane." *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée* 23(266): 317-326.

Cisse, M., M. Dornier, M. Sakho, A. Ndiaye, M. Reynes and O. Sock (2009). "*Le bissap (Hibiscus sabdariffa L.): composition et principales utilisations.*" *Fruits* 64(3): 179-193.

Clydesdale, F., J. Main and F. Francis (1979). "Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) anthocyanins as colorants for beverages and gelatin desserts." *Journal of food protection* 42(3): 204-207.

Coates, W. (2011). "Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.)." *Industrial crops and products* 34(2): 1366-1371.

## D

Daas Amiour, S. (2009). Etude quantitative des composés phénoliques des extraits de trois variétés de dattes (*Phoenix dactylifera L.*) Et évaluation in vitro de leur activité biologique, Université de Batna 2.

Delattre, J., Durand, G., & Jardillier, J. C. (2003). Biochimie pathologique. *Médecine Sciences*.

Di Sapia, O., M. Bueno, H. Busilacchi, M. Quiroga and C. Severin (2012). "Caracterización morfoanatómica de hoja, tallo, fruto y semilla de *Salvia hispanica L.*(Lamiaceae)." *Boletín latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas 11*(3): 249-268.

Djemai, K. (2020). Effet d'un extrait de pulpe de caroube sur la croissance de *Bifidobacterium animalis ssp lactis* dans un lait fermenté (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

## E

El Batal, H., A. Hasib, F. Dehbi, N. Zaki, A. Ouatmane and A. Boulli (2016). "Assessment of nutritional composition of Carob pulp (*Ceratonia Siliqua L.*) collected from various locations in Morocco." *J. Mater. Environ. Sci 7*(9): 3278-3285.

Endrias, A. (2006). Bio-raffinage de plantes aromatiques et médicinales appliqué à l'*Hibiscus sabdariffa L.* et à l'*Artemisia annua*.

Estrada, C., M. Vázquez, B. Melis and J. Vadell (2006). "Fruticultura de secano. El algarrobo."

## F

FAO/WHO Expert consultation, Rome, 14-18 april, 1997. Rome : Food and Agriculture Organisation, 1998. (FAO food and nutrition paper 66)

Freha, G., M. Fatma, D. Meriem and H. Cherifa (2016). "Effect of Algerian varieties dates on glycemic, arterial blood pressure and satiety responses." *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Health Care: 52-61*.

## G

Gallouin, M.-P. A. e. F. (2007). Epices, aromates et condiments. 8 rue Férou - 75278 Paris cedex 06.

GHEZAL, C., A. MEHREZ and S. ZEBIDI (2022). "Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de trois variétés des dattes de la région d'EL-Oued (Ghars, Deglet Nour, Degla Beida)."

Gilani, A. H. (2005). "Trends in ethnopharmacology." *Journal of ethnopharmacology* 100(1-2): 43-49.

Gnu Free (2002). Régulation de la glycémie. Documentation licences, version 12.

Gros-Balthazard, M., C. Newton, S. Ivorra, J.-C. Pintaud and J.-F. Terral (2013). "Origines et domestication du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). État de l'art et perspectives d'étude." *Revue d'ethnoécologie*(4).

### *H*

Hachette E. (1996). La santé de A à Z. Edition : Channen-France. pp : 189-198.

Halimi, S. (2005). "Les glitazones." *La Revue de médecine interne* 26(1): 54-57.

Hamad, G., Elaziz, A., Hassan, S., Shalaby, M., & Mohdaly, A. A. A. A. (2020). Chemical composition, antioxidant, antimicrobial and anticancer activities of licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) root and its application in functional yoghurt. *J. Food Nutr. Res*, 8(12), 707-715.

Hennen, G. (1996). Biochimie humaine: introduction biochimique à la médecine interne, De Boeck Supérieur.

Huet, J. (1995). Médicaments en relation avec systèmes hormonaux. *Association Française des Enseignants de Chimie Thérapie*, 51-58.

### *I*

Ibrahim, R. M., Abdel-Salam, F. F., & Farahat, E. (2020). Utilization of carob (*Ceratonia siliqua* L.) extract as functional ingredient in some confectionery products.

