

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université M'hamed Bougara Boumerdes
Département de Génie alimentaire

En vue de l'obtention du diplôme
De Master en Génie des procédés

Option : Génie alimentaire

Thème

Essai d'élaboration d'un chocolat au lait à potentiel anti-diabétique additionné des plantes médicinales (*Olea europaea* et *Artemisia campestris*)

Présenté par : BOUKHRISFAiza
DRICHE Hadjer

Soutenu le : 29/09/2018

Jury:

Président :	M ^r . SEKOUR. B	(MAA)	UMBB
Examineur :	M ^{lle} . SMAÏLI. S	(MAA)	UMBB
Promoteur :	M ^r . TRACHI. M	(MCB)	UMBB

Promotion 2018

Remerciement

Avant tout, nous remercions Dieu tout puissant, de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens pour la réalisation de ce travail.

Nos chaleureux remerciements vont à (Mr. TRACHI.M) d'avoir accepté d'être notre promoteur ainsi que pour ses sérieux conseils et sa bonne orientation.

On remercie vivement l'ensemble des membres du jury : Mr. SEKOUR, qui nous a fait l'honneur de bien vouloir accepter d'examiner ce travail;

M^{lle} Smaili, pour accepter de faire partie de ce jury ;

Aux enseignants du département génie procédés particulièrement ceux de la technologie alimentaire, pour leur aide durant notre cursus universitaire

Et nous remercions M^{lle} Chaneze et M^{me} Lynda de nous aider et de nous informer.

Nos familles et tous nos amis qui nous ont encouragés et aidés durant nos études.

Dédicace

A mon symbole d'affection et d'amour, a la source de ma naissance,
ma chère maman

A mon père

A mon seul sœur Nawel avec son marie fouad et ces enfant Alaa et
M^{ed} ilyes

A mon seul frère Ali

Atoute la famille Boukhrissa et Boudali

A mon binôme Hadjer et à toute sa famille

Mes cousines Roumaissa, Sabrina et Imene

A mes cheres amis: Aziza, Nesrine-M;Kh , Wafa, Maissa, Kanza-
A;B, Sameh, Farida, Amira et Nabil

A tous ceux qui m'aiment et ceux que j'aime

A tous ceux qui me connaissent de près ou de loin

A tous qui m'ont aide de près ou de loin à réalisation de ce travail.

Faiza

Dédicace

*A la chandelle de ma vie, a la lumière de mon univers a la source
de tendresse, a la femme qui m'a mise*

Au monde : ma mère

A mon père

A mon cher amour Sofiane

A mes très chères sœurs Amina, Imane, Selma, Ilham et Salwa

A mes très chères frères Abd Lakrim et Nasime

A mes chères enfants Anes, Aroua et Siradj

A mon adorable binôme Fiaza

A tout la famille DRICHE, DJEMAA et ILLOULI

*A mes chères amies Hamida, Hayat, farida, Ouiza, Nabila, Samah
et Nadjat*

A tous ceux qui m'aiment et ceux que j'aime

*A toute qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce
travail.*

HADJER

ملخص

يتركز العمل الحالي على إعداد وتوصيف تركيبتين من الشكولاتة البيضاء الخالية من السكر الغني بالنباتات الطبية لها خصائص مضادة لمرض السكر. يتم الحصول على الصيغة الأولى عن طريق إثراء الشكولاتة بمسحوق أوراق الزيتون (*Olea europaea*) ، في حين يتعلق الثاني بإدخال مسحوق نبات الشيح (*Artemisia campestris*) إلى كتلة من نفس النوع من الشكولاتة. السكروز ، وهو سكر شائع غالباً ما يوجد في الشكولاتة ، تم استبداله بـ ستيفيا *steviol glycoside* ، وهو مُحلي طبيعي يُعرف باسم ستيفيا *Stevia*. يتعلق التركيب بإدخال ثمار بنسب مختلفة (0-5%). تم تحليل المنتج التحليل الحسية والفيزيائية. كشفت التحليلات الحسية أن الشكولاتة الثرية لها نسبة حسية (طعم ، لون ، نسيج) قابلة للمقارنة مع الشكولاتة التي اختارت كشاهد عيان . هذه المنتجات ممتعة على الأقل وفقاً للجنة التقييم . أوراق الزيتون دون المودة هام من الخصائص الحسية اختبارها. قد يؤثر دمج هذه النباتات في كتلة الشكولاتة على خواصها الفيزيائية مثل محتوى المركبات الفينولية ومحتوى الأحماض العضوية ومحتوى الدهون: إن الزيادة في مستوى المركبات الفينولية مقارنة بالمجموعة الضابطة يعبر عن إمكانية إثراء المنتج بمواد مضادة لمرض السكر. الكلمات المفتاحية : طعام وظيفي ، شيكولاتة ، أوراق زيتون ، الشيح ، إثراء ، سكر ، سكري ، ستيفيا.

Résumé

Le présent travail porte essentiellement sur la préparation et la caractérisation de deux formulations d'un chocolat sans sucre blanc enrichi avec des plantes médicinales à potentiel antidiabétique. La première formulation est obtenue par l'enrichissement du chocolat avec de la poudre des feuilles d'olives (*Olea europaea*), tandis que la seconde porte sur l'incorporation de la poudre de l'aurone (*Artemisaicampestris*) dans la masse du même type de chocolat. Le saccharose, sucre ordinaire rentrant souvent dans la préparation du chocolat, a été substitué par le glycoside de stéviol, édulcorant naturel connu sous le nom de *Stevia*. L'incorporation a porté sur l'introduction des fruits en différentes proportions (0 – 5%). Les produits préparés ont été analysés sur les plans sensoriel et physicochimique. Les analyses sensorielles ont révélé que les chocolat enrichis présentent des propriétés organoleptiques (goût, couleur, texture) comparables au chocolat témoin. Ces produits sont au moins agréables agréables selon le panel d'évaluation. Ce qui explique la possibilité de l'ajout jusqu'à 5% de l'aurone ou des feuilles d'olives sans affection significative des propriétés organoleptiques testées. L'incorporation de ces plantes dans la masse du chocolat peut affecter ses propriétés physicochimiques telle que la teneur composés phénoliques, taux en acides organiques et teneur en matières grasses : L'augmentation dans le taux des composés phénolique par rapport au témoin exprime la possibilité de l'enrichissement du produit avec des substances antidiabétiques.

Mots clés : aliment fonctionnel, chocolat, feuilles d'olives, aurone, enrichissement, sucre, diabète, stévia.

Abstract

The present work focuses on the preparation and characterization of two formulations of a white sugar-free chocolate enriched with medicinal plants with antidiabetic potential. The first formulation is obtained by the enrichment of chocolate with olive leaf powder (*Olea europaea*), while the second relates to the incorporation of aurone powder (*Artemisaicampestris*) into the mass of the same type of Sucrose, a common sugar often used in the preparation of chocolate, has been substituted by steviol glycoside, a natural sweetener known as *Stevia*. The incorporation has focused on the introduction of fruits in different proportions (0 - 5%). The prepared products were analyzed on a sensory and physicochemical level. Sensory analyzes revealed that enriched chocolate has organoleptic proportions (taste, color, texture) comparable to the control chocolate. These products are at least pleasant to enjoy according to the evaluation panel. This explains the possibility of the addition up to 5% of aurone or olive leaves without any significant affection of the organoleptic properties tested. The incorporation of these plants into the mass of the chocolate can affect its physicochemical properties such that the content of phenolic compounds, organic acid content and fat content: The increase in the level of phenolic compounds relative to the control expresses the possibility of enrichment of the product with antidiabetic substances.

Key words: Functional food, Chocolate, Olive leaves, Aurone, Enrichment, Sugar, Diabetes, Stevia.

Sommaire

Introduction

Partie bibliographique

Chapitre I : Chocolat

I. Généralités sur le chocolat.....	3
I.1 Historique.....	3
I.2 Etymologie.....	4
I.3 Définition du chocolat	4
I.4 Variétés de chocolat	4
I.5 Composition de chocolat	5
I.5.1. poudre de cacao.....	5
I.5.2. Beurre de cacao.....	6
I.5.3. Sucre (saccharose).....	6
I.5.4.Lait en poudre	7
I.5.5. lécithine de soja.....	7
I.5.6. vaniline ou vanille naturelle	7
I.6 Transformation des fèves de cacao en poudre et beurre de cacao	8
I.6.1. Etapes de transformation	9
I.6.2. Obtention de la poudre de cacao	10
I.6.3. Obtention de la pate de cacao	12
I.6.4. Obtention de la beurre de cacao	12
I.7 Etapes de fabrication de chocolat	13
I.8 Les atouts nutritionnels du chocolat	14

Chapitre II

Les plants médicinales

II.1 Les plantes médicinales.....	16
II.1.1 Notion de plant médicinale	16
II.1.2 Définition de plant médicinale	16
II.1.3 les plantes antidiabétique	16
II.1.4 Principes actifs des plantes médicinales	16
II.2 Les plantes médicinales sélectionnées	22

II.2.1 Aurone (<i>Artemisia campestris</i>).....	22
1). Généralités.....	22
2). Classification botanique.....	22
3). Utilisation thérapeutique.....	24
II.2.2 Feuille d'olive.....	24
1). Généralités.....	24
2). Classification botanique.....	24
3). Histoire d'utilisation des feuille en médecine traditionnell.....	25

Chapitre III

Diabète

III.1 Généralités	26
III.2 Définition et prévalence	26
III.3 Types et classification.....	26
III.3.1. Diabète de type I	27
III.3.2. Diabète de type II	27
III.3.3. Diabète gestationnel	27
III.3.4. Autres types du diabète.....	27

Partie expérimentale

Matériels et méthode

1. Introduction	28
2. Présentation des matières premières.....	28
2.1. Les feuilles d'olive	28
2.2. L'aurone	29
2.3. La Stévia	30
2.4. Préparation des poudres	30
3. Caractérisation des matières premières	32
3.1. Détermination des teneurs en eau et en matières sèches	33
3.2. Détermination du pH	33
3.3. Détermination du l'acidité titrable	34

3.4. Détermination de la teneur en cendres	35
3.5. La Granulométries des poudres	35
3.6. Extraction et dosage des polyphénols	36
3.7. Détermination de la teneur en polyphénols totaux	33
4. Méthodes de préparation du chocolat	39
4.1. Mode de préparation	40
4.2. Analyse des produits finis	42
4.2.1. Analyse sensoriel	42
4.2.2. Analyses physicochimiques.....	44
4.2.2.1. L'activité de l'eau.....	44
4.2.2.2. Détermination <i>du</i>	45
4.2.2.3. Détermination <i>de la teneur en eau</i>	45
4.2.2.4. Détermination <i>de l'acidité titrable</i>	45
4.2.2.5. Détermination de la teneur en éléments minéraux par spectroscopie d'absorption atomique.....	45
4.2.2.6. Détermination de <i>la teneur en matières grasse</i>	46
4.2.2.7. Détermination de la dureté.....	47
4.2.2.8. Etude rhéologique.....	47
4.2.2.9. Détermination du taux de solide soluble.....	49
4.2.3 Analyse statistique	50

Résultat et discussion

1. Caractérisation physico-chimique des matières premières	51
1.1. Teneur en eau et teneur en matières sèches	51
1.2. Acidités potentielle et titrable	52
1.3. Les Cendres	53
1.4. La granulométrie des poudres	54
1.5. Quantification des composés phénolique	55
2. caractérisation des produits préparés.....	56
1.2. Caractérisation sensorielle	56
2.2. Analyses de la variance des résultats des tests sensoriels	57
2.3. Analyses physicochimique des produits préparés	59
2.3.1. Activité de l'eau	59

Sommaire

2.3.2. Acidités des produits finis	60
2.3.3. Taux de cendre	61
2.3.4. Composés phénoliques.....	61
2.3.5. Eléments minéraux	62
2.3.6. Les matières grasses.....	63
2.3.7. Dureté.....	64
2.3.8. Viscosité du chocolat.....	64
2.3.9. Extrait sec total.....	67

Conclusion

Références

Annexes

Liste d'abréviation

Mn : Minute.

G : Gramme.

MS : Matière sèche.

pH : potentiel hydrique.

ml : millilitre.

V : volume.

C° : Degré celsius.

NM : Non Mentionné.

OICCC : L'international Office of Cacao, Chocolat and Suger Confectionery.

AFNOR : Association Française de normalisation.

A : Aroune (*Artémisia campestris*)

FO : feuille d'olive (*Olea europaea*)

PA : poudre de l'aurone

PAFO : poudre de feuille d'olive

T : chocolat témoins

Ch-A : chocolat au poudre d'aurone

Ch-FO : chocolat au poudre de feuille d'olive

Liste des Figures

Figure 1 : Acides gras contenus dans le chocolat	6
Figure 2 : Processus d'obtention de poudre et beurre de cacao.....	8
Figure3 : schéma descriptifs de toutes les étapes de fabrication de chocolat.....	13
Figure 4 : Photo d' <i>Artemisia campestris</i>	23
Figure 5 : feuille d'olive.....	25
Figure 6 : Quelques feuilles d'olives utilisées dans la présente étude.....	29
Figure 7 :Quelques échantillons de l'aurone(<i>Artemisai campestris</i>)	29
Figure8 : Préparation des feuilles d'olives	31
Figure 9 : principales étapes d'extraction des polyphénols.....	37
Figure 10 : Diagramme représentant le dosage des Polyphénols totaux.....	39
Figure 11 : Mode de préparation du chocolat.....	41
Figure 12 : Bulletin du test hédonique.....	44
Figure 13 : viscosimètre « thermo HAAKE VT550 » et dispositif de mesure en géométrie cône plan.....	47
Figure 14 : schéma de la géométrie cône plan du dispositif de mesure de la rhéologie (viscosité et contrainte)	48
Figure 15 : Teneurs en eau et en matière sèches des feuilles d'olives et de l'aurone.....	51.
Figure 16 : Acidités titrable et potentielle des deux poudres utilisées.....	52
Figure 17 : Teneur en cendre des poudres de plantes caractérisées.....	53
Figure 18 : Résultats de l'analyse de la granulométrie des deux poudres analysées (a: aurone, b: feuilles d'olives).....	54
Figure 19 : Poly phénols totaux des poudres analysées.....	55
Figure 20 : Résultats de test d'évaluation sensorielle, cas des produits additionnés de l'aurone.....	58
Figure 21 : Résultats de test d'évaluation sensorielle, cas des produits additionnés des FO.....	59
Figure 22 : Activité de l'eau du chocolat avant et après enrichissement.....	59
Figure 23 : Acidités des trois formulations préparées.....	60
Figure 24 : taux de cendre et de matières organiques contenues dans les chocolats préparés (Ch-FO : chocolat à 5% de poudre des feuilles d'olives, Ch-A : chocolat à 5% de poudre de l'aurone).....	61.

Liste des Figures

Figure 25 : Composés phénoliques caractérisant les trois préparations de chocolats (Ch-FO : chocolat à 5% de poudre des feuilles d'olives, Ch-A : chocolat à 5% de poudre de l'aurone).....	61
Figure 26 : Eléments minéraux contenus dans les trois chocolats (Ch-FO : chocolat à 5% de poudre des feuilles d'olives, Ch-A : chocolat à 5% de poudre de l'aurone)...	62
Figure 27 : Taux des matières grasses des différentes préparations.....	63
Figure 28 : Dureté des produits préparés.....	64
Figure 29 : Evolution du taux de cisaillement en fonction de la viscosité.....	65
Figure 30 : Concentration en extrait sec total (%) contenu dans chaque formulation.....	65

Tableau1: Ingrédients du chocolat au lait.....	5
Tableau 2 : préparation de la dilution de l'acide gallique.....	38
Tableau 3 : Ingrédients correspondant à100 grammes de chocolat.....	40
Tableau 4 : Proportions des matières incorporées dans la masse du chocolat.....	40
Tableau 5 : Echelle de l'évaluation organoleptique des différentes formulations.....	43
Tableau 6 : les principales étapes de détermination du taux de solide soluble (TSS ou °Brix).....	50
Tableau 7 : Résultats des scores du test hédonique des deux types des formulations additionné des feuilles d'olives.....	56
Tableau 8 : Résultats des scores du test hédonique des deux types des formulations additionné de l'aurone.....	57

Introduction

Introduction

On entend par aliment fonctionnel chaque aliment exerçant un effet positif prouvé sur une ou plusieurs fonctions dans l'organisme. C'est un aliment qui, par leur composition naturelle, reçoit automatiquement cette étiquette, ou de produits auxquels on a volontairement ajouté un élément, précisément en raison de son effet positif présumé. La principale différence entre un aliment fonctionnel et un aliment habituel réside dans le fait que ce dernier assure simplement l'apport des nutriments essentiels selon les besoins de l'organisme.

Il a été prouvé que des aliments naturels et complets agissent et que les agents alimentaires extraits n'agissent pas ou peu. Des stérols d'origine végétale p. ex. ne peuvent en aucun cas remplacer les fruits et les légumes naturels.

Le chocolat est un mélange composé du cacao, du sucre et d'autres ingrédients. Il est autant reconnu comme un aliment apprécié par ceux qui souhaitent faire une réserve d'énergie grâce à sa richesse en calories et en gras.

Le chocolat est aliment connu par ses diverses vertus liées à sa teneur en antioxydants, des gras ayant certains effets bénéfiques pour la santé et il renferme même plusieurs vitamines et minéraux.

La richesse du chocolat en calorie prive un nombre important de personnes de la consommation notamment les personnes diabétiques.

Notons que le diabète est un trouble métabolique caractérisé par la présence d'une hyperglycémie attribuable à un défaut de la sécrétion d'insuline ou de l'action de l'insuline, ou des deux (**Rabah, 2016**). Cette maladie constitue un problème de santé publique aussi bien dans le monde qu'en Algérie. Le nombre de diabétiques dans le monde était de 150 millions en 2000 et, en l'absence de mesures de prévention primaires indispensables, il atteindra 235 millions en 2025 (**Hamza, 2011**).

La médecine traditionnelle basée sur l'utilisation des plantes médicinales a trouvé sa place pour le traitement de cette maladie ces dix dernières années et continue à être utilisée.

Les pratiques de la médecine traditionnelle varient grandement d'un pays à l'autre et d'une région à l'autre (**Boussaid, 2014**). Parmi Les plantes médicinales utilisées pour le traitement du diabète en Algérie on trouve l'aurone (*Artemisia campestris*) et les feuilles d'olives connues par ses effets antidiabétiques notables (**Hamza, 2011**).

Il faut noter que l'incorporation des feuilles d'olives et de l'aurone sous forme de poudre s'effectue dans certains produits pâtisseries, en chocolaters, dans certaines pâte alimentaires ou boissons lactées désireux d'apporter des notes florales à leurs préparations, voire une jolie couleur verte vivifiante. (**Anonyme 1**)

La présente étude vise principalement à la préparation et la caractérisation de deux formulations d'un chocolat au lait sans sucre blanc et enrichie avec des plantes médicinales à potentiel antidiabétique. La première formulation est obtenue par l'enrichissement du chocolat avec de la poudre des feuilles d'olives (*Olea europaea*), tandis que la seconde porte sur l'incorporation de la poudre de l'aurone (*Artemis aicampensis*) dans la masse du même type de chocolat. Le sucre blanc, composant principal du chocolat, a été substitué par le glycoside de stéviol, édulcorant naturel connu sous le nom de *Stevia*. Le produit final étant sans sucre et enrichi des substances antidiabétiques serait destiné aux diabétiques.

Partie bibliographique

Chapitre I : Chocolat



I. Généralités sur le chocolat

I.1. HISTORIQUE

L'histoire du chocolat commence à l'époque de la découverte de l'Amérique. Jusqu'en 1492 en effet, le Vieux Monde ne savait rien de ce goût exquis et stimulant comptant parmi les saveurs préférées de millions de personnes.

Au cours de son quatrième voyage vers le Nouveau Monde (Nicaragua), Christophe Collomb fut le premier Européen à découvrir les fèves de cacao ; à l'époque, il n'y accorda pourtant pas la moindre importance. Le secret de cette denrée précieuse resta encore deux décennies entre les mains des Aztèques, jusqu'à ce que Fernand Cortez, célèbre conquistador espagnol, découvre en 1520 que les fèves de cacao étaient utilisées dans la préparation d'une boisson royale, le « Xocolatl ». Les fèves étaient torréfiées, broyées et diluées dans de l'eau pour se transformer en une boisson trouble qui était ensuite enrichie de vanille et autres épices. L'empereur aztèque Montezuma, un véritable amoureux du chocolat, offrait à ses invités espagnols du Xocolatl dans une grande coupe en or.