Ismail, A., E. H. K. Ikram and H. S. M. Nazri (2008). "Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) seeds nutritional composition protein quality and health benefits." *Food* 2(1): 1-16.

### *K*

Kabir, W. (2016). Extraction et caractérisation de la fraction lipidique de la caroubeceratonia siliqua et étude des activités biologiques (Doctoral dissertation, Blida).

Kaddour, Zineb & Segni, Ladjel & Oucif Khaled, Mohammed Tayeb. (2019). Production de sucre liquide à partir des dérivées de dattes.

Kahn, C. R. (1985). "The molecular mechanism of insulin action." *Annual review of medicine* 36(1): 429-451.

Kerharo, J. and J.-G. Adam (1974). "Pharmacopée sénégalaise traditionnelle."

Khalifa S, Daoud A, Bouyahia AS, Arbouche Z. (2009). Le diabète Sucré. 3eme édition, Office des Publications Universitaires. pp: 3-102.

Khalil, K. E., Abd-El-Bari, M. S., Hafiz, N. E., & Ahmad, E. Y. (2002). Production, evaluation and utilization of date syrup concentrate (dibis).

Knez Hrnčič, M., Ivanovski, M., Cör, D., & Knez, Ž. (2019). Chia Seeds (*Salvia hispanica* L.): An overview—Phytochemical profile, isolation methods, and application. *Molecules*, 25(1), 11.

Kohen, J. and A. Downing (1992). "Aboriginal use of plants on the western Cumberland Plain Sydney Basin." *Naturalist 1*: 1-6.

### *L*

López, A. X., A. G. Huerta, E. de la Cruz Torrez, D. M. Sangerman-Jarquín, G. O. de Rosas and M. R. Arriaga "Chía (*Salvia hispanica* L.) situación actual y tendencias futuras\* Chia (*Salvia hispanica* L.) current situation and future trends."

### *M*

Magnan, C. and A. Ktorza (2005). "Production et sécrétion de l'insuline par la cellule  $\beta$  pancréatique." *EMC-Endocrinologie* 2(4): 241-264.

Margot, R. S., Ed. (2007). 350 arbres et arbustes. Stuttgart, Franckh-Kosmos Verlags-GmbH and Co.

Martineau, Y. Cherrah and P. S. Haddad (2009). "Nigella sativa inhibits intestinal glucose absorption and improves glucose tolerance in rats." *Journal of ethnopharmacology* 121(3): 419-424.

Maunand B. (2002). Diabétologie. Edition La Marre, Paris. pp : 21-22.

Meddah, B., R. Ducroc, M. E. A. Faouzi, B. Eto, L. Mahraoui, A. Benhaddou-Andalousi, L. C.

Mohammed, F. S., Sevindik, M., Uysal, İ., Çesko, C., & Koraqi, H. (2024). Chemical Composition, Biological Activities, Uses, Nutritional and Mineral Contents of Cumin (*Cuminum cyminum*). *Measurement: Food*, 100157.

Mohammed, F. S., Uysal, I., Sevindik, E., DOĞAN, M., & Sevindik, M. (2023). Pimpinella species (Anise): Traditional use, Mineral, Nutrient and Chemical contents, Biological activities. *International Journal of Traditional and Complementary Medicine Research*, 4(2), 97-105.

Morton, J. F. (1987). "Roselle." *Fruits of warm climates*: 281-286.

Mounigan, P. and N. Badrie (2007). "Physicochemical and sensory quality of wines from red sorrel/roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) calyces: effects of pretreatments of pectolase and temperature/time." *International journal of food science & technology* 42(4): 469-475.

Moussaoui, T. (2015). Contribution à l'étude de la qualité nutritionnelle et à la valorisation des composés phénoliques du fruit de grenadier (*Punica granatum* L.), de la région de la Mitidja.

*N*

Negi, P. S., Jayaprakasha, G. K., & Jena, B. S. (2003). Antioxidant and antimutagenic activities of pomegranate peel extracts. *Food chemistry*, 80(3), 393-397.

Nonga, H. E., Simforian, E. A., & Ndabikunze, B. K. (2014). Assessment of physicochemical characteristics and hygienic practices along the value chain of raw fruit juice vended in Dar es Salaam City, Tanzania. *Tanzania journal of health research*, 16(4).

### O

Ojeda, D., E. Jiménez-Ferrer, A. Zamilpa, A. Herrera-Arellano, J. Tortoriello and L. Alvarez (2010). "Inhibition of angiotensin convertin enzyme (ACE) activity by the anthocyanins delphinidin-and cyanidin-3-O-sambubiosides from *Hibiscus sabdariffa*." *Journal of ethnopharmacology* 127(1): 7-10.

### P

Pastorino, G., L. Cornara, S. Soares, F. Rodrigues and M. B. P. Oliveira (2018). "Liquorice (*Glycyrrhiza glabra*): A phytochemical and pharmacological review." *Phytotherapy research* 32(12): 2323-2339.

Petit, A.-C. (2011). Toxicité et utilisation de quelques Fabaceae alimentaires et médicinales, UHP-Université Henri Poincaré.

Poulin, J. F., Amiot, J., & Bazinet, L. (2006). Simultaneous separation of acid and basic bioactive peptides by electro dialysis with ultrafiltration membrane. *Journal of biotechnology*, 123(3), 314-328.

### R

Ra, D. (1991). "Insulin resistance: A multifaced syndrome responsible for NIDDM, obesity, hypertension, dyslipidemia, and atherosclerotic cardiovascular disease." *Diabetic Care* 14: 173194.

Rakib, E., Chicha, H., Abouricha, S., Alaoui, M., Bouli, A. A., Hansali, M., & Owen, R. W. (2010). Determination of phenolic composition of carob pods grown in different regions of Morocco.

René D, Gentil S. (2002). Les diabètes. Edition: Mango. pp : 6-7.

### S

Sadler, G. D., & Murphy, P. A. (2010). pH and titratable acidity. *Food analysis*, 4, 219-238.

Salem, M. A., R. A. El-Shiekh, R. A. Hashem and M. Hassan (2021). "In vivo antibacterial activity of star anise (*Illicium verum* Hook.) Extract Using Murine MRSA skin infection model in relation to its metabolite profile." *Infection and drug resistance*: 33-48.

Shojaii, A., & Abdollahi Fard, M. (2012). Review of pharmacological properties and chemical constituents of *Pimpinella anisum*. *International scholarly research notices*, 2012(1), 510795.

Sofowera, A. (2010). "Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique. Karthala." *Economie et Développement*: 384.

Sosa, A., G. Ruiz, J. Rana, G. Gordillo, H. West, M. Sharma, X. Liu and R. Torre (2016). "Chia crop (*Salvia hispanica* L.): its history and importance as a source of polyunsaturated fatty acids omega-3 around the world: a review." *Journal of Crop Research and Fertilizers* 1(104): 1-9.

### T

TABET, F. (2014). *Activité antimicrobienne des extraits phénoliques de caroube Ceratonia siliqua (L)* (Doctoral dissertation, Université de Mostaganem-Abdelhamid Ibn Badis).

Talbi, H., Boumaza, A., El-Mostafa, K., Talbi, J., & Hilali, A. (2015). Evaluation de l'activité antioxydante et la composition physico-chimique des extraits méthanolique et aqueux de la *Nigella sativa* L. *Journal of Materials and Environmental Science*, 6(4), 1111-1117.

### W

Wang, G. W., Hu, W. T., Huang, B. K., & Qin, L. P. (2011). *Illicium verum*: a review on its botany, traditional use, chemistry and pharmacology. *Journal of ethnopharmacology*, 136(1), 10-20.

Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L. E., & Elias, L. G. (1991). *Méthodes de base pour l'évaluation sensorielle des aliments*. CRDI, Ottawa, ON, CA.

### Y

Yousif, A. K., & Alghzawi, H. M. (2000). Processing and characterization of carob powder. *Food Chemistry*, 69, 283–287.

Youssef, M. K. E., El-Manfaloty, M. M., & Ali, H. M. (2013). Assessment of proximate chemical composition, nutritional status, fatty acid composition and phenolic compounds of carob (*Ceratonia siliqua* L.).