A son retour en 1528, Cortez ramena des fèves de cacao à son roi, Charles V d'Espagne. Ce dernier fut littéralement fasciné par cette nouvelle saveur, mais la jugea un rien trop amère; il fit donc ajouter du sucre de canne au cacao. Le cacao devint alors une boisson extrêmement appréciée de la noblesse européenne. A cette époque, le chocolat fut également souvent prescrit comme médicament par les médecins. L'Aristocratie espagnole réussit à conserver le monopole du cacao pendant un siècle environ, mais en vain. Les fèves de cacao furent massivement introduites en Europe et en Asie grâce à la contrebande. Lentement mais sûrement, toute l'Europe plongea dans un formidable engouement pour le chocolat. Chaque pays adapta la boisson à son propre goût et à son propre tempérament, mais c'était principalement la cour royale et la classe favorisée qui pouvaient savourer cette boisson précieuse. Ce n'est qu'au 20^e siècle que le chocolat devint accessible à tous.

C'est en 1828 que le chimiste néerlandais Conrad Van Houten découvrit une méthode permettant d'extraire une grande partie de la graisse contenue dans la fève de cacao (le beurre de cacao) et de fabriquer de la poudre de cacao. L'introduction de la poudre de cacao provoqua une véritable révolution, car elle permit non seulement de préparer des boissons chocolatées en un tournemain, mais également de combiner le chocolat et le sucre. C'était le début du chocolat prêt à croquer.

Une autre révolution se produisit encore au 19^e siècle dans le domaine de la production du chocolat. Tout d'abord, un procédé tout à fait innovateur fut mis au point pour condenser le lait. Ce procédé fut encore amélioré plus tard pour permettre le mélange de chocolat et de lait. Ce fut l'avènement du chocolat au lait, une denrée appréciée jusqu'aux antipodes de la planète. Cette invention allait modifier le cours de la production de chocolat dans le monde (**Anonyme 2**).

I.2. Etymologie

L'origine du mot « chocolat » est controversée. Pour les uns, le mot chocolat, composé de « choco » : bruit et de « atle » : eau, dériverait des mots aztèques *tchoco* et *latte* signifiant le bruit fait par le batteur de chocolat lorsqu'il remue la boisson pour la faire mousser. Pour d'autres, il aurait une origine maya et dériverait du mot *xocoalt* (prononcez chocolat), signifiant probablement « eau fermentée » et désignant une boisson faite en rajoutant, aux fèves torréfiées et broyées, de l'eau, de la farine de maïs, du piment et des épices.

Le mot « cacao » vient du mot maya *cacau* qui désignait le fruit de l'arbre aux cabosses, transformé en *cacahuatl* par les Toltèques et les Aztèques.

Quant au terme « *Theobroma cacao* », nom scientifique du cacaoyer, il signifie « nourriture des Dieux ». Il aurait pour origine une légende Toltèque (**Brochure chocolat unifa, 2006**).

I.3. Définition du chocolat

Le chocolat est une dispersion des particules de sucre, de protéines, et de cacao finement divisé dans une phase liquide continu. Le chocolat noir de base contient du sucre, du cacao et du beurre de cacao. Le chocolat blanc de base du contient de la poudre de lait entier, du sucre et du beurre de cacao. Typiquement, le chocolat contient environ 30% de lipides, la quantité et le type de lipides (beurre de cacao et ou graisse de lait) dépend naturellement de la formulation. On ajoute de la lécithine de soja ; a raison de 0,3% environ, pour réduire la viscosité de chocolat (**Graille .J, 2003**).

I.4. Variétés de chocolat

➤ Le chocolat noir

Il contient plus ou moins 55 % de cacao, mais peut en contenir jusqu'à 70 %

➤ **Le chocolat au lait**

Il contient au minimum 25 % de cacao et de la poudre de lait.

➤ **Le chocolat blanc**

Il ne contient pas de cacao et est préparé avec beurre de cacao, du sucre, de la poudre de lait et de la lécithine (**Nicole KUCHARSKI**).

I.5. Composition de chocolat

Souvent le chocolat est fabriqué à base des matières premières composés des ingrédients de base et ceux complémentaires. Le tableau1 montre les différents ingrédients d'un chocolat au lait.

Tableau1: Ingrédients du chocolat au lait

Ingrédients de base	la poudre de cacao
	le beurre de cacao
	le sucre
	Le lait en poudre
Ingrédients complémentaires	lécithine de soja comme émulsifiant
	Vanilline ou vanille naturelle comme arôme

I.5.1. Poudre de cacao

La poudre de cacao provient du tourteau de cacao, obtenu par pression hydraulique et transformé en poudre par un procédé mécanique. Il doit renfermer au moins 20% de beurre de cacao (par rapport à la matière sèche) et moins de 8% d'eau. Lorsque la teneur en eau de cacao est moins à 8% (par rapport à la matière sèche) la poudre répond aux appellations « cacao maigre ou fortement dégraissé ». Cette poudre de cacao sera éventuellement dispersé

et réagréyée avec du sucre et de la lécithine pour la rendre plus facilement « soluble ». (Graille.J, 2003)

I.5.2. Beurre de cacao

Le beurre de cacao est la matière grasse extraite par pression du grain ou du pat de cacao. Il peut exister par pression à partir du tourteau de cacao ou de tourteau maigre de cacao. Le beurre de cacao est composé à 97% triacylglycérols dont 83% sont mono-insaturés, les triacylglycérols communément appelés triglycérides, sont triesters des acide gras et du glycérol. Les triglycérides du beurre de cacao sont formés presque exclusivement à partir de trois acide gras : deux acide saturés, l'acide palmitique (acide gras en C16, 24 à 29%, noté P) et l'acide stéarique (acide gras en C18, 32 à 37%, noté S). Et un acide mono-insaturé, l'acide oléique (C18, 31 à 37% noté S). La quasi-totalité de l'acide oléique (87%) et de l'acide linoléique (2 à 5% du beurre, noté O) est estérifié en position centrale du glycérol (Graille, 2003).



Figure 1 : Acides gras contenus dans le chocolat (Innes A.J *et al*, 2003).

I.5.3. Sucre (saccharose)

Ce produit est extrait de la betterave sucrière ou de la canne à sucre. Le sucre de canne et le sucre de betterave sont identiques. Le sucre de canne ne conserve son goût particulier qu'en cas de raffinage incomplet.

Pour produire du chocolat de bonne qualité, il est essentiel que même le sucre réponde à des critères très rigoureux.

Des caractéristiques comme la pureté et la granulométrie revêt une importance capitale, puisque dans le cas du sucre également, les niveaux de qualité sont très variables.

I.5.4. Lait en poudre

Le lait en poudre est un ingrédient déterminant du chocolat. Il donne son goût particulier au chocolat au lait et au chocolat blanc.

En fonction du type de chocolat désiré (goûts caractéristiques), on choisira différentes sortes de lait en poudre :

- poudre de lait entier obtenue par atomisation (spray)
- poudre de lait entier obtenue par dessiccation sur rouleau
- "Milk Crumb" (le produit résiduel d'un processus de dessiccation spécial, par lequel du lait condensé contenant du sucre est séché, de manière à obtenir un arôme crémeux et légèrement caramélisé)
- lait en poudre écrémé.

Ces derniers temps, le plus grand soin est apporté à la sélection des poudres de lait (par exemple sur base de leur qualité microbiologique).

I.5.5. Lécithine de soja

La lécithine de soja est un produit oléagineux extrait des graines de soja. Il s'agit donc d'un produit naturel. La lécithine est utilisée comme agent émulsifiant, c'est-à-dire qu'elle sert de pont entre l'eau et l'huile. Dans le chocolat, elle agit sur les particules solides (de sucre, lait en poudre et matière sèche de la pâte de cacao) pour les dissoudre et les mélanger au beurre de cacao. En conséquence, de petites quantités de lécithine permettent de faire varier la fluidité du produit.

Le dosage de la lécithine varie entre 0 et 0,5 %. Dans le chocolat la lécithine est le seul agent émulsifiant autorisé par la loi.

I.5.6. Vanilline ou vanille naturelle

L'aromatisant le plus couramment utilisé dans le chocolat est la vanilline, qui adoucit le goût du cacao et le rend plus agréable au palais.

La vanilline est un arôme identique à la nature : cela signifie qu'il est synthétisé (ou composé) chimiquement de façon à obtenir un produit qui est identique à un arôme existant dans la nature (**Brochure chocolat unifa, 2006**).

I.6. Transformation des fèves de cacao en poudre et beurre de cacao

La transformation des fèves de cacao en poudre et en beurre de cacao peut s'effectuer selon le diagramme montré en figure 2

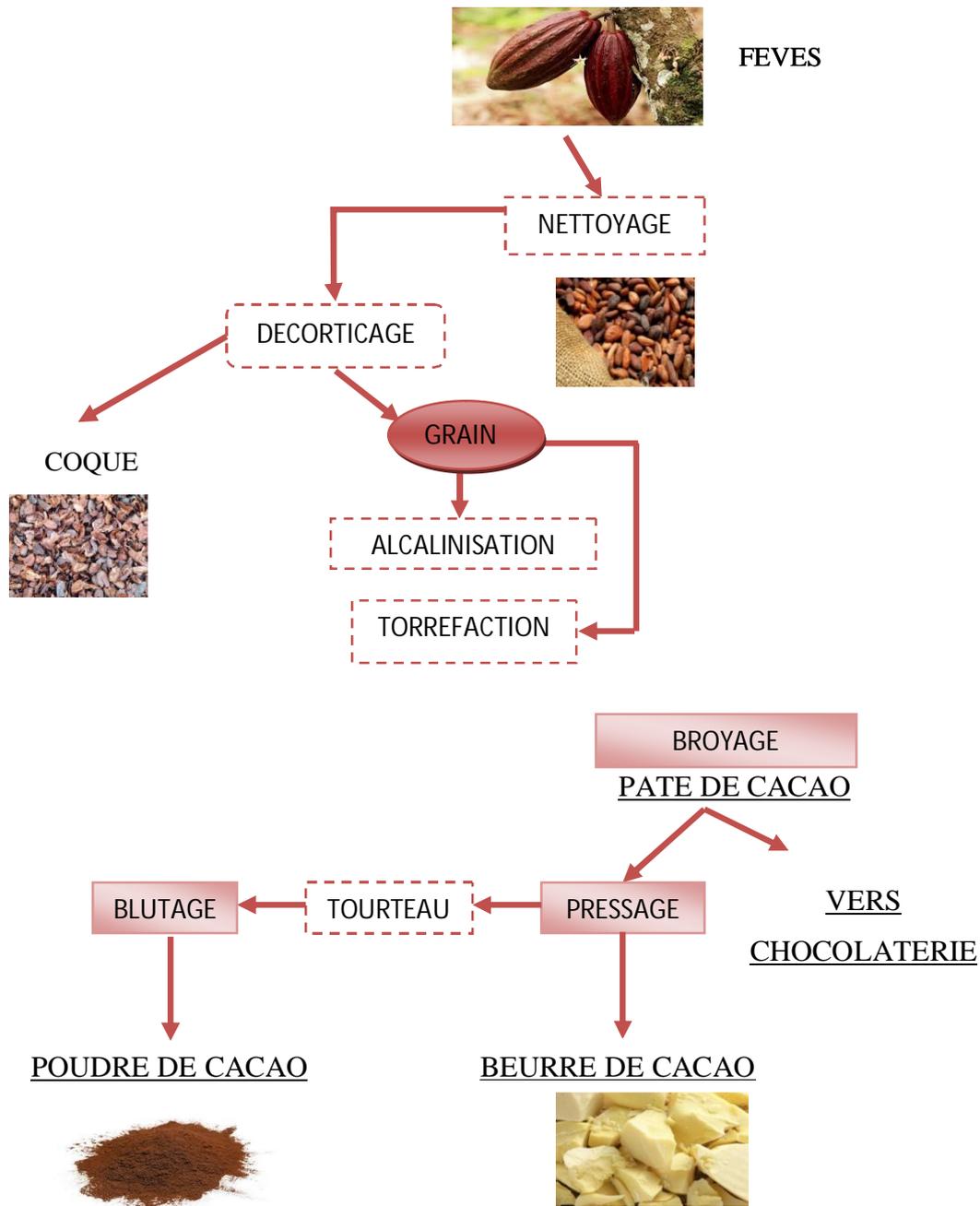


Figure 2 : Processus d'obtention de poudre et beurre de cacao

I.6.1. Etapes de transformation

- **La récolte**

Elle se fait toute l'année dans les régions très humides. La maturité d'une cabosse se juge par son changement de couleur, mais aussi par le son sourd qu'elle rend quand on la frappe. La récolte se fait manuellement, à l'aide d'une perche pour cueillir celles qui sont en hauteur, car les cabosses ne mûrissent pas à la même vitesse. Le cacaoyer est le seul arbre qui tout au long de l'année porte des fleurs et des fruits.

- **L'cabossage**

Doit être fait dans les 5-15 jours suivant la récolte. Le fruit est ensuite fendu dans sa longueur pour extraire les fèves. Il est important de bien séparer les graines entre elles.

- **La fermentation**

C'est le premier traitement après la récolte, elle doit débuter dans les 24 heures suivant l'cabossage. Elle a 3 buts : la première éliminer le germe. Ensuite des réactions chimiques se produisent au niveau des fèves. Elles changent de couleur en brune, caractéristique du cacao, de plus l'arôme commence à se développer. Puis elle débarrasse les fèves de la pulpe mucilagineuse. La fermentation alcoolique des sucres commence en dégageant du gaz carbonique. Suivent une fermentation lactique puis acétique. C'est une phase extrêmement importante, elle peut empêcher la fève d'acquérir tout son arôme et risque même de lui donner des goûts indésirables, si elle est mal conduite.

- **Le séchage**

Il doit permettre d'abaisser la teneur en eau des fèves de 60% à moins de 7 % pour assurer au cacao une conservation et un transport dans des conditions optimales. Certaines grandes exploitations en quête de rentabilité remplacent le séchage naturel par un séchage artificiel à l'air chaud ou au feu de bois. Mais ce séchage donne hélas un goût de fumé aux fèves. Sa durée est d'environ 2 semaines. Il élimine le risque de sur fermentation et la majeure partie de l'acide acétique.

- **Le stockage**

Les fèves de cacao doivent être soigneusement remisées dans des locaux propres, désinfectés, secs et frais (16°C). Elles sont classées selon leur flaveur, puis on procède à un

nettoyage minutieux. On extrait aussi les parties métalliques par aimants. Ce stockage est important car la matière grasse va fixer les odeurs étrangères. Le contrôle des fèves, dès leur arrivée en usine on contrôle que les fèves ne vont : pas avoir d'odeur ni de saveur étrangère pas contenir de corps indésirables pas dépasser une teneur en eau normale de 7% pas contenir plus des 5 % réglementaires de fèves défectueuses

Il faut nettoyer les fèves pour éliminer les différentes impuretés et corps étrangers. Il faut aussi les débactériser car elles sont fortement contaminées en surface. Puis ensuite on passe à l'étape de décorticage et dégermage.

- **La torréfaction**

L'opération consiste à griller les fèves de cacao dans un torréfacteur à 120-140°C pendant 20/30 minutes. Son rôle est vaste, elle permet d'évacuer l'humidité, libérer les arômes, évaporer les odeurs indésirables et fragiliser la pelure entourant l'amande. Ce produit alors la réaction de Maillard pour l'épanouissement de l'arôme

- **Le concassage**

Le concasseur écrase les fèves et les réduit en particules de 2 ou 3mm. Les amandes sont séparées des coques et des germes à l'aide d'un tamis et d'un courant d'air chaud. Ces fèves concassées débarrassées de leurs pelures s'appellent « grué » ou « nibs ».

- **Le broyage**

Le « grué » est finement broyé entre des cylindres d'acier. Le grué se transforme en une pâte liquide qu'on appelle : la « masse de cacao » ou « pâte de cacao » sous l'effet du broyage et de la chaleur. La « pâte de cacao » est composée des matières grasses naturelles du cacao; le beurre de cacao et de ses matières sèches; le tourteau.

Cette pâte de cacao prend alors deux chemins différents : celui de la poudre de cacao (affinage) du beurre de cacao (pressage) (**Anonyme 3**).

I.6.2. Obtention de la poudre de cacao

- **Nettoyage et calibrage**

Les fèves subissent un nettoyage préliminaire qui permet d'éliminer par tamisage les petits cailloux et autres particules indésirables provenant des sacs. Elles passent ensuite sur une

bande transporteuse qui les amène d'abord vers des silos, puis de là, vers les installations de nettoyage et de calibrage.

Tamis, brosses, soufflerie, aspiration et séparateurs magnétiques les débarrassent, par vannage, nettoyage et courant d'air, de tous les corps étrangers et impuretés telles que ficelles, cailloux, bois, métal, morceaux de cabosses, fèves agglomérées ou brisées, poussière, sable, débris de sac qui s'y sont mêlés après la récolte et au cours du voyage.

Le calibrage permet de classer les fèves par catégories de taille homogène.

Au sortir des diverses machines, les fèves font l'objet d'un examen soigneux au cours duquel sont éliminées celles qui n'ont pas le degré de maturité souhaité ou qui présentent des défauts, ainsi que toute impureté restée accrochée.

Les fèves saines nettoyées et calibrées sont ensuite rassemblées dans des conteneurs ou bien directement acheminées vers les installations de torréfaction à l'aide de bandes transporteuses (McFadden C *et al.*, 1999).

Torréfaction

La torréfaction est une étape cruciale qui consiste à griller les fèves entre 100 et 140°C pendant 20 à 40 minutes.

Elle a plusieurs fonctions. En premier lieu, elle développe l'arôme du cacao à partir des précurseurs; c'est elle aussi qui donne aux fèves leur belle couleur « chocolat ». En outre, elle dessèche d'une part la pellicule qui enveloppe le « grué » (partie véritablement comestible de la graine), facilitant son élimination, et d'autre part le grué lui-même, abaissant son taux d'humidité à 1,5-2%. Il est ainsi prêt pour le concassage. Enfin elle permet de détruire les moisissures et d'éliminer une partie de l'acide acétique.

La torréfaction est effectuée dans un cylindre métallique animé d'un mouvement rotatif. La chaleur uniformément répartie pénètre la fève sans brûler la coque. Elle se fait habituellement en continu, mais parfois par charge (ARVYMP, 2003).

- **Concassage**

Le but de ces opérations est de séparer les différents éléments: la coque (ou tégument), l'amande (les cotylédons) et le germe. La torréfaction rend la coque cassante et, de ce fait, facilite le concassage des fèves.

Au cours de cette étape, les fèves torréfiées et refroidies, dont la coque a éclaté, sont brisées entre deux rouleaux striés tournant à des vitesses différentes. Puis coques et cotylédons sont séparés à l'aide d'un système de succion pneumatique qui, dans un courant d'air, emporte les débris de coques, plus légers que les cotylédons. Pelures et impuretés restantes sont séparées par densité sur des tamis vibrants, de façon qu'il ne reste que les cotylédons (Arvimp, 2003; Delattre, 1995).

- **Broyage et affinage**

Les cotylédons concassés (nibs) sont broyés à chaud (50 à 70°C) dans une série de rouleaux de plus en plus serrés qui les réduisent en fines particules. On utilise aussi des moulins cylindriques, à disques, à broches, à billes. Le point de fusion du beurre de cacao se situant à 34-35°C, le résultat du broyage est une pâte fluide épaisse et odorante, brune foncée, dite «pâte de cacao» ou encore « liqueur de cacao » (nom scientifique).

La pâte de cacao peut être maintenue fluide à la chaleur, ou moulée et refroidie; elle porte alors le nom de « masse de cacao ».

Cette étape est suivie d'un second broyage, l'affinage, qui a pour effet de réduire la granulation des particules solides en une taille imperceptible à la langue et au palais (généralement entre 20 et 30 microns).

La pâte de cacao est un produit naturel qui contient environ 50% de beurre de cacao.

Elle peut être utilisée telle quelle, mais son amertume très intense limite son emploi à la coloration ou l'aromatisation de produits en pâtisserie (Arvimp, 2003; Delattre, 1995).