## Z

Zitouni, A., (2010). Monographie et perspectives d'avenir du caroubier (*Ceratonia siliqua*) en Algérie. Th. Ing. Agro. INA, El-Harrach, 201.

### **Webographie :**

Anonyme 1 : [istockphoto.com](https://www.istockphoto.com) consulté le 15/06/2024

Anonyme 2 : [biodattes.com](https://www.biodattes.com) consulté le 15/06/2024

Anonyme 3 : [lecourrier.vn](https://www.lecourrier.vn) consulté le 15/06/2024

Anonyme 4 : [booksofdante.wordpress.com](https://www.booksofdante.wordpress.com) consulté le 15/06/2024

Anonyme 5 : [fermedesaintemarthe.com](https://www.fermedesaintemarthe.com) consulté le 15/06/2024

Anonyme 6 : [oscseeds.com](https://www.oscseeds.com) consulté le 15/06/2024

Anonyme 7 : [graines-baumaux.fr](https://www.graines-baumaux.fr) consulté le 15/06/2024

Anonyme 8 : [superostmk.live](https://www.superostmk.live) consulté le 2/06/2024

Anonyme 9 : [niddk.nih.gov](https://www.niddk.nih.gov) consulté le 2/06/2024

Anonyme 10 : [fr.slideshare.net/](https://www.fr.slideshare.net/) consulté le 19/06/2024

Anonyme 11 : [jumia.com.dz/](https://www.jumia.com.dz/) consulté le 26/06/2024

# *Annexes*

## Annexe I :



متوسط التركيب (مغ/لتر) Composition Moyenne (mg/l)		
Calcium	103	كالمسيوم
Magnésium	28	مغنيزيوم
Potassium	01	بوتاسيوم
Sodium	54	صوديوم
Chlorures	97	كلوروز
Sulfates	56	سولفات
Bicarbonates	357	بيكاربونات
Nitrites	<0.01	نيتريت
Nitrates	30	نترات
Résidu sec à 180°	700	بقايا جافة
PH	7.67	

Arrêté ministériel n° 75/2007  
قرار وزاري رقم 75/2007

**Riche en oligo-éléments**  
L'eau Mont Djurdjura provient des hautes montagnes de Djurdjura, sa qualité organoleptique donne l'impression de la boire à volonté. Elle est moyennement minéralisée, le faciès physico-chimique est de type bicarbonaté calcique, chloruré sodique.

Figure : Composition de l'eau de Djurdjura utilisée (étiquetage).



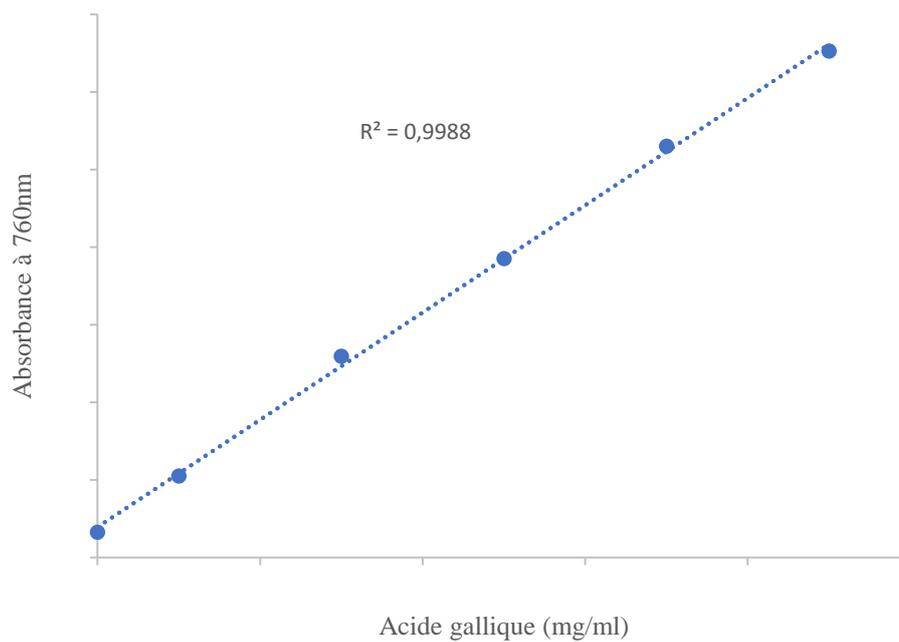
المكونات: مسحوق التمر (100%) Ingredient poudre de datte (100%)		
valeurs Nutritionnelles	100g	القيمة الغذائية
Energie	356.68 kJ	طاقة
Lipides	1.8 gr	دهون
Protéines	3.85 gr	بروتينات
Glucides	81.27 gr	كربوهيدرات