I.6.3. Obtention de la pâte de cacao

La pâte de cacao pure obtenue est pressée pour en extraire le beurre de cacao et les tourteaux de cacao. Le beurre obtenu est filtré, centrifugé et désodorisé par distillation à la vapeur. Le beurre de cacao est utilisé pour la production de chocolat ou de cosmétiques.

I.6.4. Obtention du beurre de cacao

Le tourteau de cacao obtenu en fin de pressage est concassé et moulu pour en faire de la poudre de cacao. Cette poudre est tempérée et stabilisée entre °C. la poudre de cacao est utilisée pour la production de chocolat, de pâtisseries, de boissons lactées ou de cosmétique (Lionelle. N et Adabe. K , 2014).

I.7. Etapes de fabrication de chocolat

Le schéma de la figure 3 récapitule les différentes étapes de fabrication du chocolat.

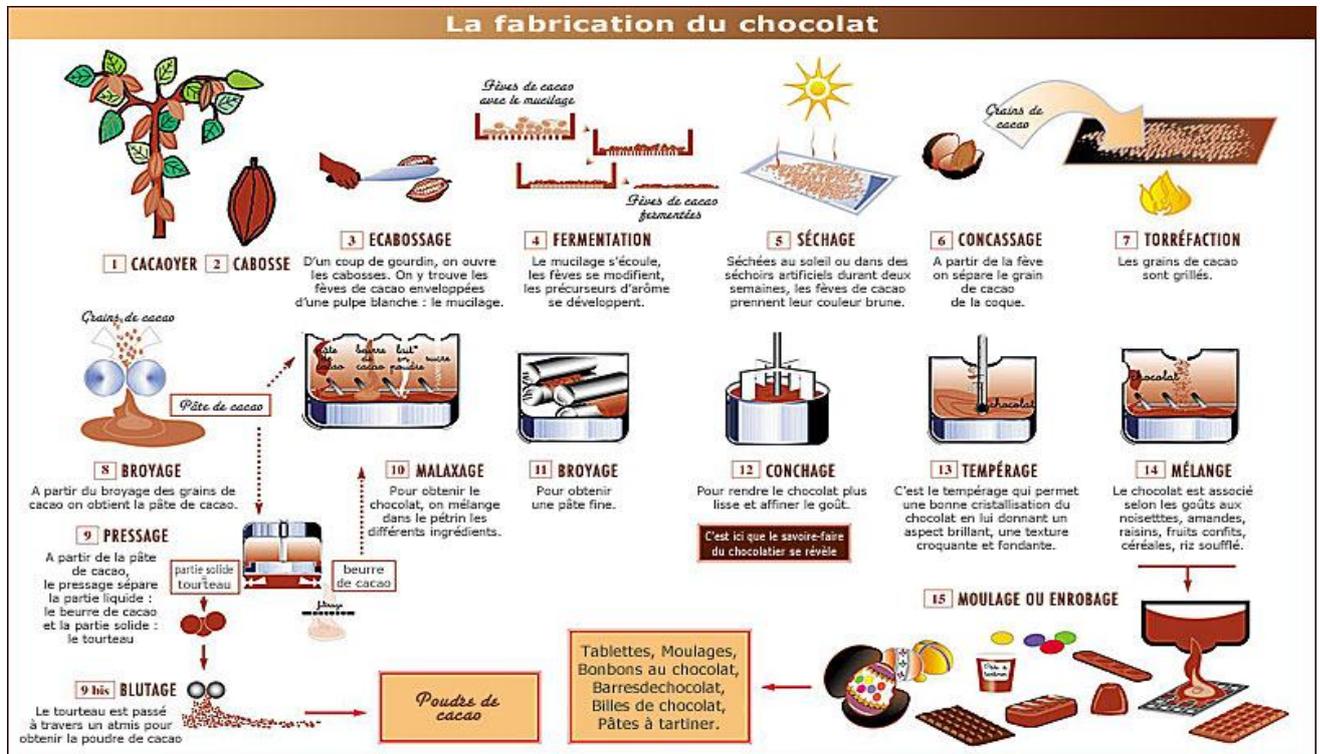


Figure3 : schéma descriptifs de toutes les étapes de fabrication de chocolat (Anonyme 4)

- **Pétrissage:**

Homogénéiser le mélange afin qu'il soit bien plastique.

- **Conchage à sec:**

Agiter la pâte (peu grasse) afin de provoquer la friction entre particules solides de cacao de sucres ; la pâte chauffe, une petite partie d'eau s'évapore.

- **Conchage liquide :**

Après rajout de beurre de cacao ou de la lécithine agiter afin de séparer les particules agglomérées. Dans la chocolaterie, le conchage dure de 12 à 72 heures dans des cuves équipées de systèmes perfectionnés thermostats équipés d'un dispositif d'agitation et de battage.

- **Le Tempérage :**

Avant d'être admise dans un moule, la pâte doit être « tempérée » c'est-à-dire refroidie puis à nouveau réchauffée avant un refroidissement final.

- **Le moulage :**

Consiste donc à couler dans moule et a faire passer ces derniers sure des table vibrantes pour les refroidir avant de les introduire dans des tunnels réfrigérants ; une fois sorti de ces tunnels, le chocolat est démoulé et emballé. (**Andre j. 2004**)

I.8.Les atouts nutritionnels du chocolat

Le chocolat est un aliment à part entière, il participe au bien-être et à la santé. Il est à la fois doux et agréable au palais, grâce aux sucres et aux arômes vanillés qu'il peut contenir.

Gourmandise savourée en solitaire, sur le coin d'un bureau, récompense donnée à un enfant ou simple "coup de fouet" pour faire le plein d'énergie, le chocolat est un aliment alliant plaisir et santé. Mais, cette envie peut également être une réponse à un besoin de notre organisme, notamment en magnésium ou en fer.

Les effets du chocolat :

- le chocolat détient des substances pouvant jouer sur le psychisme,
- la présence de certaines d'entre elles explique peut-être son action antistress,
- c'est un aliment tonique et stimulant contenant de la théobromine et de la caféine,
- il possède des vitamines, notamment des vitamines B1, indispensables pour l'utilisation des sucres par l'organisme, et des vitamines B2, nécessaires à l'utilisation des protéines, glucides et lipides par l'organisme,
- il est riche en phosphore, utile à la concentration ; il apporte du calcium et du potassium, bon pour la croissance,
- il contient du fer et du magnésium,
- le chocolat est énergétique et reconstituant : 100 g de chocolat (l'équivalent d'une tablette) apportent 500 Calories.

Mais attention aux idées reçues sur le chocolat, car :

- le chocolat ne provoque pas de crise de foie à condition qu'il soit pris en quantité raisonnable,

- et ne provoque pas d'acné.

Le chocolat est un aliment ancien ayant des atouts nutritionnels, il a pris diverses formes de consommation, mais comment est-il fabriqué, comment passe-t-on de la cabosse aux morceaux de chocolat. Pour expliquer ceci, voyons quel est le processus de fabrication de ce produit, d'abord par un schéma systémique reprenant toutes les étapes de fabrication, puis par un diagramme objet regroupant toutes les personnes intervenant autour d'une fabrique de chocolat(**Benelux.J**).

Chapitre II:

Les plants médicinaux



CHAPITRE II : Les plantes médicinales

II.1 Les plantes Médicinales

II.1.1 Notion de plant médicinale

Une plante dite « médicinale » est une plante qui a des propriétés thérapeutiques. L'utilisation des plantes est très ancienne, et pendant très longtemps elle a représenté pratiquement le seul moyen de soigner, basé sur l'empirisme (Odile et Danielle, 2007).

II.1.2 Définition des plantes médicinales

Dans le code de la Santé publique, il n'existe pas de définition légale d'une plante médicinale au sens juridique, mais en France « une plante » est dite médicinale lorsqu'elle est inscrite à la pharmacopée et que son usage est exclusivement médicinal. C'est-à-dire qu'elles sont présentées pour leurs propriétés préventives ou curatives à l'égard des maladies humaines ou animales.

Ce sont des plantes utilisées en médecine traditionnelle dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Leur action provient de leurs composés chimiques (métabolites primaires ou secondaires) ou de la synergie entre les différents composés présents (Sanago, 2006).

II.1.3 Les plantes antidiabétique

a). Dans le monde

Au cours de ces dernières années, l'étude ethnobotanique des plantes utilisées comme antidiabétiques a suscité un grand intérêt. De nombreux travaux de synthèse ont été publiés dans des revues spécialisées dans le domaine des plantes médicinales et diabète.

Ils montrent le grand intérêt qui porte l'utilisation traditionnelle des plantes antidiabétiques dans le monde.

Plusieurs enquêtes ethno pharmacologiques et ethnobotaniques ont été menées à travers le monde pour recenser les plantes antidiabétiques utilisées dans les différentes pharmacopées traditionnelles. Dans ce contexte, plus de 1123 espèces de plantes recensées par les ethno-pharmacologues, sont expérimentées contre le diabète de type 2. Ces plantes représentent 725 genres et 183 familles.

Ces plantes, recensées, sont généralement présentées dans des tableaux qui résument le nom scientifique de la plante, la famille, les noms vernaculaires courants utilisés dans la région étudiée, la partie utilisée (plante entière, partie aérienne, tige, racines feuilles, fruits, etc...), parfois le principe actif (alcaloïdes, glycosides, saponosides, flavonoïdes, etc...), les méthodes de préparation traditionnelle (infusion, décoction, macération, etc..), les animaux utilisés pour les tests (rats, souris, lapin, chien, chat, etc. ...), voie d'administration (orale, intrapéritonéale, intra-vineuse, sous cutanée, etc. ...) type de diabète et agent diabétogène (alloxane, Streptozotocine, etc...), nombre de citation et références bibliographiques.

L'activité pharmacologique a été confirmée sur des modèles animaux, ont également fait l'objet de plusieurs études cliniques (**Eddouks *et al.*, 2002**).

Pour plusieurs plantes, les composés actifs responsables de l'activité pharmacologique ont été identifiés et isolés les mécanismes cellulaires et moléculaires impliqués dans les effets thérapeutiques ont été partiellement ou complètement élucidés.

Une fois isolés et purifiés, ces composants chimiques peuvent être utilisés tels quels, ou légèrement modifiés afin d'obtenir des composés plus stables, plus solubles ou encore à effet thérapeutique meilleur (**Lamba *et al***)

b). En Algérie

L'Algérie, de part sa situation géographique, bénéficie d'un climat très diversifié, les plantes poussent en abondance dans les régions côtières, montagneuses et également sahariennes. Ces plantes constituent des remèdes naturels potentiels qui peuvent être utilisés en traitement curatif et préventif.

Les plantes médicinales trouvent encore leurs indications thérapeutiques dans le traitement de plusieurs maladies en Algérie, y compris le diabète.

Des enquêtes ethnobotaniques récentes effectuées dans le but de répertorier les plantes médicinales antidiabétiques dans l'Ouest Algérien et l'Est Algérien soulignent l'importance qu'occupe ce patrimoine végétal dans la pharmacopée traditionnelle et surtout dans le traitement du diabète.

Dans la région de Tlemcen, les informations ethnobotaniques recueillies par Benmehdi en 2000 confirment l'importante dépendance de la population locale vis-à-vis les plantes médicinales pour traiter le diabète. Plus de 80 espèces de plantes médicinales ont été

répertoriées dans cette région et sont utilisées seules ou en combinaison avec les médicaments de synthèse (Allali *et al.* , 2008).

II.1.4 Principes actifs des plantes médicinales

La plupart des espèces végétales qui poussent dans le monde entier possèdent des vertus thérapeutiques car elles contiennent des principes actifs qui agissent directement sur l'organisme. On les utilise aussi bien en médecine classique qu'en phytothérapie; elles présentent, en effet, des avantages dont les médicaments sont dépourvus (Ticli, 1977). Donc, les plantes médicinales doivent leur action à un ou plusieurs principes actifs que l'on peut analyser chimiquement et qu'il est indispensable de connaître pour comprendre comment elles agissent sur l'organisme (Verdraager, 1978).

- **Phénols**

Il existe une très grande variété de phénols, de composés simples comme l'acide salicylique, molécule donnant par synthèse l'aspirine, à des substances plus complexes comme les composés phénoliques auxquels sont rattachés les glucosides. Ils sont anti-inflammatoires et antiseptiques ; on suppose que les plantes, en les produisant, cherchent à se prémunir contre les infections et les insectes phytophages. Les acides phénoliques, comme l'acide rosmarinique, sont fortement antioxydants et anti-inflammatoires et peuvent avoir des propriétés antivirales (Iserin P , 2001).

- **Huiles essentielles**

Il s'agit de substances particulièrement aromatiques (à l'odeur généralement agréable). En outre, elles sont souvent très volatiles et ont donc tendance à s'évaporer facilement, ce qui confère aux végétaux leurs parfums caractéristiques. Elles se présentent, en général en émulsion, formant des gouttes plus ou moins grosses, qui s'écoulent à l'extérieur de la plante par des canaux excréteurs (Ticli, 1977). Parmi les innombrables substances présentes dans les huiles essentielles, on rencontre: des carbures terpéniques (limonène, phellandréne), des carbures saturés, des alcools (bornéol, menthol), des phénols (thymol, carvacrol, eugénol)...

- **Flavonoïdes**

Ils sont présents dans la plupart des plantes, Ils ont un important champ d'action et possèdent de nombreuses vertus médicinales. Antioxydants, ils sont particulièrement actifs dans le maintien d'une bonne circulation certains flavonoïdes ont aussi des propriétés anti-inflammatoires et antivirales et des effets protecteurs sur le foie. (**Iserin P, 2001**).

- **Tanins**

Les tanins sont des substances constituées par un mélange de glucosides et d'acide gallique. On les rencontre, en petite quantité, dans de très nombreuses plantes. (**Verdraager, 1978**).

- **Anthocyanes**

Les anthocyanes sont issus de l'hydrolyse des anthocyanides (flavonoïdes proches des flavones), qui donnent aux fleurs et aux fruits leurs teintes bleue, rouge ou pourpre. Ces puissants antioxydants nettoient l'organisme des radicaux libres. Ils maintiennent une bonne circulation, notamment dans les régions du cœur, des mains, des pieds et des yeux.

- **Coumarines**

Les coumarines, de différents types, se trouvent dans de nombreuses espèces végétales et possèdent des propriétés très diverses.

- **Saponines**

Principaux constituants de nombreuses plantes médicinales, les saponines existent sous deux formes, les stéroïdes et les triterpénoïdes. La structure chimique des stéroïdes est similaire à celle de nombreuses hormones humaines (oestrogènes, cortisone) et de nombreuses plantes qui en contiennent ont un effet sur l'activité hormonale.

- **Glycosides cardiaques**

Présents dans de nombreuses plantes médicinales, telles que la digitale laineuse et pourprée et le muguet, les glucosides cardiaques comme la digitoxine et la convallotoxine sont des médicaments irremplaçables du cœur. Ils sont également extrêmement efficaces d'où la nécessité d'un dosage précis. Ces

glucosides sont également diurétiques, ils contribuent à transférer les liquides des tissus et du système circulatoire vers les conduits urinaires (**Verdraager, 1978**).

- **Glycosides cyanogéniques**

Bien que ces substances soient à base de cyanure, un poison très violent, elles ont, prises à petites doses, un effet sédatif et relaxant sur le cœur et les muscles.

L'écorce du cerisier sauvage et les feuilles du sureau noir, qui en contiennent toute deux, permettent de supprimer ou de calmer les toux sèches et irritantes. De nombreux noyaux de fruits (par exemple ceux de l'abricotier) contiennent de fortes quantités de glucosides cyanogéniques (**Iserin P, 2001**).

- **Polysaccharides**

Ce sont des unités complexes de molécules de sucre liées ensemble que l'on trouve dans toutes les plantes. Du point de vue de la phytothérapie, les polysaccharides les plus importants sont les mucilages « visqueux » et les gommages, présents dans les racines, les feuilles et les graines. Le mucilage et la gomme absorbent de grandes quantités d'eau, produisant une masse gélatineuse qui peut être utilisée pour calmer et protéger les tissus enflammés, par exemple quand la peau est sèche et irritée ou la paroi des intestins enflammée et douloureuse. La meilleure façon de préparer les herbes mucilagineuses comme l'orme rouge et le lin est de les gorger d'eau froide (de les faire macérer). Ils sont utilisés en cosmétologie.

- **Glucosinolates**

Présents uniquement dans les espèces de la famille des moutardes et des choux, les glucosinolates provoquent un effet irritant sur la peau, causant inflammation et ampoule. Appliqués comme cataplasme sur les articulations douloureuses, ils augmentent le flux sanguin dans la zone irritée, favorisant ainsi l'évacuation des toxines. Lorsqu'on les ingère, les glucosinolates se désagrègent et produisent un goût très prononcé. Le radis et le cresson de Fontaine sont des plantes à glucosinolates typiques.

- **Substances amères**

Les substances amères forment un groupe très diversifié de composants

dont le point commun est l'amerture de leur goût. Cette amerture stimule les sécrétions et augmente l'appétit et améliore la digestion. Avec une digestion et l'absorption des éléments nutritifs adaptés, le corps est mieux nourri et entretenu. De nombreuses plantes ont des constituants amers, notamment l'absinthe, la chirette et le houblon (**Iserin P, 2001**).

- **Alcaloïdes**

Ce sont des substances azotées produites dans les plantes dont l'action sur l'homme et les animaux est extraordinaire. Quelques milligrammes peuvent suffire pour provoquer de graves intoxications, voire la mort.

En revanche, lorsqu'elles sont bien dosées, elles deviennent des médicaments tout aussi puissants. Il est donc absolument nécessaire de ne les utiliser que sur ordonnance et avec une surveillance médicale stricte.

Aujourd'hui, on en connaît environ un millier et l'on considère que de 15 à 20% des plantes à fleurs en contiennent. Un grand nombre d'entre elles contiennent plusieurs alcaloïdes, bien que, souvent l'un d'entre eux soit présent en dose plus importante. On parle alors «d'alcaloïde principal». Le nom de ces substances dérive de celui de la plante dans laquelle elles ont été isolées pour la première fois ; rappelons ainsi la nicotine (de la *nicotiana*, la plante dont on tire le tabac), l'atropine (de la belladonne), la conine (de *Coniummaculatum* ou ciguë). Nous pouvons aussi citer l'opium, la strychnine, la théophylline, l'émétine, l'éphédrine ... (**Ticli, 1977**).

- **Vitamines**

Les vitamines sont des substances sans valeur énergétique, mais ayant une action indispensable au bon fonctionnement de l'organisme. Les vitamines sont normalement apportées par les aliments et se trouvent en quantité suffisante dans un régime équilibré.

Leur carence entraîne des troubles graves des maladies tels le scorbut, le bériberi et la xérophtalmie (**Verdraager, 1978**).

Le citronnier notamment contient des doses élevées de vitamine C et la carotte est riche en β -carotène (provitamine A). Le cresson de Fontaine par

exemple, contient des doses élevées des vitamines B1, B2, C et E et de β -carotène tandis que l'arbousier peut être considéré comme un complément vitaminique et minéral en tant que tel.

• Minéraux

De nombreuses plantes médicinales sont très riches en minéraux. Les plantes, notamment celles issues de l'agriculture biologique, tirent les minéraux du sol et le transforment en une structure aisément assimilable par l'organisme.

Dans de nombreux cas, les minéraux contenus dans une plante, que celle-ci soit utilisée sous forme de salade, comme le chouvert, ou sous forme de compléments nutritionnels, comme le ficus participe activement à l'activité thérapeutique dans l'organisme. Le pissenlit est un puissant diurétique, effet dû à sa concentration en potassium alors que la prêle, grâce à sa forte teneur en silice, est efficace contre l'arthrite ; ils contribuent à réparer le tissu conjonctif (**Iserin P, 2001**)

II.2 Les plantes médicinales sélectionnées

Les plantes étudiées ont été choisies en fonction de leur emploi très fréquent en Algérie.

II.2.1 Aurone (*Artemisia campestris*)

1). Généralités

Le genre *Artemisia* appartient à la famille des Astéracées: c'est l'un des genres le plus répandu et le plus étudié de cette famille; il contient un nombre variable d'espèces allant jusqu'à 400 espèces (**Mucciarelli, 2002**).

Il a été rapporté que le genre *Artémisia* est riche en métabolites secondaires tels que les flavonoïdes, les acides cafféoylquinic, les coumarines, les huiles essentielles, les stérols et les acétylènes (**Kundan et Anupam., 2010**).

Les espèces qui appartiennent au genre *Artémisia* possèdent des propriétés thérapeutiques,

elles sont non seulement utilisées dans la médecine traditionnelle, mais aussi dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique (**Mirjalili et al., 2007**).

2). Classification botanique

Selon Caratini (1971), la plante *Artemisia campestris* est classée dans:

Règne: *Plantae*

Sous règne: *Tracheobionta*

Embranchement: *Spermatophyta*

Sous embranchement: *Magnoliophyta*

Classe: *Magnoliopsida*

Sous classe: *Asteridae*

Ordre: *Asterales*

Famille: *Asteraceae*

Sous famille: *Asteroideae*

Tribu: *Anthemideae*

Sous Tribu: *Artemisiinae*

Genre: *Artemisia*

Espèce: *Artemisia campestris* L.



Figure 4 : Photo d'*Artemisia campestris*

Artemisia campestris est un arbuste aromatique à tiges robustes, d'une hauteur de 30 à 80 cm. cette plante possède des capitules très petits, étroits (1 à 1,5 mm) ovoïdes ou coniques, à involucre scarieux, ne contient que 3 à 8 fleurs de couleur jaunâtre bordées de rouge, et à pédoncule muni de poils blanchâtres à brunâtre. Les feuilles d'*Artemisia campestris* sont glabres de couleur verte foncée, les inférieures dipinnatiséquées, les supérieures

pinnatiséquées, les basales pétiolées et auriculées, les tiges sont ligneuses à la base striée (David, Hervé., 1994 ; Ozenda, 1983 ; Quezel et Santa., 1962).

3). Utilisation thérapeutique

En générale, le genre *Artemisia* a été très utilisé dans la médecine traditionnelle ainsi que dans la médecine moderne pour traiter plusieurs maladies telles que les infections urinaires (Bencheqroun *et al.* , 2012), le diabète (Bouldjadj, 2009), l'hypertension artérielle (Mohamed.A *et al.*, 2010), les troubles gastriques tels que la diarrhée et les douleurs abdominales, la cicatrisation des plaies externes (Seddik *et al.*, 2010), la bronchite, l'abcès et comme vermifuge (Ghrabi, 2008).

II.2.2 Feuille d'olive

1). Généralités

On cultive l'olivier depuis au moins 3 500 ans avant notre ère, pour ses fruits et pour l'huile qu'on en tire. Le nom scientifique de l'arbre, *Olea*, vient d'un mot qui signifiait «huile» chez les Grecs de l'Antiquité. À cette époque, on employait les feuilles pour désinfecter les blessures cutanées. Les Anciens leur attribuaient des vertus antiseptiques et la propriété de combattre toutes sortes d'infections.

Ces usages sont tombés en désuétude pendant un certain temps en raison de l'omniprésence des antibiotiques. Cependant, depuis quelques années, des extraits de feuille d'olivier sont apparus sur le marché. Certains fabricants en vantent les vertus pour le système immunitaire et contre les infections virales, bactériennes et fongiques.

En Europe, les herboristes recommandent la feuille d'olivier pour améliorer la circulation sanguine, ainsi que pour prévenir et traiter l'hypertension et l'artériosclérose. La feuille d'olivier est souvent combinée à d'autres plantes aux propriétés complémentaires. (Araqas, 2012-2013).

2). Classification botanique

Selon Cronquist (1981), La classification botanique de l'arbre l'olivier est la suivante:

Règne: plantae

Sous-règne: tracheobionta

Division: magnoliophyta

Classe: magnoliopsida

Sous-classe: asteridae
Ordre: scrophulariales
Famille: oleaceae
Genre: olea
Espèce: europaea
Sous-espèce: europaea



Figure 5: feuille d'olive

3). Historique d'utilisation des feuilles en médecine traditionnelle

L'olivier est cultivé depuis au moins 3 500 ans avant notre ère, pour ses fruits et pour l'huile qu'on en tire. Le nom scientifique de l'arbre, *Olea*, vient d'un mot qui signifiait « Huile » chez les Grecs de l'Antiquité. À cette époque, les feuilles sont employées pour désinfecter les blessures cutanées. Les Anciens leur attribuaient des vertus antiseptiques et la propriété de combattre toutes sortes d'infections. Au XIXe siècle, elles servaient pour combattre le paludisme (malaria). Ces usages sont tombés en désuétude pendant un certain temps en raison de l'omniprésence des antibiotiques. Cependant, depuis quelques années, des suppléments de feuille d'olivier se trouvent sur le marché. Les fabricants de ces produits vantent les vertus pour le système immunitaire et contre les infections virales, bactériennes, fongiques et à levure (Micol, *et al.*, 2005).

Chapitre III:

Diabète

III. Diabète

III.1 Généralités

C'est un terme générique qui désigne un ensemble d'affections caractérisées par une augmentation de la faim, de la soif, de la diurèse et des modifications sanguines responsables d'une cachexie.

Sans être classée dans les maladies émergentes, le diabète se développe de manière épidémique dans le monde et c'est une priorité de santé publique.

Chez l'homme, la distinction des différents diabètes sucrés et leur pathogénie sont mieux établis que chez le chien et le chat. Chez les carnivores domestiques, les connaissances sur le syndrome diabétique restent incomplètes (**BENHAMZA, 2008**).

Dans les 3 espèces, les diabètes de type 1 sont plus rares que ceux de type 2 (même si le diabète auto-immun de type I augmente de façon significative chez l'homme dans le monde).

III.2. Définition et prévalence

Le diabète est une maladie chronique qui touche présentement 382 millions personnes au monde. Ce nombre est prévu augmenter jusqu'à 592 millions en 2035. 80% des patients diabétiques vivent dans des pays à faible ou moyen revenu et sont âgés entre 40 et 59 ans (**IDF, 2013**). Le diabète est caractérisé par une augmentation de la concentration de glucose circulant avec des anomalies au niveau du métabolisme des hydrates de carbone, des lipides et des protéines (**WHO, 1999**). Il résulte soit d'une déficience au niveau de la sécrétion d'insuline par les cellules pancréatiques ou de l'action de l'insuline au niveau des tissus cibles ou bien des 2 ensembles (**Cavaghan , 2000**). Une personne en bonne santé devrait avoir une glycémie à jeûn inférieure à 5.6 mmol/L. Toute augmentation de cette valeur pourra représenter un risque de développer une intolérance au glucose ou le diabète et devra être bien surveillée (**WHO, 1999**). Les symptômes bien connus du diabète sont : polyurie, soif, perte de poids, fatigue, manque de concentration et vision floue (**IDF, 2013**)

III.3. Types et classification

Il existe essentiellement 3 types de diabète : le diabète de type 1, le diabète de type 2 et le diabète gestationnel. D'autres types de diabète existent aussi et sont regroupés sous la catégorie « autres types spécifiques de diabète ».

III.3.1. Diabète de type I

Le diabète de type 1 résulte d'une destruction auto-immune des cellules β du pancréas qui secrètent l'insuline (Efrat, 2008). Les patients atteints de ce type de diabète produisent très peu ou presque pas d'insuline; ils ont besoin d'injection d'insuline à tous les jours pour pouvoir réguler leur glycémie. Cette maladie peut toucher les personnes de tout âge mais affecte surtout les enfants et les jeunes adultes (IDF, 2013).

III.3.2. Diabète de type II

Le diabète de type 2 représente presque 90% des cas de diabète au monde. Il est caractérisé par une diminution de la sensibilité à l'insuline au niveau des tissus cibles comme le foie, le muscle et le tissu adipeux, et d'une diminution de la sécrétion d'insuline par les cellules pancréatiques (Cheng, 2009). Cette maladie est souvent mais pas toujours associée avec l'obésité. Cette dernière pourra elle-même causer une résistance à l'insuline et engendrer par la suite une augmentation du taux de glucose dans le sang. Les patients atteints de ce type de diabète peuvent améliorer leur condition de vie par l'exercice avec une bonne diète mais auront souvent recours aux médicaments antidiabétiques ou, dans les cas plus avancés, aux injections d'insuline (IDF, 2013).

III.3.3. Diabète gestationnel

C'est une forme de diabète caractérisée par une hyperglycémie chez la femme pendant la période de grossesse. Il se développe chez presque 4% des femmes enceintes dans le monde. Le diabète gestationnel disparaît en général après l'accouchement mais les femmes ainsi que leur bébés présenteront un risque de développer le diabète de type 2 plus tard dans leur vie (Kim, 2005); (IDF, 2013).

III.4.4 Autres types du diabète

Les autres types particuliers comprennent une grande variété de troubles relativement peu courants, surtout des formes de diabète définies génétiquement ou associées à d'autres maladies ou à des médicaments (Goldenberg, 2013). Comme le diabète monogénique (Diabète de type adulte chez les jeunes MODY) ; le diabète due aux maladies du pancréas à sécrétion externe et le diabète due aux médicaments (le traitement du HIV après la transplantation d'organe) (American diabetes association, 2015).

Partie expérimentale

Matériels et méthode



1. Introduction

Le présent expérimental porte essentiellement sur la préparation et la caractérisation de deux formulations d'un chocolat au lait à base des plantes médicinales à potentiel antidiabétique où le saccharose a été substitué par un édulcorant naturel extrait à partir de la plante 'Stévia'. La première formulation consiste en l'enrichissement du chocolat avec de la poudre des feuilles d'olives (*Olea europaea*), tandis que la seconde porte sur l'incorporation de la poudre de l'aurone (*Artemisai campestris*) dans la masse du même type de chocolat.

Notons que la réalisation du travail a été effectuée aux laboratoires pédagogiques d'analyses physicochimiques de la faculté des sciences de l'ingénieur (Université de Boumerdès). Une partie de la caractérisation du produit fini a été faite au laboratoire de l'unité de production Sarl ISO 9 INTERNATIONAL.

L'enrichissement, pour rappel, vise à avoir un chocolat enrichi avec des substances bioactives ayant des propriétés anti glycémique contenues dans les matières ajoutées, et le produit final serait donc destiné particulièrement aux diabétiques.

Les différentes matières premières utilisées dans la préparation des deux formulations, leurs méthodes de préparation et caractérisation ainsi que les méthodes d'élaboration et de caractérisation des produits finis seront présentées dans la présente partie.

2. Présentation des matières premières

2.1. Les feuilles d'olive

Les feuilles d'olives (figure 6) utilisées dans la présente étude ont été récoltées, en Février - Mars 2018, dans la région de Boumerdès. Les feuilles d'olives (FO), rappelons-nous, sont issues des oliviers qui appartiennent à la famille des Oleacées et à l'espèce d'*Olea europaea*. Une fois récoltées, les feuilles ont été conditionnées dans des sacs en plastiques et transportées au laboratoire afin de subir les différentes préparations.



Avant séchage Après séchage

Figure 6: Quelques feuilles d'olive utilisées dans la présente étude (Photo originale).

- **Choix des feuilles d'olives**

Le choix des FO est basé sur leur utilisation en médecine traditionnelle comme remède anti-glycémique chez les diabétique en Algérie. Selon une enquête ethno-pharmacologique réalisée par Hemza (2011) sur 66 sujets, l'utilisation des FO par un nombre important est assez fréquente.

2.2. L'aurone

La deuxième matière première employée dans cette étude était l'aurone qui a été récolté, lui aussi dans la même période que celle des FO.

Botaniquement, l'aurone ou Ech-chih en arabe est une plante qui appartient à la famille des Composées. Son nom scientifique est *Artemisai campestris*. En figure 7 se présente quelques échantillons utilisés dans cette étude.



Avant séchage

Après séchage

Figure 7: Quelques échantillons de l'aurone (*Artemisai campestris*) (Photo originale)

•Choix de l'aurone

Selon la même enquête menée par Hemza (2011), l'aurone est la plante la plus sollicitée par les diabétiques : sur un nombre de 66 plantes citées, Ech-chih a occupé la première place avec une fréquence d'utilisation de 13 % sous différentes formes.

2.3. La stévia

Le glycoside de stéviol, communément connu sous le nom de *Stevia*, est un édulcorant 100% naturel qui a un pouvoir sucrant de 300-330 fois plus que celui du sucrose mais sans aucun effet sur le glucose dans le sang, ce qui lui rend être permis aux diabétiques. En ne fournissant aucune calorie, il est recommandé pour les régimes faibles en glucides. Le glycoside de stéviol a diverses utilisations médicinales, le traitement des brûlures d'estomac, l'obésité, l'hypertension et l'ostéoporose. Sa stabilité jusqu'à 200 degrés; rend possible son passage au four pour la pâtisserie. Il est soluble dans l'eau et dans l'alcool.

De point de vue économique, la substitution du sucrose par le glycoside de stéviol a un impact direct sur la réduction des coûts (jusqu'à 40%).

La poudre de Stévia utilisée dans cette étude a été fournie par l'entreprise Hysotevia-Algérie (située à Blida) dans un sac en plastique hermétiquement fermé et accompagnée d'une fiche technique montrant les différentes propriétés physicochimiques et sensorielles du produit. (Annexe 3)

2.3. Préparation des poudres

Avant leur utilisation, les feuilles d'aurone ont subi un ensemble de traitements préliminaires ayant pour but de les préparer et incorporer dans la masse du chocolat. La figure 8 montre les principales étapes de préparation.

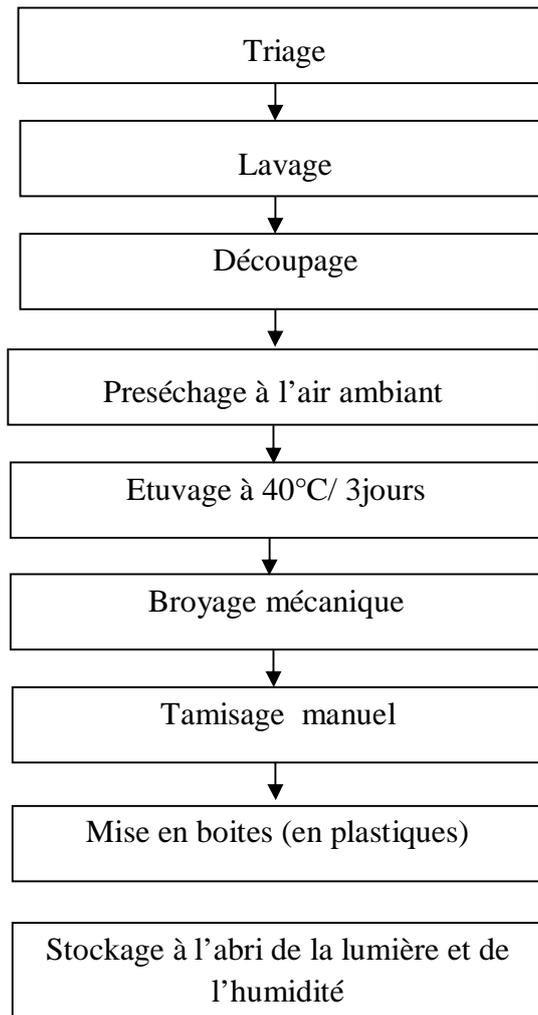


Figure8: Préparation des matières premières

Avant leur incorporation, les feuilles d'olives et l'aurone ont subi une série de traitements de préparation:

- **Triage**

Effectué à la main, le triage consiste à enlever les impuretés visibles et débarrasser les parties inappropriées.

- **Lavage**

Le lavage a été effectué à l'eau ordinaire dans un premier temps puis avec l'eau distillée. L'opération a pour but essentiel d'enlever les particules de poussières susceptibles d'être collées aux matières. Elle a été faite manuellement.

- **Découpage**

Il consiste à découper les gros morceaux des plantes en petits morceaux pour accélérer le séchage et facilite l'opération du broyage. Le découpage étant réalisé à lamain.

- **Séchage**

Dans un premier temps, les échantillons ont été séchés à l'air ambiant durant (à l'ombre) durant 4 jours puis dans une étuve (Emmemert) réglée à 40°C durant 3 jours pour compléter le séchage.

- **Broyage mécanique**

Après leur séchage, les matières solides ont été réduites au moyen d'un broyeur à café jusqu'à avoir une poudre très fine

- **Tamisage manuel**

Une succession de tamisage manuel ont été faites dont l'objectif est d'enlever les grosse particules et ne maintenir que celles les plus fines.

- **Conditionnement**

Les poudres ainsi obtenues sont conditionnés dans des boites en verre hermétiquement fermées et entreposées à la température ambiante à l'abri de l'humidité et de la lumière.

Autres matières premières

La poudre de cacao, le beurre de cacao, la lécithine, et le reste d'ingrédients ont été fournis par l'entreprise ISO 9 INTERNATIONAL BOUMERDES.

3. Caractérisation des matières premières

Un ensemble de paramètres physicochimiques ont été déterminés afin de caractériser les deux types de poudres utilisées dans cette étude. Il s'agit de la teneur en eau, du pH, l'acidité titrable, la teneur en cendres, le taux de Polyphénols et la granulométrie.

3.1. Détermination des teneurs en eau et en matières sèches (AFNOR, 1982)

Principe

La teneur en eau des deux types de poudres a été déterminée par la méthode NF T 60-305, juin 1976 normalisée, décrite par AFNOR 1982 et qui consiste en un étuvage d'un échantillon d'un gramme de matière à $105 \pm 0,5^\circ\text{C}$.

Mode opératoire

A 0.0001 de précision, 1 gramme de l'échantillon sont pesés dans chaque capsule avant d'être placé à l'étuvage durant 3 heures. Les capsules sont retirées de l'étuve puis placées dans le dessiccateur pour être refroidies et pesées. L'opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant (en réduisant la durée du séchage à 30min).

Exprimée en pourcentage par rapport à la masse humide de la matière, la teneur en eau est déterminée selon la formule suivante:

$$H (\%) = [1 - [(M_2 - M_1)/P] \times 100$$

Où:

H%: humidité;

M₁: masse de la capsule (g) ;

M₂: masse de l'ensemble après étuvage (capsule + masse sèche);

P : masse de la prise d'essais.

La matière sèche (Ms, %) est déduite selon la formule suivante :

$$Ms(\%) = 100 - H (\%)$$

3.2. Détermination du pH (AFNOR 36-16, 1999)

Principe

La mesure du pH est basée sur la différence du potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence.

Mode opératoire

Après avoir fait l'étalonnage du pH-mètre avec la solution d'hydrogencarbonate de potassium (6,5 à 7), on a procédé à la détermination du pH de chaque échantillon, en plongeant l'électrode (propre) dans la solution de l'échantillon à analyser et on le maintenant jusqu'à la stabilisation du pH.

Pour chaque échantillon broyé, une masse de $3 \pm 0,001$ g est placée dans un bécher 20 ml d'eau distillée chaude récemment bouillie et refroidie. Le mélange est agité jusqu'à obtenir un liquide homogène. Le pH est mesuré par immersion directe de l'électrode du pH-mètre dans celui-ci.

La lecture se fait directement sur le pH-mètre à une température de 20°C.

3.3. Détermination de l'acidité titrable (AFNOR, 1982)

Principe

Cette méthode est basée sur le titrage de l'acidité d'une solution aqueuse avec une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphthaléine comme indicateur.

Mode opératoire

L'acidité titrable est déterminée selon la méthode NF V 05-101(1974) décrite par AFNOR1982 et relative au produit d'origine végétale.

Pour chaque échantillon broyé, une masse de $3 \pm 0,001$ g est placée dans une fiole conique contenant 20ml d'eau distillée chaude récemment bouillie et refroidie. Le mélange est agité jusqu'à obtenir un liquide homogène. La fiole conique est adaptée à un réfrigérant à reflux afin de chauffer (à 70°C env.) le contenu au bain- marie pendant 1heure avec agitation (de temps en temps).

A prés refroidissement, le contenu de la fiole conique est transvasé quantitativement dans une fiole jaugée de 25 ml et complété jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée récemment bouillie et refroidie. Ensuite, il est mélangé puis filtré. Dix ml du filtrat sont versés dans un Becher et titrés avec une solution d'hydroxyde de sodium 0,1N en présence de 2 à 3 gouttes de phénolphthaléine, jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante pendant 30s.

Exprimée en gramme d'équivalents de NaOH par 100g de matière sèche, l'acidité titrable (A), est déterminée selon la formule suivante:

$$A = (25 \cdot V_1 \cdot 100) / (M \cdot 10 \cdot V_0)$$

Où:

M: Masse en gramme d'échantillon prélevé;

V₀: volume (10ml) en millilitres de la prise d'essai;

V₁: volume versé, en millilitre de la solution d'hydroxyde de sodium à 0,1N utilisé.