Figure : Composition chimique de la poudre de datte utilisée (étiquetage).



Figure : Composition chimique d'une poudre de datte (étiquetage) (Anonyme 8).

## Annexe II :



**Figure :** Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des composés phénoliques totaux.

### Annexe III : Présentation de l'unité TCHIN-LAIT Candia

Tchin-Lait/Candia est une société privée, fondée par Fawzi BERKATI, en 1999, implantée à Bir Slam, Bejaia, sur la route nationale n°12. Elle est construite sur une superficie totale de 3000 m<sup>2</sup>. Ce lieu était, à l'origine, une entreprise familiale spécialisée dans les boissons gazeuses depuis 1954, ayant de fait une longue expérience dans le conditionnement des produits sous forme liquide. Candia est devenue fonctionnelle en 2001. En novembre 2017, TCHIN-LAIT et GLJ ont fusionné dans une société par actions pour donner naissance à "SPA TCHIN-LAIT". Le groupe se consacre à la production et à la commercialisation, d'une part, du lait U.H.T à longue durée de conservation et, d'autre part, des produits dérivés tels que les laits et les jus de fruits, les boissons à l'orange, les cocktails de fruits ...

L'objectif principal de ce groupe est de diversifier la production, tout en améliorant constamment la qualité de ses produits, pour satisfaire au mieux ses clients présents sur l'ensemble du territoire national.

#### Produits de l'unité :

**Tableau :** Gamme des produits TCHIN\_LAIT

Axe	Catégorie	Type
Lait longue conservation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lait stérilisé UHT entier, à dominante Rouge</li> <li>- Lait stérilisé UHT partiellement écrémé, à dominante bleue</li> <li>- Lait stérilisé UHT Silhouette écrémé, à dominante verte</li> <li>- Lait stérilisé UHT VIVA partiellement écrémé.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lait entier</li> <li>- Lait partiellement écrémé</li> <li>- Lait Silhouette</li> <li>- VIVA</li> </ul>
Laits aromatisé	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lait stérilisé UHT au chocolat,</li> <li>- Lait stérilisé UHT à la fraise,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lait goût chocolat «Candy Choco»</li> </ul>

<p>Boisson au lait et jus de fruits</p> <p>Les Twists</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lait stérilisé UHT à la banane,</li> <li>- Lait stérilisé UHT au caramel.</li> <li>- Lait additionné de jus de fruits Pêche Abricot</li> <li>- Lait additionné de jus de fruits Orange Ananas</li> <li>- Lait additionné de jus de fruits Orange Fraise-Banane</li> <li>- Lait additionné de jus de fruits Orange Mangue.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lait goût fraise «Candy fraise»</li> <li>- Lait goût banane «Candy banane»</li> <li>- Lait goût caramel «Candy Caramel»</li> </ul>
<p>Boissons et jus aux fruits</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jus de grenade à base de concentré</li> <li>- Boisson à la base de concentré de jus et pulpe de Citron</li> <li>- Boisson à la base de concentré de jus et pulpe d'Orange</li> <li>- Boisson à la base de concentré de jus et purées de fruits.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jus «Twist Pêche-Abricot»</li> <li>- Jus «Twist Orange-Ananas»</li> <li>- Jus «Twist Orange-Fraise-Banane»</li> <li>- Jus «Twist Orange-Mangue»</li> <li>- Jus «Nectar de Grenade»</li> <li>- Boisson «Citronnade»</li> <li>- Boisson «Orange»</li> <li>- Boisson «Cocktails de fruits»</li> </ul>

**Annexe IV****Questionnaire d'analyse sensorielle d'une boisson hypocalorique**

Nom : ..... Prénom..... Age.....