3.4. Détermination de la teneur en cendres (AFNOR NF 04-201,1980)

Principe

La méthode est basée sur la calcination du pollen à 550±15°C dans un four à moufle jusqu'à obtention de cendres blanchâtres de poids constant.

Mode opératoire

La teneur en cendre est déterminée selon la méthode AOAC (2000). Une masse de 1gramme de l'échantillon est placée dans une capsule en porcelaine et introduit dans un four réglé à 550±15°C durant 4 heures jusqu'à l'obtention d'une couleur grise-claire ou blanchâtre. Les capsules sont ensuite refroidies dans un dessiccateur puis pesées.

La teneur en cendres (Cn) est déterminée selon la formule suivante :

$$Cn (\%) = [(M_2 - M_1) / P] \times 100$$

Où :

M₁ : masse de la capsule vide (en g) ;

M₂ : masse de l'ensemble « Capsule +cendres»(en g) ;

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

Le taux de matières organiques (Mo, %) est déduit selon la relation suivante :

$$Mo (\%) = 100 - Cn (\%)$$

3.5. La Granulométries des poudres

La technique permet de mesurer la distribution de la taille des particules et la surface spécifique des particules du diamètre dominant . Le faisceau laser traverse la cellule d'analyse

qui contient l'échantillon. La lumière diffractée sur les un détecteur. Toutes les particules de même taille diffractent au même angle et tombent sur le même détecteur.

L'analyse et la comparaison de distribution granulométriques des parties s'effectuent généralement sur un nombre de grandeurs, telle que : $D(0,1)$: taille des particules pour laquelle 10% en volume de l'échantillon se trouve en-dessous de cette valeur.

$D(0,5)$: taille des particules pour laquelle 50% en volume de l'échantillon se trouve en-dessous de cette valeur. Il s'agit de diamètre médian.

$D(0,9)$: taille des particules pour laquelle 90% en volume de l'échantillon se trouve en-dessous de cette valeur. Span (polydispersité) = $D(V ; 0.9) - D(V ; 0.1) - D(V ; 0.5)$: mesure l'étalement de la distribution granulométrique en volume (**Igerguaziz, 2007**).

La distribution granulométrique des poudres est réalisée à l'aide d'une granulométrie LASER de marque MASTERSIZER.

3.6. Extraction et dosage des Polyphénols

- **Extraction des Polyphénols**

La figure 9 montre le procédé d'extraction des composés phénoliques

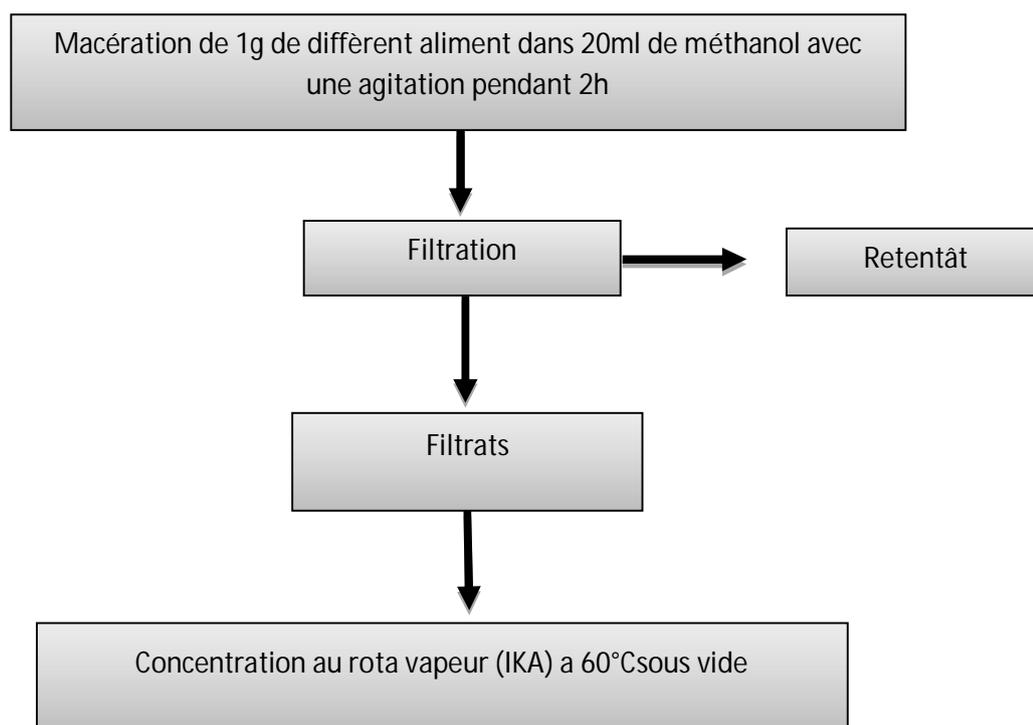


Figure 9: principales étapes d'extraction des Polyphénols.

3.7. Détermination de la teneur en Polyphénols totaux

- **Principe ;**

En présence de phénol, le mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et phosphomolibdique ($H_3PMO_{12}O_{40}$) est réduit en oxydes bleus de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (MO_8O_{23}), que l'on détermine par colorimétrie .

- **Mode opératoire**

Le dosage des polyphénols totaux est réalisé par la méthode décrit dans la littérature (Kamazawa *et al.*, 2002 ; Singleton *et al.*, 1999) avec quelques modifications

- ❖ **Préparation de la gamme d'étalonnage**

- Peser 25mg d'acide gallique
- Les dissoudre dans 25ml de l'eau, soit une solution (S_1) avec une concentration de 1mg /ml.
- Diluer la solution mère comme suit :

- Prélever 1ml de la solution mère puis ajouter 5ml d'eau distillée et l'en obtient la dilution S/2
- Prélever 5ml de la solution S/2 puis rajouté 1ml d'eau distillée la dilution S/4
- Refaire la même procédure pour les autres dilutions.

Le tableau 2 montre la dilution de l'acide gallique

Tableau 2 : préparation de la dilution de l'acide gallique

Dilution	S	S/2	S/4	S/8	S/16	S/32	S/64
Concentration (mg/ml)	1	0.5	0.25	0.12	0.06	0.03	0.01

❖ **Traçage de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique**

- ✓ Prélever 1ml de chaque dilution d'échantillon dans des tubes a essais.
- ✓ Ajouter 1ml de réactif de Folin-ciocalteu
- ✓ Après 3mn, ajouter 1ml de carbonate de sodium 10%
- ✓ Laisse incube pendant une heure à température ambiante et à l'abri de la lumière.

Le blanc est représenté par 1ml d'eau distillée additionné de 1ml de Folin-ciocalteu et 1ml de carbonate de sodium à 10%.

La lecture des absorbances est faite à 760 nm, après agitation et repos une heure. La concentration en composés phénoliques totaux est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisation l'acide gallique comme standard d'étalonnage.

Le dosage des polyphénols totaux dans l'extrait méthanolique est illustré dans la figure suivante :

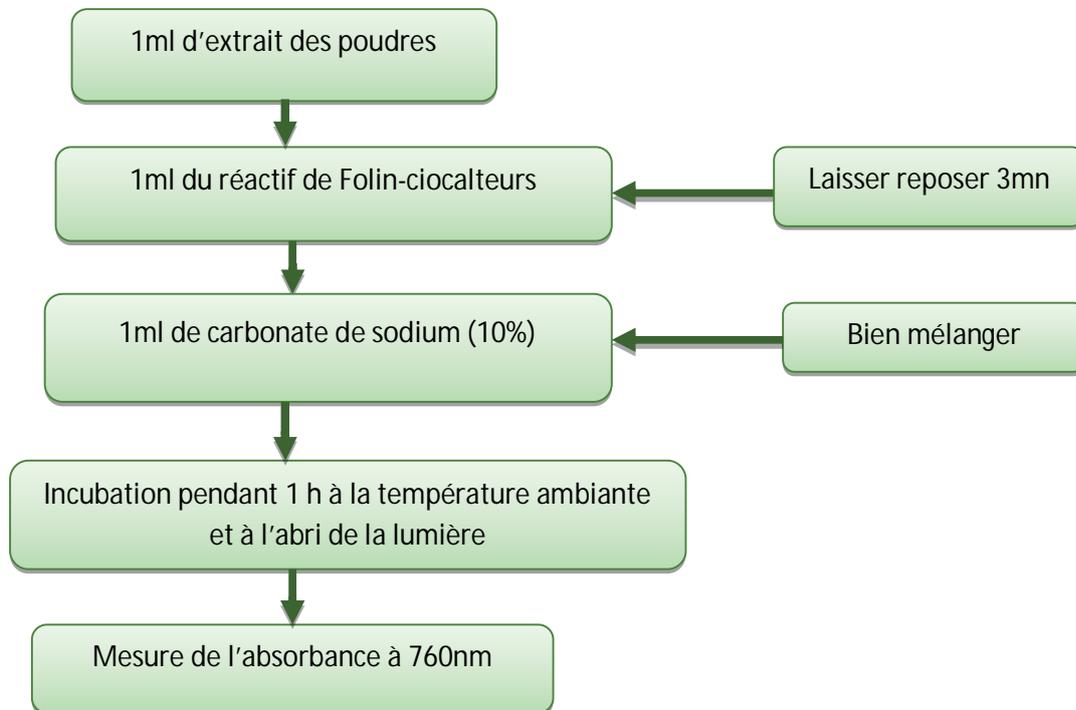


Figure 10 : Diagramme représentant le dosage des Polyphénols totaux

Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique par 100g de poudre des matières premières.

4. Méthodes de préparation du chocolat

Rappelons que deux types de formulations de chocolat ont été préparés, l'une avec la poudre des feuilles d'olives, l'autre avec la poudre de l'aurone. Le sucre étant substitué par un édulcorant naturel, il s'agit d'une poudre fine préparée à partir de la plante de Stévia.

Le mode d'élaboration des deux formulations est effectué au sein du laboratoire physicochimique de la faculté des sciences de l'ingénieur (UMBB) conformément à la recette et au mode de préparation proposée par l'unité de production (SOBCO- Boudouaou (Boumerdes)), avec certaines modifications selon les impératifs prescrits par les objectifs de l'étude.

Ingrédients utilisés

Le tableau 3 Regroupe les différents ingrédients utilisés dans l'élaboration du chocolat.

Tableau 3 : Ingrédients correspondant à 100 grammes de chocolat.

Ingrédients (g)	Beurre de cacao	Poudre de cacao	Lait en poudre (26%)	Lait en poudre (0%)	Lactosérum	Poudre de Stévia	Lécithine	Arome vanilline
Quantité(g)	38.9	21	25	8	6	0.5	0.5	0.1

Proportions des matières ajoutées

Le tableau 4 présente les différentes proportions des matières ajoutées.

Tableau 4 : Proportions des matières incorporées dans la masse du chocolat.

Proportions	0%	1%	2%	3%	4%	5%
Feuilles d'olives ou l'aurone (g)	0	1	2	3	4	5
Chocolat (g)	100	100	100	100	100	100

4.1. Mode de préparation

La préparation du chocolat est effectuée selon le diagramme de fabrication montré en figure 11 et qui a été proposé, rappelons- nous par la chocolaterie Sarl SOBCO- Boudouaou (Boumerdes).

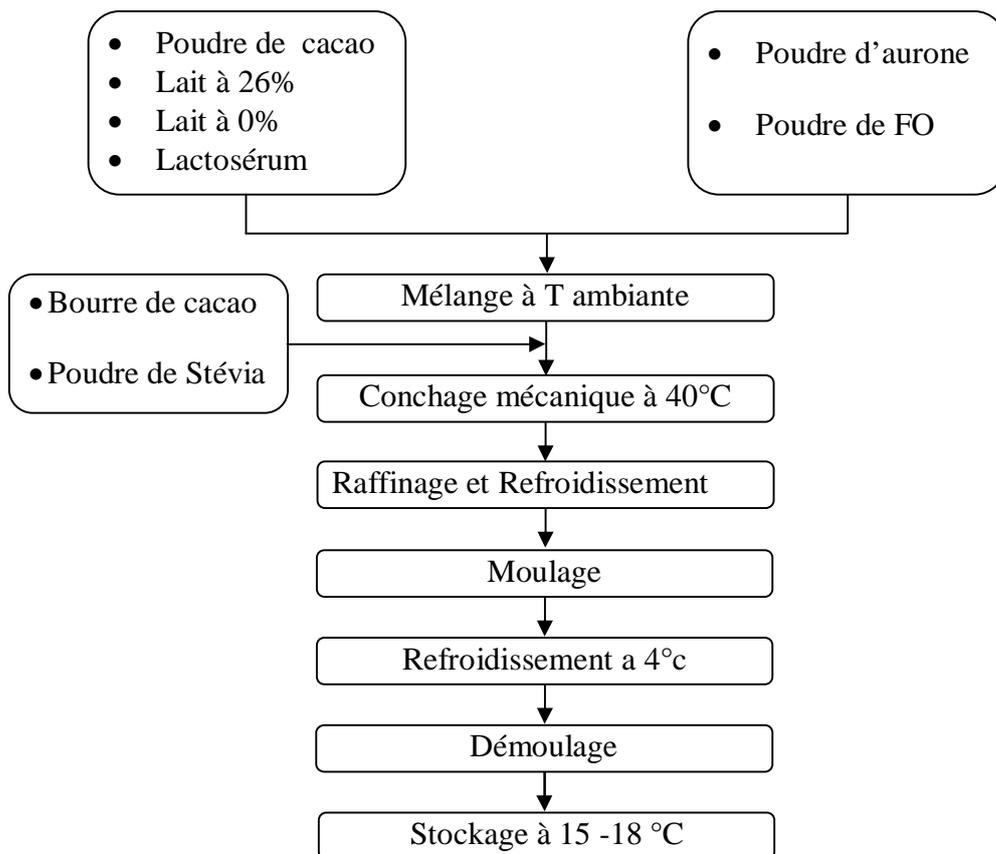


Figure 11 : Mode de préparation du chocolat

Comme montré en figure 11, l'obtention des produits finis passe par plusieurs étapes, citons principalement :

Mélange à température ambiante

Dans un premier lieu la poudre de cacao, laits et lactosérum ont été mélangés avec les poudres des plantes incorporées.

Conchage à 40°C

Après l'ajout du beurre de cacao, de la poudre de stévia et la lécithine, le tout est mixé et homogénéisé mécaniquement au moyen d'un mixeur électrique à 40°C.

Le conchage permet de séparer toutes les particules agglomérées et homogénéiser le produit. Le conchage dure 20 minutes.

Raffinage et refroidissement à 31°C

Le raffinage consiste à éliminer les grosses particules du chocolat. Il est fait en étalant, en couche plus ou moins mince, les 2/3 du contenu dans une assiette, et en faisant passer une spatule en va et vient, les grosse particules seront débarrassées. Cette opération permet de stabiliser les cristaux de beurre de cacao à 31 °C et donner un aspect brillant et une bonne conservation du chocolat.

Moulage

Le chocolat a été moulé dans des moules en silicone. Chaque moule a pour volume de 10 ml environ.

Refroidissement à 4°C et démoulage

Après le moulage le chocolat a subi un refroidissement jusqu'à 4°C. L'opération est effectuée par stockage des produits dans un réfrigérateur jusqu'à atteindre cette température.

Après le moulage on laisse les chocolats trempés durcir quelques minutes à température ambiante (18-20°C) puis refroidie à 4 degrés, le chocolat se contracte en se refroidissant et se démoule facilement. Ceci permet d'obtenir des petites plaquettes.

Comparaison par rapport à un témoin

Les formulations préparées ont été comparées par rapport à un témoin préparé dans les mêmes conditions d'élaboration. Le témoin étant sans enrichissement. (Annexe 1)

4.2. Analyses des produits finis

Afin d'étudier l'impact des matières ajoutées sur les produits préparés, ces derniers ont été analysés sur les deux plans sensoriel et physicochimique.

4.2.1. Analyse sensoriel

Un test sensoriel a été mené dans un but de vérifier l'acceptabilité des différentes formulations par le consommateur au moyen d'un test «hédonique». Trois critères ont été alors évalués ; il s'agit du goût, de la texture et de la couleur.

Dans ce test, on s'est servi d'une échelle de 9 niveaux allant de 1 à 9. Chaque niveau correspond à une catégorie bien définie comme la montre le tableau 5 Pour cela, les échantillons préparés sont présentés au panel de dégustation constitué de 21 sujets amateurs

dont l'âge est compris entre 20 et 30 ans. Il s'agit des étudiants et des enseignants de la faculté des Science de l'Ingénieur, Université de Boumerdès.

Tableau 5 : Echelle de l'évaluation organoleptique des différentes formulations.

Catégorie	Note
Extrêmement désagréable	1
Très désagréable	2
Désagréable	3
Assez désagréable	4
Ni désagréable ni agréable	5
Assez agréable	6
Agréable	7
Très agréable	8
Extrêmement agréable	9

Le panel de dégustation est appelé à évaluer les échantillons codés en indiquant leur degré d'appréciation sur l'échelle de 9 niveaux. Les échantillons sont présentés dans des contenants identiques, codés avec des codes de trois chiffres. Tous les échantillons sont présentés simultanément à chaque dégustateur. A la figure 10 est présenté le bulletin d'évaluation du degré d'appréciation.

<u>FICHEDE TEST HEDONIQUE</u>						
NOM : PRENOM : Age :						
Veillez évaluer chaque échantillon en donnant une note de 1 à 9.						
<u>Goût</u>	325	231	332	113	111	321
<u>Couleur</u>	331	221	121	423	512	224
<u>Texture</u>	213	114	344	555	444	222

Figure 12 : Bulletin du test hédonique

❖ Analyse de la variance

La signification des différences entre les résultats de l'analyse hédonique concernant les différentes préparations testées a été évaluée en se basant sur l'Anova. Ceci a été effectué par le biais du logiciel Minitab 15 (version française).

4.2.2. Analyses physicochimiques

Pour évaluer l'impact des matières ajoutées sur le produit fini et caractériser ce dernier, différents paramètres physicochimiques ont été analysés : pH, l'activité de l'eau, acidité titrable, taux de cendre, Polyphénols totaux, dureté, taux de matière grasse, minéraux, °Brix, et viscosité.

4.2.2.1. L'activité de l'eau

L'activité de l'eau est déterminée par Aw METRE

L'activité de l'eau (symbole a_w pour activité of water) représente la pression de vapeur d'eau p d'un produit humide divisée par la pression de vapeur saturante p_0 à la même température.

$$a_w = p/p_0$$

4.2.2.2. Détermination du pH (AFNOR 36-16,1999)

Principe

La mesure du pH est basée sur la différence du potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence.

Mode opératoire

Pour déterminer le pH, une masse de 5 g du produit a été utilisée. Après l'étalonnage de l'appareil, nous avons procédé à la mesure du pH. Celle-ci a été effectuée en prolongeant directement l'électrode dans la masse du produit à analyser jusqu'à la stabilisation de la valeur du pH. La valeur est notée directement à partir de l'écran de l'appareil.

4.2.2.3. Détermination de la teneur en eau

L'analyse a été faite au laboratoire de l'unité de production Sarl ISO 9 INTERNATIONAL Boumerdès par un dessiccateur.

4.2.2.4. Détermination de l'acidité titrable

Dans un bécher approprié, une masse de 5 g de chocolat est introduite avec 9 ml du mélange éther éthylique -éthanol neutralisé (2 volume : 1 volume) et agitée jusqu'à dissolution complète. Le contenu est transvasé dans une fiole de 25 ml et complétée avec le même mélange du solvant. Un volume de 10 ml de la solution ainsi obtenue est titré avec le NaOH à 0.1N après avoir ajouté quelques gouttes de phénolphtaléine. Le virage de couleur (rose) est détecté au biais du pH (8,2).

Exprimée en pourcentage (g/100g mh), l'acidité (A) est calculée selon la formule suivante :

$$A = (25 \cdot V_1 \cdot 100) / (M \cdot 10 \cdot V_0)$$

V_1 : Volume de NaOH versé ; V_0 : Volume de la solution de l'échantillon (10ml) ; M : masse de l'échantillon.

4.2.2.5. Détermination de la teneur en éléments minéraux par spectroscopie d'absorption atomique

En absorption atomique la concentration est déduite de la mesure de l'absorption de la lumière par les atomes de l'élément restes à l'état fondamentale lorsqu'ils sont éclairés par

une source lumineuse convenable. La mesure de l'intensité lumineuse est faite à une longueur d'onde spécifique de l'élément à doser. On dissout les cendres obtenues dans 1ml d'HCL a 6N, puis on y ajoute 10ml de l'eau distillée. Le mélange est chauffé au bain-marie bouillant jusqu'à la dissolution complète des cendres. La solution ainsi obtenue est versée dans une fiole jaugée de 100 ml, puis complétées a 100 ml avec l'eau distille (**Afnor, 1982**). A partir de cette solution nous nous effectuons le dosage des éléments minéraux par un photomètre de flamme de type *JENWAY*. Le potassium (K), le sodium (Na), et le calcium (Ca). Les résultats sont exprimés en mg/l.

4.2.2.6. Détermination de la teneur en matières grasse (NF EN ISO 734-1, 2000)

➤ Principe

Les corps gras sont les substances organiques qui peuvent être extraites à partir des fruits et végétaux par des solvants organiques apolaires au moyen de l'appareil Soxhlet.

Les lipides sont solubles à chaud ou à froid dans les solvants organiques, tels que l'éther de pétrole, l'éther -d'éthylique, l'hexane, l'acétone, l'éthanol, le chloroforme.

Dans la présente étude c'est l'hexane quia été utilisé.

➤ Mode opératoire

La matière grasse contenue dans *le chocolat* est extraite à partir de 10g bien broyés en utilisant la méthode de Soxhlet, le solvant utilisé est l'hexane. Après la distillation le pourcentage des lipides est exprimé en poids de la matière humide. L'extraction est effectuée selon le mode opératoire suivant :

- Sécher le ballon de 500 ml à l'étuve à 105 °C pendant une heure.
- Refroidir le ballon au dessiccateur pendant 30 mn.
- Peser le ballon à la précision de 0.001g.
- Peser 10 g environ du chaque échantillon broyé et couvrir avec du coton.
- Introduire le broyat dans la cartouche et couvrir avec de coton.
- Placer la cartouche avec la prise d'essai à l'intérieur de l'appareil Soxhlet.
- Verser 200 ml de solvant d'extraction dans le ballon et 50 ml dans l'extracteur.
- Chauffer le ballon pendant 5 heures (20 siphonages par heure) jusqu'à l'épuisement de la matière grasse.

- Après, éliminer le solvant du ballon par distillation.
- Concentration au rota vapeur (IKA) a 60°C sous vide
- Peser le ballon avec l'huile à la précision de 0.001g.

➤ **Expression des resultants**

La teneur en matière grasse est calculée selon la formule suivante :

$$MG = \frac{P_2 - P_1}{P_3} \times 100$$

P1 : Poids du ballon vide (g).

P2 : Poids du ballon avec l'huile extraite (g).

P3 : Poids de la prise d'essai (g).

4.2.2.7. Détermination de la dureté

La dureté est mesurée par un duromètre de type SHORE A HARDNESS TESTER HT-6510A stabilisé a (21.5±0.2). Elle détermine la résistance à la rupture de chocolat par la force nécessaire pour provoquer leur rupture par écrasement, l'essai est réalisé sur les trois formulations du chocolat. (**Voir annexe 1**).

4.2.2.8. Etude rhéologique

Pour déterminer le comportement rhéologique de différents chocolats, nous avons utilisé un viscosimètre du type « Thermo HAAKE VT 550 » en matériaux (FSI) avec une géométrie cône plan (figure 13 et figure 14).



Figure 13 : viscosimètre « thermo HAAKE VT550 » et dispositif de mesure en géométrie cône plan

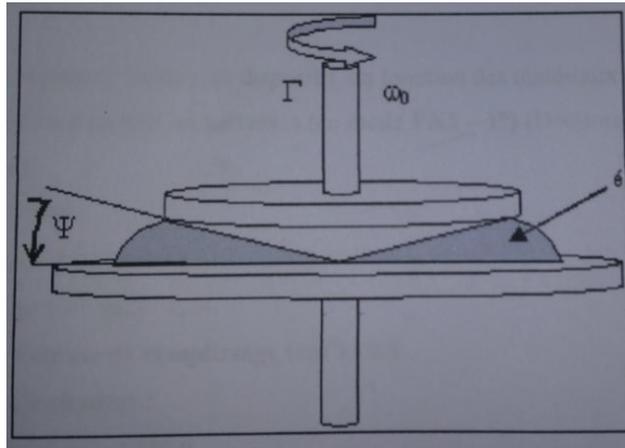


Figure 14 : schéma de la géométrie cône plan du dispositif de mesure de la rhéologie (viscosité et contrainte)

L'appareil utilisé est un viscosimètre qui contrôle et caractérise des échantillons visqueux en mode de rotation déterminant leur comportement rhéologique telle que la viscosité et la contrainte. La technique la plus utilisée avec ce type de viscosimètre, consiste à imposer une vitesse de cisaillement et calculer la contrainte de cisaillement et la viscosité apparente. L'angle de cône plan (figure 14) est très faible (≤ 4) pour obtenir en taux de cisaillement vertical constant dans le volume de mesure. Un logiciel permet le cisaillement vertical constant dans le volume de mesure. Un logiciel permet la programmation et le contrôle des paramètres d'essai $\dot{\gamma}$, déformation, temps, fréquence, isotherme, paliers, rampe ou profil de température (association de rampes et de paliers), contrainte de cisaillement ou gradient de vitesse dans le fluide, etc.), la sauvegarde et le traitement des données. Un régulateur de température de type (haak DC 30) est utilisé dans le but de maintenir la température à $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durant la durée de l'analyse.

Pour mesurer la viscosité du chocolat liquide il faut préalablement éliminer toutes formes cristallines. Pour ce faire, le chocolat est fondu au bain marie à 50°C . Quand le chocolat est complètement liquide, nous le versons dans la Rgéometr dont la température du bain thermostaté est à 40°C . Un cisaillement de 5 S^{-1} est imposé 5 minute afin d'homogénéiser la température de commencer la mesure.

Mode opératoire

Les échantillons de chocolat ne dépassant pas un volume de $0,1 \text{ cm}^3$ est déposé à l'aide d'une fine spatule, sur la surface plane du dispositif de mesure. La géométrie supérieure tourne (cône) à une faible distance, l'échantillon en faible quantité remplissant le volume de mesure.

Le résultat traité à l'aide d'un logiciel rheowin-logiciel facultatif de HAAKE, est illustré par un graphe ; soit de la viscosité ou de la contrainte en fonction du temps.

4.2.2.9. Détermination du taux de solide soluble (TSS ou °Brix) (NF V 05-109,1970)

➤ Principe

Le Brix (%) exprime le pourcentage de la concentration des solides solubles contenus, dans un échantillon (solution aqueuse).

Le contenu des solides solubles représente le total de tous les solides dissous dans l'eau, incluant les sucres, alcools les sels, protéines, acides...etc, et la mesure lue est leur somme totale. Fondamentalement, le Brix (%) est calibré en fonction du nombre de grammes de sucres de canne contenus dans une solution de 100 g.

Donc, lors de la mesure d'une solution de sucre, le Brix (%) devrait parfaitement correspondre à la concentration réelle. Dans le cas de solutions contenant d'autres composants, en particulier lorsqu'il s'agit de connaître la concentration exacte, une table de conversion est nécessaire.

L'échelle « degré Brix » a été développée pour comparer plus facilement l'indice de réfraction d'une grande variété de solutions. Cette échelle utilise une solution pure de saccharose dans la solution

L'échelle « degré Brix » a été développée pour comparer plus facilement l'indice de réfraction d'une grande variété de solutions. Cette échelle utilise une solution pure de saccharose comme solution de référence. Un degré représente 1% en poids de saccharose dans la solution

➤ Mode opératoire

L'échantillon utilisé est un chocolat broyé.

L'eau distillée est préalablement bouillie et refroidie.

Les étapes sont résumées dans le tableau 6

Tableau 6 : les principales étapes de détermination du taux de solide soluble (TSS ou °Brix)

Réactifs et matériel	Quantités en gr ou en ml
Echantillon	10 g
Mettre dans un bécher de 250 ml, préalablement taré	
Eau distillé	Egale ou supérieur à 5 fois de la masse du produit
Bain marie	Chauffer 30 mn
Après refroidissement	
Eau distillé	Jusqu'à la totalité du contenu de bécher
Après 20 minute	
Filtrer ou on centrifuge l'échantillon	

On détermine le taux résidu sec soluble par refractomètre.

➤ **Expression des résultats :**

$$^{\circ}\text{Brix} = M * M_1 / E$$

M : la masse totale de la solution pesée (**contenue dans le bécher**).

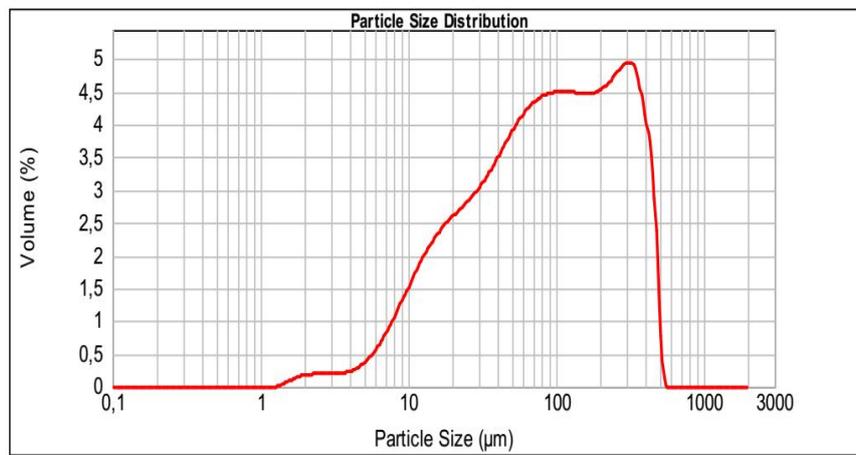
M₁ : la masse de résidu sec soluble pour 100 g de produit analysé(**g**).

E : la masse de produit utilisé pour la détermination(**g**).

4.2.3. Analyses statistiques

Les analyses statistiques des données ont été effectuées par le biais du logiciel Excel 2010. Les résultats sont présentés comme étant la moyenne de trois répétitions. L'analyse de variance (ANOVA) a été effectuée en utilisant le logiciel Minitab 15 (version française).

Résultats et discusion



Pour rappel, l'objectif principal du présent expérimental est la préparation et la caractérisation de deux formulations d'un chocolat au lait sans sucre et enrichie avec des plantes médicinales à potentiel antidiabétique. La première formulation est obtenue par l'enrichissement du chocolat avec de la poudre des feuilles d'olives (*Olea europaea*), tandis que la seconde porte sur l'incorporation de la poudre de l'aurone (*Artemisa icampestris*) dans la masse du même type de chocolat. Le sucre blanc, rentrant souvent dans la préparation du chocolat, a été substitué par le glycoside de stéviol, édulcorant naturel connu sous le nom de *Stevia*.

L'enrichissement, rappelons-nous, vise non seulement à avoir un produit sans sucre calorifique qui serait consommé sans crainte pour les diabétiques ou les personnes en régime, mais aussi un aliment fonctionnel qui contient des produits naturels caractérisés par leur propriété antidiabétique.

Dans la présente partie seront présentés et discutés les résultats obtenus et qui sont relatifs aux différentes analyses physicochimiques et sensorielles effectuées.

1. Caractérisation physico-chimique des matières premières

1.1. Teneur en eau et teneur en matières sèches

La figure 15 montre les teneurs en eau et en matières sèches des deux poudres utilisées dans la présente étude.

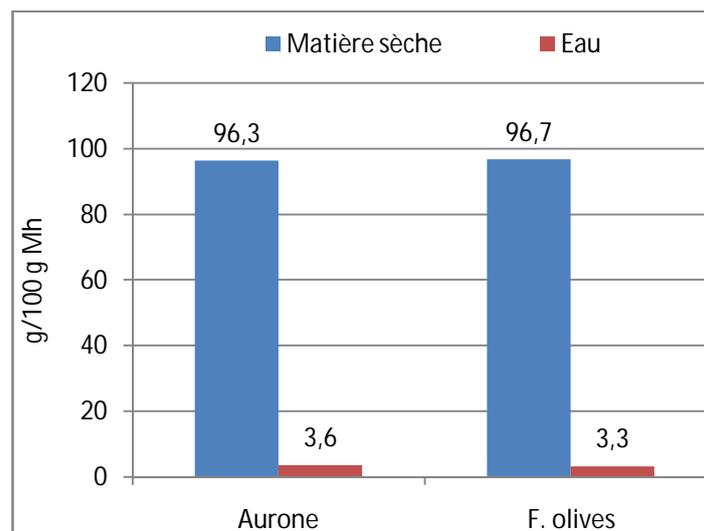


Figure 15 : Teneurs en eau et en matière sèches des feuilles d'olives et de l'aurone.

Présentant des valeurs comparables, les poudres des feuilles d'olives et de l'aurone analysées possèdent des teneurs en eau et en matières sèches voisinant, respectivement, les 3,5 et 96,5g/100 (mh). Ces valeurs sont les résultats finals du séchage des plantes utilisées.

La quantité d'eau finale des produits séchés est surtout déterminée par la température et la durée qui sont appliqués lors du traitement.

Dans les aliments, la masse sèche est la partie qui renferme les substances nutritionnelles et indispensables dans notre alimentation telles que les vitamines, les matières grasses, les protéines et les minéraux. Ce qui fait que celle-ci soit un paramètre déterminant dans le processus d'enrichissement.

D'autre part, la teneur en eau peut être un critère de qualité et un paramètre important pour la conservation des produits alimentaires. La valeur caractérisant nos poudres semble plus adéquate et facilitent la conservation des produits.

1.2. Acidités potentielle et titrable

La figure 16 montre les résultats qui concernent la détermination de l'acidité titrable, et du pH.

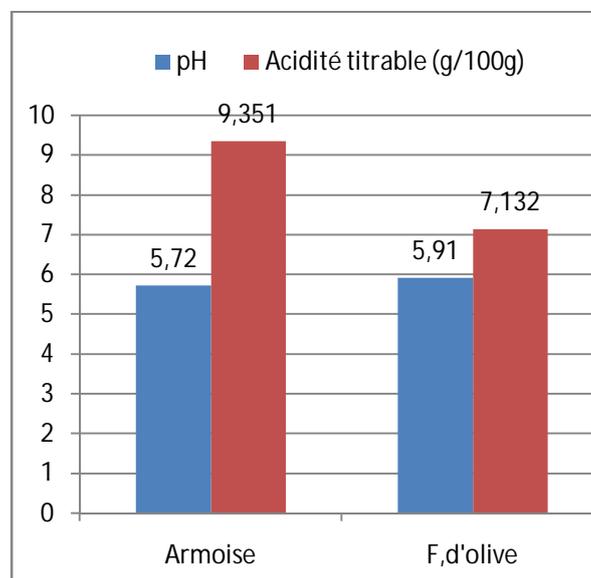


Figure 16 : Acidités titrable et potentielle des deux poudres utilisées

Comme le montre la figure 16, les matières premières utilisées possèdent un pH acide dont la valeur est proche de 6.

Le pH, rappelons-nous, c'est un paramètre qui exprime l'acidité potentielle des matières c'est-à-dire la présence des éléments chimiques à caractère acide.

Rabah et al. (2016) ont montré que le pH de la même variété des FO utilisée dans notre expérimentale est de 5.2, valeur semble comparable à celle trouvée dans la présente étude.

Quant à l'acidité titrable, ce paramètre a révélé que les matières analysées constituent une source non négligeable d'acides organiques, en présentant un taux d'acides dépassant les 9% pour FO et les 7% pour l'aurone.

Selon la littérature, ces acides se trouvent diversifiés en quantité et qualité dans les deux types de poudres.

Types d'acides organiques

1.3. Les Cendres

La figure 17 montre la teneur en cendre et celle en matières organiques contenues dans les poudres utilisées dans la présente étude.

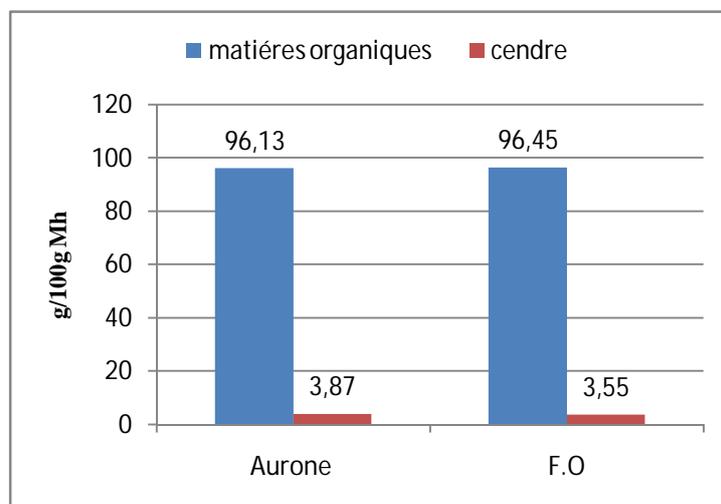


Figure 17 : Teneur en cendre des poudres de plantes caractérisées

Selon la figure 17 la teneur moyenne qui caractérise les FO et l'aurone analysées est de l'ordre de 3,5% du poids humide.

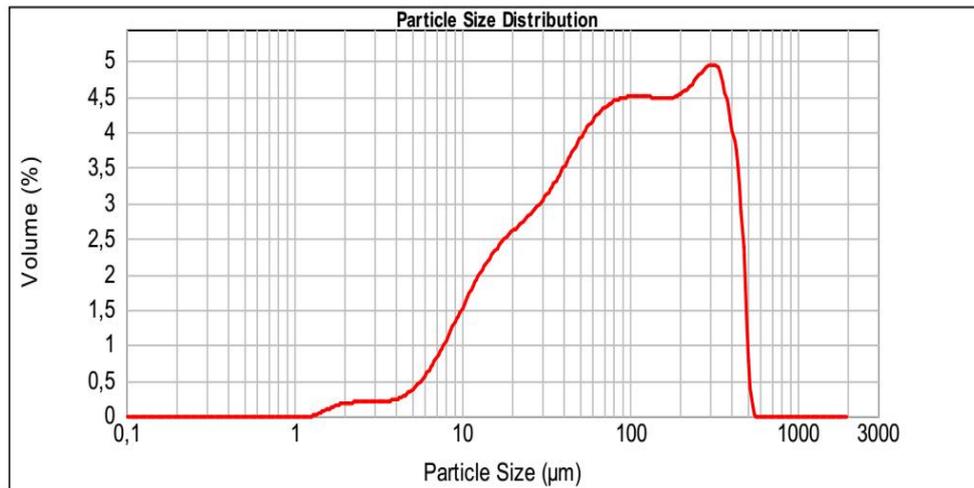
Ces valeurs semblent plus inférieures à celle rapportée par Caratini pour les FO et plus faible par rapport à celle communiquée par Amorós qui concerne l'aurone.

Il est connu que le taux de cendres est la quantité totale en sels minéraux présents dans un échantillon et qui reste après incinération à température élevée. Les cendres constituant ces

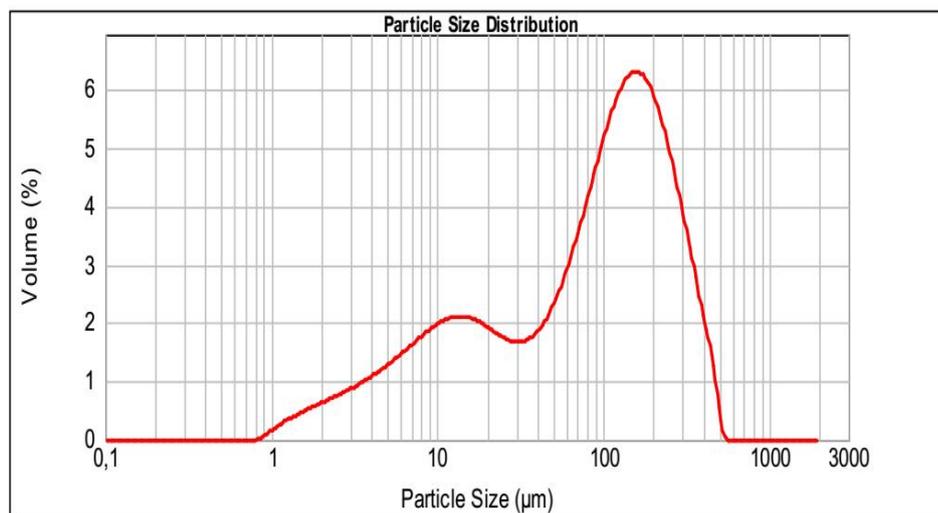
plantes sont composées d'une multitude d'éléments minéraux tels que le P, K, Mg, Ca, Zn, S et le Fe (Amoros *et al.*, 2011).