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

Deux échantillons de boisson hypocalorique codés A, B, 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 quantité suffisante et consistante de la boisson hypocalorique. 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. Couleur.**

1 → Rose clair

2 → Rose foncé

3 → Rouge clair

4 → Rouge foncé

5 → Marron



Echantillon A

Echantillon B

**2. Odeur**

1 → Absente

2 → Faible

3 → Moyen

4 → Forte

5 → Très forte



Echantillon A

Echantillon B

### 3. Goût

➤ **Goût sucré**

- 1 → Pas du tout sucré
- 2 → Faiblement sucré
- 3 → Sucré
- 4 → Fortement sucré
- 5 → Très fortement sucré

Echantillon A

Echantillon B

➤ **Arôme identifié :**

- 1 → Absence
- 2 → Arôme caroube
- 3 → Arôme dattes
- 4 → Arôme anis
- 5 → Arôme autre (précisez)

Echantillon A

Echantillon B

➤ **Arrière-goût**

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

Echantillon A

Echantillon B

### 4. Acidité :

- 1 → Absence d'acidité  
 2 → Faiblement acide  
 3 → Acide  
 4 → Fortement acide  
 5 → Très fortement acide



Echantillon A



Echantillon B

### 5. Texture (viscosité)

- 1 → Absence de viscosité (liquide)  
 2 → Faiblement visqueux  
 3 → Visqueux  
 4 → Fortement visqueux  
 5 → Très fortement visqueux



Echantillon A



Echantillon B

### 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 : faiblement agréable, 7 : Agréable, 8 : Très agréable  
 9 : Extrêmement agréable



Echantillon A



Echantillon B

### 7. Quelles sont les caractéristiques qui ont motivé votre préférence :

1 → La couleur



2 → L'odeur

3 → Le gout

4 → L'acidité

5 → La texture

Autre.....

.....

**Merci pour votre coopération**

**Résumé :**

La présente étude a pour objectif de développer une boisson alternative saine et naturelle sans sucres ajoutés. Les matières premières sélectionnées, ont été analysées sur le plan physico-chimique (pH, humidité, Brix, acidité), des teneurs en composés phénoliques totaux et de l'activité antioxydante. Les résultats de ces analyses ont permis de formuler la boisson hypocalorique, elle est préparée par infusion et analysée pour déterminer son activité antioxydante, ses caractéristiques physico-chimiques et sensorielles. Les résultats indiquent qu'il s'agit d'une boisson agréable d'un point de vue sensorielle et ses paramètres physico-chimiques se positionnent dans les plages optimales des boissons. La boisson est caractérisée par son activité antioxydante (inhibition de DPPH à  $92,5\% \pm 0,27$ ) et sa richesse en polyphénols ( $47,2 \pm 0,4$  mg EAG/100ml), ce qui suggère la présence de molécules qui peuvent agir sur l'organisme et, plus précisément, sur le stress oxydatif qui est à l'origine de plusieurs maladies.

**Mots clés :** diabète, boisson, propriétés physicochimiques, antioxydants, activité antioxydante.

**Abstract :**

The aim of the present study is to develop a healthy and natural alternative drink without added sugars. The selected raw materials, were analyzed for their physicochemical properties (pH, moisture, Brix, acidity), total polyphenol content, and antioxidant activity. The results of these analyses enabled the formulation of the hypocaloric drink, which is prepared by infusion and analyzed to determine its antioxidant activity, physicochemical characteristics, and sensory attributes. The results indicate that it is a drink sensorially pleasing, and its physicochemical parameters fall within the optimal ranges for beverages. This drink is characterized by its high antioxidant activity ( $92,5\% \pm 0,27$  DPPH inhibition) and richness in polyphenols ( $47,2 \pm 0,4$  mg EAG/100ml), suggesting the presence of compounds that can potentially address oxidative stress, the origin of various diseases

**Keywords :** diabetes, drinks, physicochemical properties, antioxydants, antioxidant activity.