1.4. La granulométrie des poudres

Les courbes montrées en figure 18 montrent la variation de la taille des particules constituant les poudres en fonction du pourcentage de son volume.



(a)



(b)

Figure 18 : Résultats de l'analyse de la granulométrie des deux poudres analysées (a : aurone, b : feuilles d'olives).

L'analyse des deux courbes a révélé ce qui suit :

Pour la poudre des feuilles d'olives, la valeur moyenne de la taille des particules contenues dans 10 % du volume de l'échantillon est inférieure à 6,544 μm . La taille des particules du 50% du même volume est au-dessous de 95,161 μm , tandis que 90 % de ce volume a une taille moyenne inférieure à 277,204 μm .

Pour la poudre de l'aurone, 10 % du volume de l'échantillon présente une taille moyenne inférieure à 14,434 μm , 50% sont au-dessous de 88,868 μm et 90% montrent une taille inférieure à 336,11 μm .

D'autre part, la courbe de l'évolution de la taille des particules des poudres montre que la poudre des feuilles d'olives est plus homogène que celle de l'aurone : la distribution de taille des particules constituant la poudre des feuilles d'olives montre une forme plus gaussienne.

1.5. Quantification des composés phénoliques

La quantité des polyphénols totaux contenus dans la poudre des feuilles d'olives et celle de l'aurone est présentée dans la figure 19

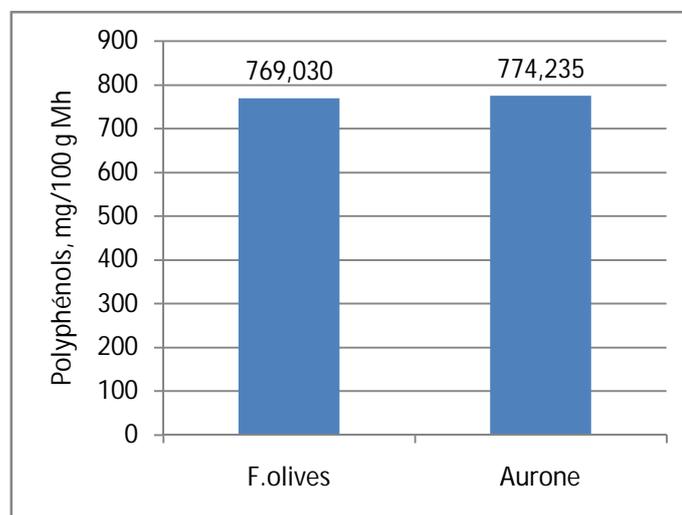


Figure 19: Polyphénols totaux des poudres analysées.

Comme le montre la figure 19, les poudres analysées présentent des concentrations comparables en composés phénoliques et qui voisinent les 770 mg/100 g. Ces valeurs élevées indiquent que les plantes utilisées constituent une source intéressante des polyphénols qui sont en fait, un ensemble de substances chimiques hétérogènes regroupant des flavonoïdes, des

esters et acides phénoliques....Selon la littérature, différentes propriétés biologiques sont attribuées à la présence de ces composés tels que l'activité antioxydante, l'activité antimicrobienne et l'activité antidiabétique.

Par ailleurs, le taux des composés phénoliques peut varier en fonction de la méthode d'extraction, la nature du standard utilisé, l'origine géographiques (nature de sol, climat, altitude), la période de récolte, les conditions du stockage et la nature du solvant.

2. Caractérisation des produits préparés

1.2 Caractérisation sensorielle

Les résultats concernant la notation du degré d'appréciation donnée par le panel d'évaluation des différentes formulations sont regroupés dans les tableaux 7 et 8.

Tableau 7 : Résultats des scores du test hédonique des deux types des formulations additionné des feuilles d'olives.

	Couleur						Gout						Texture					
	0%	1%	2%	3%	4%	5%	0%	1%	2%	3%	4%	5%	0%	1%	2%	3%	4%	5%
1	7	6	6	5	4	6	6	1	1	2	2	2	5	6	3	5	3	4
2	8	7	7	6	5	6	6	5	5	3	3	4	6	7	5	5	4	4
3	8	7	7	6	5	6	6	6	6	5	5	4	7	7	6	6	5	6
4	8	7	7	6	6	6	7	6	6	5	5	5	7	7	6	6	5	7
5	8	7	7	7	7	7	7	7	7	5	5	5	8	8	7	7	7	7
6	8	7	8	7	8	8	7	7	7	5	5	6	8	8	7	7	7	7
7	8	8	8	7	8	8	7	7	7	6	6	6	8	8	7	7	7	7
8	8	8	8	7	8	8	7	7	7	6	6	6	8	8	7	7	7	7
9	8	8	8	8	8	8	7	7	7	6	6	6	8	8	7	7	7	7
10	8	8	8	8	8	8	7	8	8	6	6	6	8	8	7	7	7	8
11	8	8	8	8	8	8	7	8	8	7	7	6	8	8	8	7	8	8
12	8	9	9	8	8	8	8	8	8	7	7	7	8	8	8	7	8	8
13	9	9	9	8	9	8	8	8	8	7	7	7	9	8	8	7	8	9
14	9	9	9	9	9	9	8	8	8	7	7	8	9	8	8	8	8	9
15	9	9	9	9	9	9	8	8	8	7	7	8	9	9	8	8	9	9
16	9	9	9	9	9	9	8	8	8	7	7	8	9	9	9	9	9	9
17	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9
18	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9
19	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9
20	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9
21	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8	9	9	9	9	9	9	9

Tableau 8 : Résultats des scores du test hédonique des deux types des formulations additionné de l'aurone.

	Couleur						gout						Texture					
	0%	1%	2%	3%	4%	5%	0%	1%	2%	3%	4%	5%	0%	1%	2%	3%	4%	5%
1	7	6	6	5	5	5	7	6	6	5	5	5	5	5	4	3	3	3
2	8	7	6	7	5	7	8	7	6	7	5	7	6	6	6	5	4	3
3	8	7	7	7	6	7	8	7	7	7	6	7	7	7	6	7	5	5
4	8	7	7	7	6	7	8	7	7	7	6	7	7	7	6	7	6	5
5	8	7	7	7	7	7	8	7	7	7	7	7	8	7	7	7	6	6
6	8	8	7	8	7	7	8	8	7	8	7	7	8	7	7	7	6	6
7	8	8	8	8	7	7	8	8	8	8	7	7	8	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	7	8	8	8	8	8	7	8	8	8	7	7	7	7
9	8	8	8	8	7	8	8	8	8	8	7	8	8	8	7	7	7	7
10	8	8	8	8	7	8	8	8	8	8	7	8	8	8	8	8	7	7
11	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7
12	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7
13	9	8	8	8	8	8	9	8	8	8	8	8	9	8	8	8	8	7
14	9	8	8	8	8	8	9	8	8	8	8	8	9	8	8	8	8	8
15	9	8	9	8	8	8	9	8	9	8	8	8	9	8	8	8	8	8
16	9	8	9	8	8	9	9	8	9	8	8	9	9	8	8	8	8	8
17	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8	9	8
18	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8	9	9
19	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
20	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
21	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

2.2 Analyses de la variance des résultats des tests sensoriels

Une Anova a été procédé au biais du logiciel Minitab 15 dont le but est de mettre en exergue la signification des différences entre les scores donnés par le panel d'appréciation des différentes formulations en tenant en compte du goût, de la texture et de la couleur. L'Anova consiste à comparer par pair les produits enrichis à celui non enrichi (témoin).

Le produit étant indifférent que le témoin et ayant la proportion la plus élevée possible sera retenu pour analyser sur le plan physicochimique.

Pour les deux types de formulations et selon l'Anova, les produits enrichis sont appréciés au même titre que le témoin (0%) à un niveau de signification de 95%. C'est dire que

l'ajout jusqu'à 5% n'a pas d'impacte significatif sur le goût, la couleur et la texture du chocolat élaboré.

Pour mieux différencier les catégories inhérentes aux différentes formulations, les résultats trouvés sont retracés sous forme d'histogrammes montrés en figures 20 et 21.

En tenant compte la différence non significative entre les produits et leurs témoins, l'examen des profils de la notation indique que de façon général, les produits préparés sont agréablement appréciées par le jury.

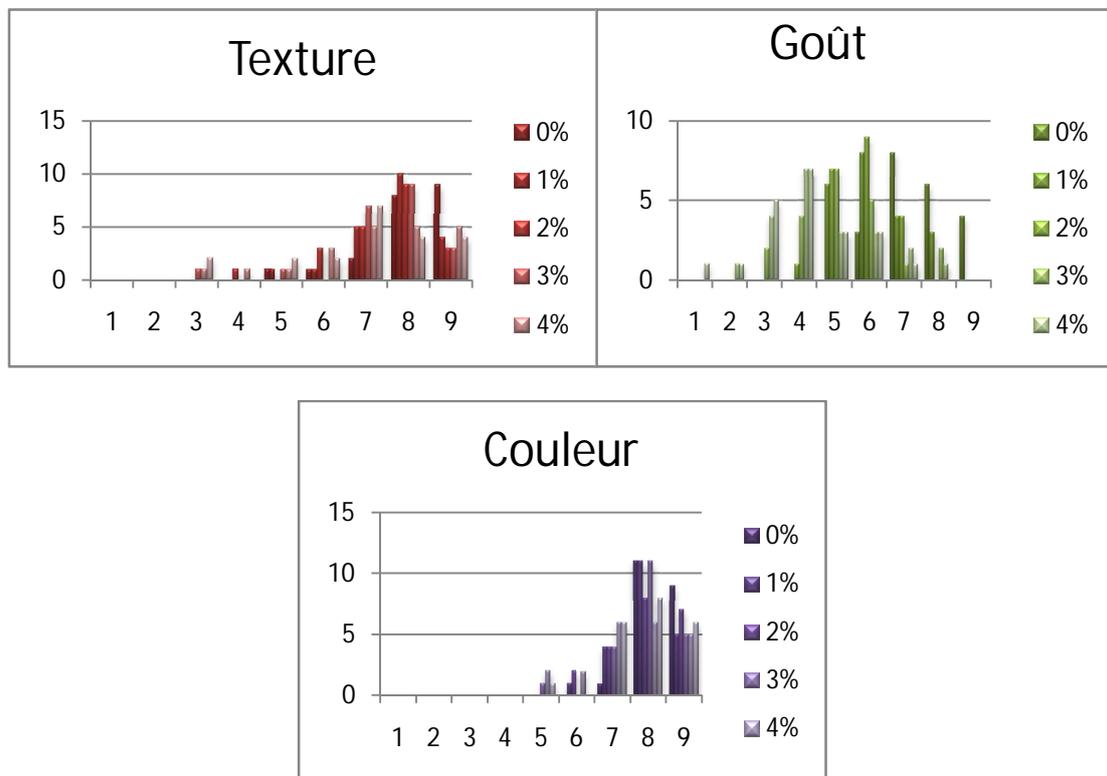


Figure 20 : Résultats de test d'évaluation sensorielle, cas des produits additionnés de l'aurone.

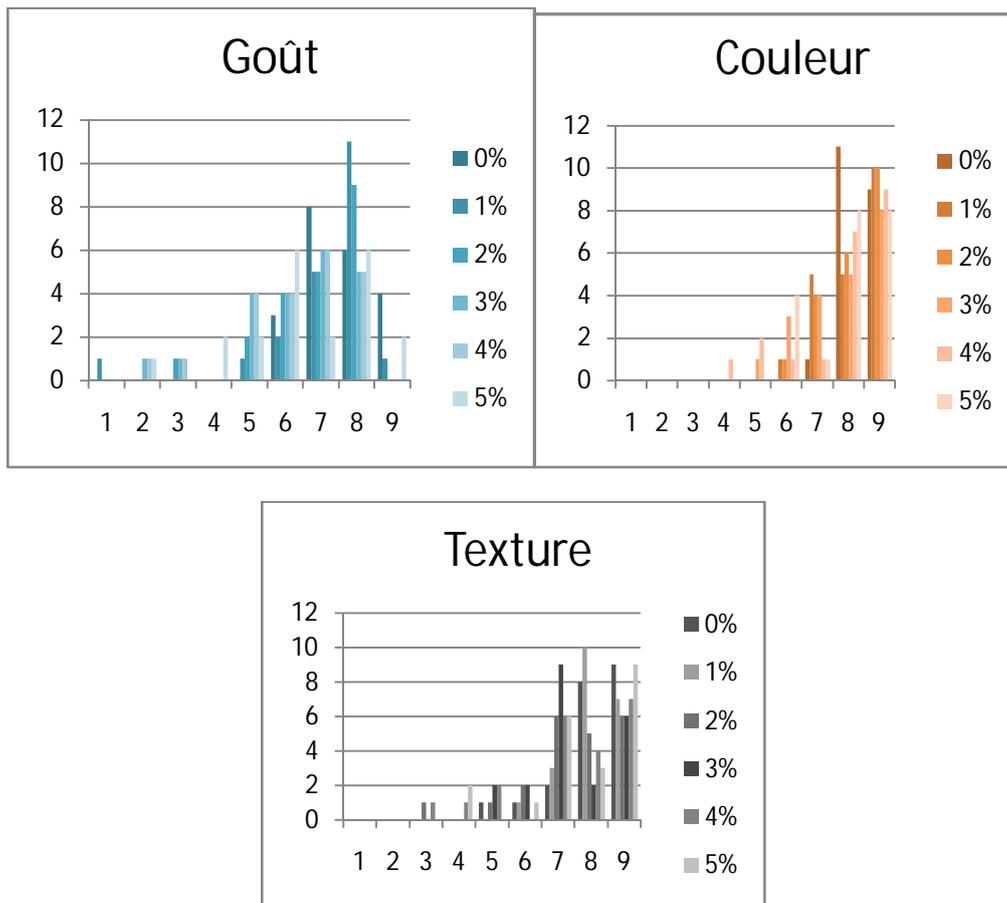


Figure 21: Résultats de test d'évaluation sensorielle, cas des produits additionnés des FO.

2.3. Analyses physicochimiques des produits préparés

2.3.1. Activité de l'eau

La figure 22 montre l'activité de l'eau (W_a) qui caractérise les produits finis analysés.

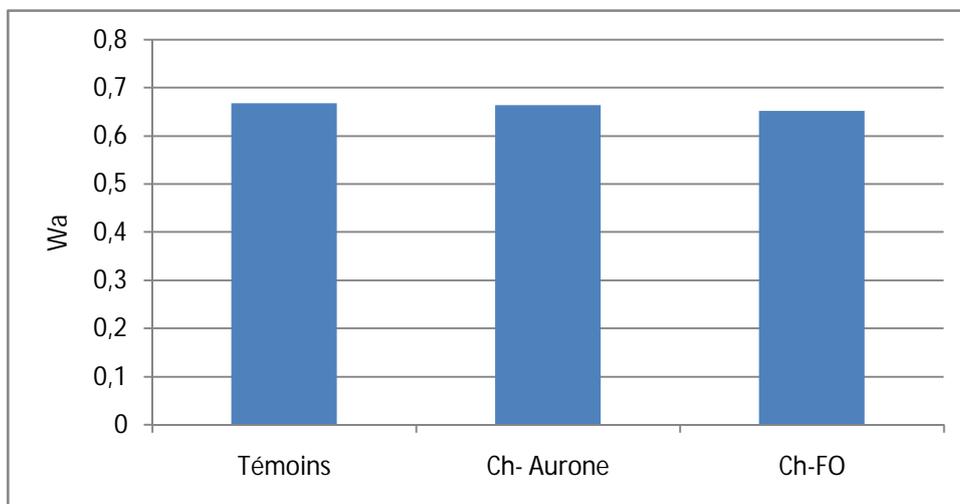


Figure 22 : Activité de l'eau du chocolat avant et après enrichissement

Il est connu que l'activité de l'eau est un paramètre physique exprimant la disponibilité de l'eau dans un échantillon. De ce fait, il peut présenter un intérêt plus important que la teneur en eau : les altérations chimiques (réactions chimiques), biochimiques et biologiques sont liées davantage à l'eau disponible ; la teneur en eau exprime la quantité d'eau totale existante.

Dans la présente étude, les chocolats analysés possèdent des valeurs comparables de l'activité de l'eau, elle est de l'ordre 0,6. Selon la littérature (**Anonyme 4**), cette valeur ne posera aucun souci lors de la conservation des produits car elle est inférieure au seuil (0,7) favorisant le développement de la majorité des réactions chimiques. Les bactéries ont besoin d'une activité de l'eau de 0,91.

2.3.2. Acidités des produits finis

La figure 23, montre l'acidité des différentes formulations préparées.

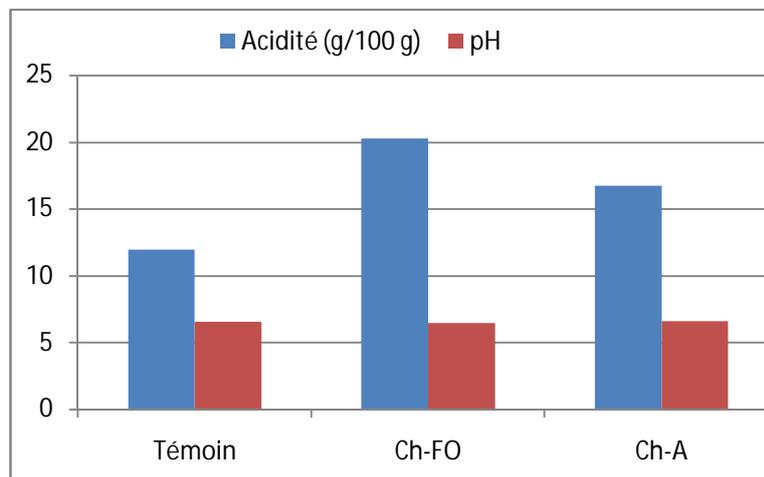


Figure 23 : Acidités des trois formulations préparées.

Comme le montre la figure 23, les trois préparations ont des valeurs comparables de pH et qui voisinent le 6,5. Cela signifie que l'ajout des poudres au chocolat n'a pas d'effet significatif sur son pH : la composition des matières ajoutées n'a pas affecté l'acidité potentielle du chocolat préparé. Cela peut revenir à la valeur faible de l'acidité potentielle caractérisant les plantes ajoutées comme montré dans la partie « caractérisation physicochimique des matières premières » et qui est traduite par un pH faiblement acide.

D'autre part, le processus d'enrichissement a permis d'augmenter le taux d'acides du chocolat enrichi. Ceci peut être expliqué par la richesse en acides organiques des matières ajoutées : Les FO et l'aurone, pour rappel, en contiennent un taux qui voisine respectivement les 20.27 et les 16.72 %.

2.3.3. Taux de cendre

La figure 24 montre la quantité de cendre contenue dans chaque formulation de chocolat.

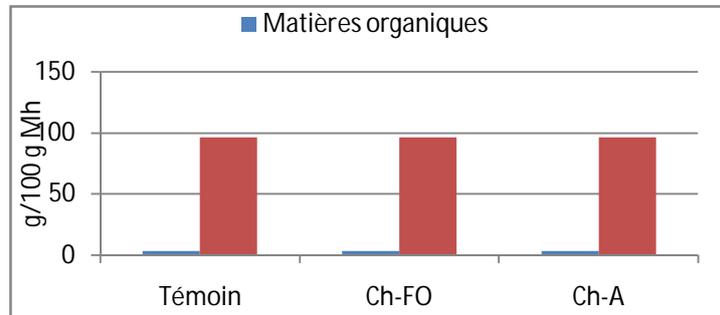


Figure 24 : taux de cendre et de matières organiques contenues dans les chocolats préparés (Ch-FO : chocolat à 5% de poudre des feuilles d’olives, Ch-A : chocolat à 5% de poudre de l’aurone).

Selon la figure 24, les trois chocolats préparés présentent des taux similaires de cendre et par conséquent des teneurs en matières organiques. De ce fait, l’addition des poudres au chocolat n’a pas d’impact significatif sur la quantité initiale des cendres contenues dans le chocolat.

2.3.4. Composés phénoliques

Les résultats relatifs aux composés phénoliques sont illustrés par la figure 25.

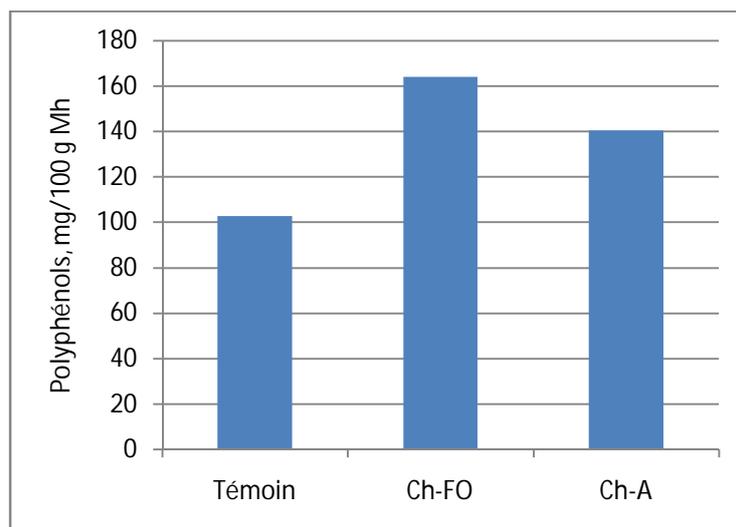


Figure 25 : Composés phénoliques caractérisant les trois préparations de chocolats (Ch-FO : chocolat à 5% de poudre des feuilles d’olives, Ch-A : chocolat à 5% de poudre de l’aurone).

Il est clair de constater que les trois formulations de chocolats contiennent des concentrations différentes en composés phénoliques dont la plus riche est celle qui contient la poudre des feuilles d’olives, suivi de la formulation obtenue avec la poudre de l’aurone. Ceci confirme que l’incorporation des poudres, riches en polyphénols, a permis d’enrichir significativement le chocolat.

La présence des composés phénoliques notamment ceux qui sont responsables des propriétés antidiabétiques au sein de la masse du chocolat est un objectif capital visé par l’incorporation des poudres.

2.3.5. Eléments minéraux

Rappelons que trois éléments minéraux contenus dans les chocolats ont été quantifiés par spectrophotométrie de flamme, il s’agit du Na, Ca et K. Leurs teneurs sont illustrées par la figures 26.

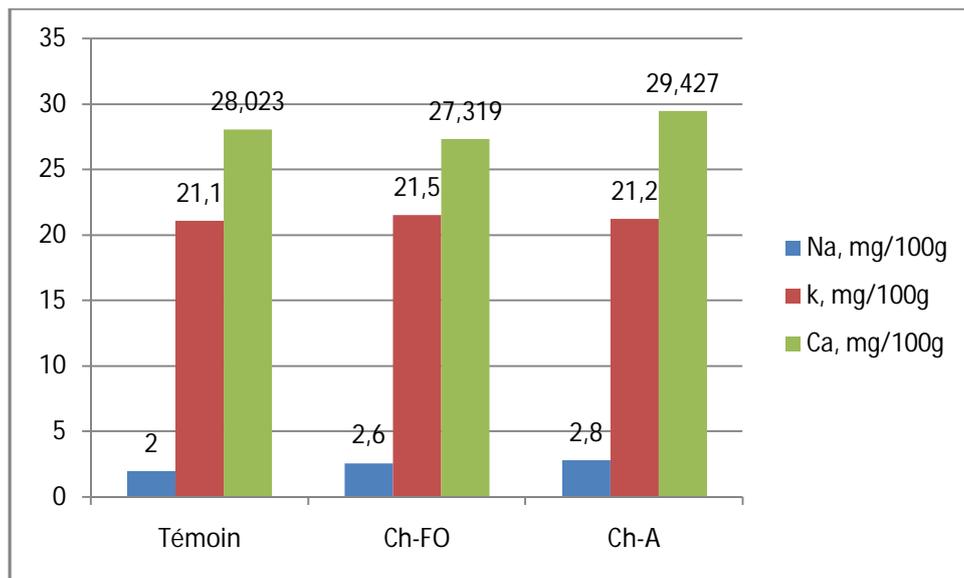


Figure 26 : Eléments minéraux contenus dans les trois chocolats (Ch-FO : chocolat à 5% de poudre des feuilles d’olives, Ch-A : chocolat à 5% de poudre de l’aurone).

Présentant des valeurs comparables, les chocolats préparés semblent des sources intéressantes du calcium (environ 30 mg/100 g) et du potassium (environ 20 mg/100 g). Leur présence dans le chocolat vient principalement du lait, source connue de ce genre d’éléments minéraux.

Notons que pour pouvoir mettre en évidence l’enrichissement en ces éléments par incorporation des poudres, il faut savoir leurs quantités dans les plantes utilisées.

2.3.6. Les matières grasses

La figure 27, montre les résultats de la quantification des matières grasses (en %) contenues dans les différentes préparations.

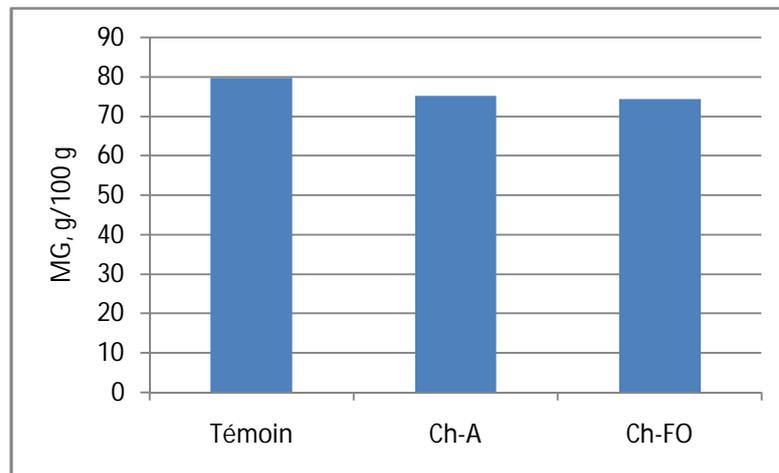


Figure 27 : Taux des matières grasses des différentes préparations

La figure 27, montre que le chocolat préparée possède une teneur en matières grasses voisinant les 80%. D'autre part, l'ajout des poudres a engendré une légère diminution dans le taux des MG des chocolats enrichis. Ceci peut s'expliquer par la pauvreté des poudres de plantes incorporées en matières grasses.

Notons que les matières grasses contenues dans le chocolat proviennent essentiellement du beurre de cacao et lait (26%) utilisés dans la préparation ; les plantes ajoutées étant des matières pauvres en ces nutriments.

2.3.7. Dureté

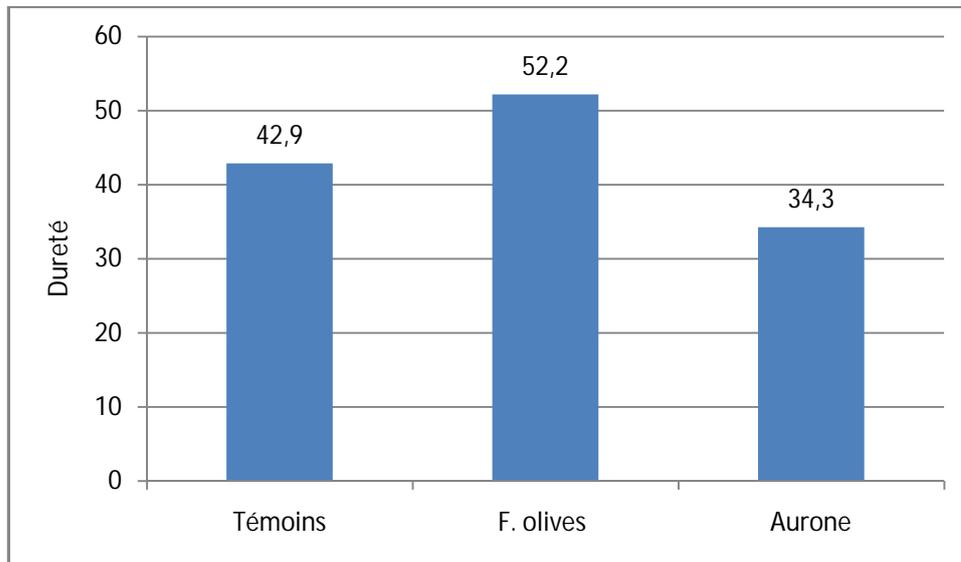


Figure 28 : Dureté des produits préparés

D'après la figure 28, on constate que les trois chocolats présentent des duretés différentes : l'incorporation des poudres dans la masse du chocolat a significativement affecté sa sensibilité à la déformation exercée par la contrainte appliquée. En effet, la poudre des feuilles d'olives a augmenté la dureté du chocolat de la valeur 43 à 52 environ, tandis que l'addition de celle de l'aurone a diminué d'une manière significative ce paramètre de la valeur 43 à la valeur 34. Ces écarts observés par rapport au témoin peuvent être dus à la qualité de granulométrie qui joue un rôle primordial dans l'homogénéité de la texture et par conséquent sa résistance vis-à-vis aux contraintes appliquées.

2.3.8. Viscosité du chocolat

La figure 29, montre l'évolution du taux de cisaillement (exprimée en pascal) en fonction de la viscosité du chocolat. Rappelons que nos produits élaborés ont été comparés à un chocolat commercial « Ambassadeur » pris comme témoin standard.

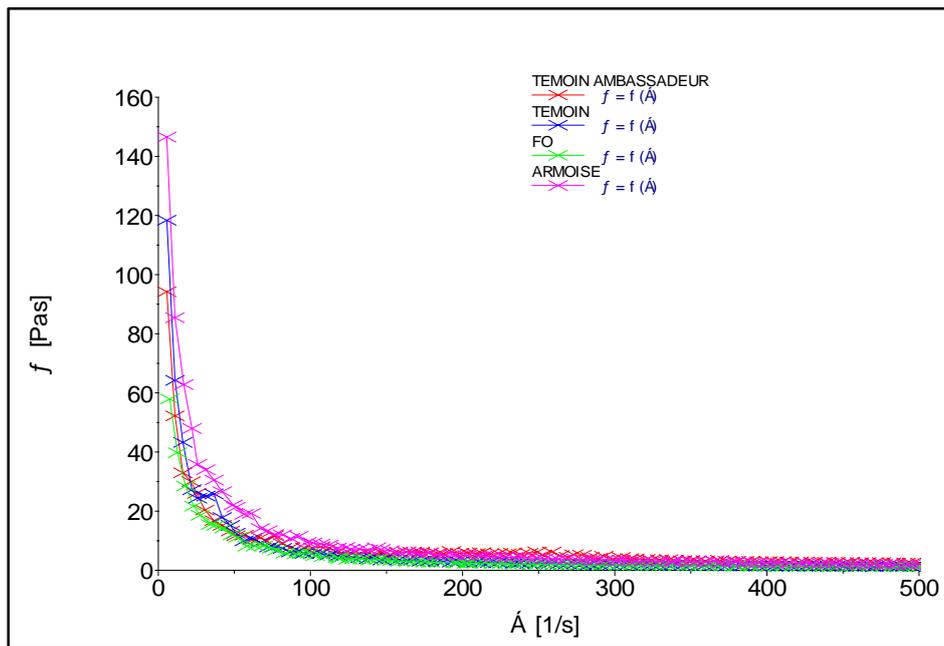


Figure 29 : Evolution du taux de cisaillement en fonction de la viscosité.

Il est aisé de constater que les trois chocolats élaborés ont le même profil de cisaillement. Cela signifie que ces produits présentent un comportement rhéologique similaire : les poudres incorporées n’ont pas affecté la viscosité du chocolat.

En comparant nos produits à celui commercialisé, ceux-ci ont montré également des comportements rhéologiques comparables.

2.3.9. Extrait sec total

Exprimé en °Brix, l’extrait sec total caractérisant les différents chocolats préparés est présenté par la figure 30.

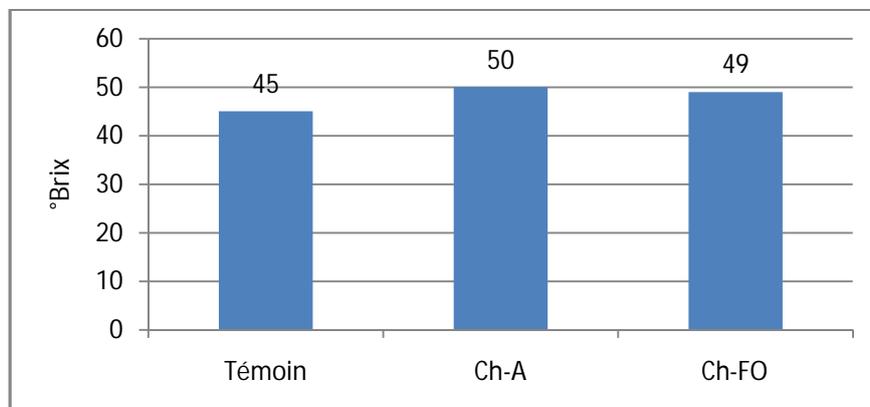


Figure 30 : Concentration en extrait sec total (%) contenu dans chaque formulation.

Le °Brix exprime le pourcentage des matières solubles contenues dans le chocolat. Comme le montre la figure 30, l'EST augmente après l'incorporation des poudres dans la masse du chocolat : la quantité de l'EST est passée de 45 % à 50 % quand la dose des fruits a augmenté de 0 % à 5%. Ceci est dû à l'incorporation des poudres qui sont très riches en matières solides.

En comparant les deux produits enrichis, on constate que le chocolat enrichi avec la poudre des FO présente un taux d'EST comparable à celui caractéristique au chocolat ajouté de l'aurone.

D'autre part, le chocolat (témoin) préparée s'avère conforme aux normes.

L'extrait sec total représente la fraction solide qui renferme des substances diversifiées responsables de la valeur alimentaire et thérapeutique des aliments fonctionnels. L'addition des plantes médicinales à le chocolat permet d'accroître le taux de sa fraction solide particulièrement les composés phénoliques, ce qui pourrait améliorer ses propriétés antidiabétiques.

Conclusion

La présente étude porte sur la préparation et la caractérisation, sur les plans sensoriel et physicochimique, de deux formulations de chocolat par l'incorporation, en différentes proportions, des plantes médicinales à potentiel antidiabétique. C'est la poudre des feuilles d'olives et celle de l'aurone.

Les résultats obtenus ont révélé essentiellement ce qui suit :

- Les analyses sensorielles ont révélé que les chocolat enrichis présentent des propriétés organoleptiques (goût, couleur, texture) comparables au chocolat témoin. Ces produits sont au moins agréables selon le panel d'évaluation. Ce qui explique la possibilité de l'ajout jusqu'à 5% de l'aurone ou des feuilles d'olives sans affection significative des propriétés organoleptiques testées.

- L'incorporation de ces plantes sous forme de poudre dans la masse du chocolat peut affecter ses propriétés physicochimiques telle que la teneur en composés phénoliques, taux en acides organiques et teneur en matières grasses : L'augmentation dans le taux des composés phénolique par rapport au témoin exprime la possibilité de l'enrichissement du produit avec des substances antidiabétiques.

- Le chocolat élaborée étant sans sucre blanc, à base du glycoside de stéviol (édulcorant naturel) et enrichi avec des plantes médicinales utilisées souvent en médecine traditionnelle contre le diabète, constituerait un nouveau produit qui sera destiné non seulement aux diabétiques mais aussi aux personnes en régime sans sucres calorifique ;

Cette étude n'est qu'une initiation à un travail qui semble colossal. C'est pourquoi et comme perspectives, il est intéressant que celle-ci soit complétée particulièrement par :

- Elargir le champ de l'étude d'analyses physicochimiques afin de mieux caractériser et étudier l'impact des matières ajoutées sur le produit final ;
- Effectuer une analyse qualitative permettant l'identification des substances antidiabétiques contenues dans les plantes utilisées ;
- Effectuer une étude clinique ou *in vivo* qui permettrait de montrer le ou les effets thérapeutiques inhérents à ces aliments fonctionnels et qui vise essentiellement à la vérification de l'effet « antidiabétique » du nouveau produit ;
- Etablir une étude économique permettant de mettre en évidence le coût final du nouveau produit.

Références

Référence bibliographique

AFNOR, 1982 recueil de normes francaises des produits derives des fruits et legumes jus de fruits, Ed.AFNOR.,pp325

Allali, et al. (2008). *Phytothérapie of diabtes in west Algeria. Asian journal of chemistry.* 20(4) : 2701-2710.

American Diabetes Association .Classification and Diagnosis of Diabetes. Diabetes Care : 2015,8 (1) ;8-6.

Amorós, J.A., García Navarro F.J., Pérez de los Reyes C., Campos Gallego J.A., Bravo Martín-Consuegra S., Jiménez Ballesta R., García Moreno R. (2012) “Geochemical influence of soil on leaf and grape (*Vitis vinifera* L. 'Cencibel') composition in La Mancha region (Spain)”. *Vitis* 51(3) 111-118

Anonyme 1(<https://www.google.com/search?q=poudre%20d%27armoise%20&cad>).

Anonyme 2

<https://www.google.dz/search?q=histoire+de+cacaoyer+pdf&oq=h&aqs=chrome.0.69i59j69i60j69i57j69i60l3.5441j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8#>

Anonyme 3http://beurre.de.cacao.free.fr/fabrication_beurredecacao.html)

Anonyme 4 ://ludivinenaturabrasil.files.wordpress.com/2015/04/fabrication-chocolat.jpg

ARAQAS. H , 2012-2013 ; extraction des composés phénolique de feuille d’olivier et étude de leur activités biologiques.

ARVYMP., GALLOUIN F. Epices, aromates et condiments Paris: Belin, 2003.- 412p

Bencheqroun.H.K, ghanmi.M.,satrani B.,Aafi et CHaouch A. (2012). *Activite antimicrobienne des huilles essentielles d'artimisia mensatlantica, plantes.*

BENHAMZA, L. (2008). *effets biologique de la petite centaure erythraea centaurium(L.) pes* . université mentouri de constantine .

Benzenger, L; Beauguesne; Pinkas, M., torck, M., & trotin, F. (1980). *Plantes médicinales des régions tempérées.* Malaine S.A. editeurs, 75006 paris.

Bouldjadj, R. (2009). *etude de l'effet antidiabétique et antioxydant de l'extrait aqueux lyophilisé d'artimisia herba alba Asso chez des rats sains et des rats rendus diabétiques par streptozotocine.* Thèse de magister. université menntouri constantine .

BoussaidI, BouzenirD, Boulaiche (2014) Diabète de type 2 et phytothérapie: plantes hypoglycémiantes les plus utilisées pardes sujets diabétiques.Université Constantine

(Brochure chocolateunifa, 2006)

<https://www.google.dz/search?q=processus+d%27obtention+de+la+poudre+de+cacao+p+df&ei=ThemW7HIL9GSa47Xv9gD&start=10&sa=N&biw=1366&bih=608#>

Bruneton, J. (1999). *-pharmacognosie, phytochimie- plantes médicinales*. 3ème Tec & Doc, Paris.494p.Ed.

Caratini R. (1971). Bordasencyclopedie.Ed *Bodas*.Belgique.**23**: 137-195

Cavaghan,M. K.,D.A.Ehrmann, et al. (2000). "Interactions between insulin resistance and insulin secretion in the development of glucose intolerance." *J Clin Invest* 106(3) :329-333.

Cheng,K.K.,M.A. Iglesias, et al.(2009) ;"APPL1 potentiates insulin-mediated inhibition of hepatic glucose production and alleviates diabetes via Akt activation in mice." *Cell Metab* 9(5) :417-427

Cronquist A., (1981). An integrated system of classification of flowering plants. Columbia university Press.

David A., Hervé M. (1994). Flore de la suisse. Ed Du Griffon Neuchâtel. Suisse. 428p.

DELATTRE A.S.Le chocolat - 69p Th: Ph: Angers: 1995; 121)

Eddouks, & al. (2002). *ethnopharmacological survey of medicinal plants used for the treatment of diabetes melitus,hypertension and cardiac diseases in the south-east region of Marocco (Tafilalet).**Journal of ethnopharmacolog.* (82): 97-103.

Efrat, S. (2008). "Beta-cell replacement for insulin-dependent diabetes mellitus." . *Adv Drug Deliv Rev* 60(2): 114-123.

Gharbi F.R. et Benarif T. (2011) *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 15(2) : 259-270.

Goldenberg.R et al ; Définition, classification et diagnostic du diabète, du prédiabète et du syndrome métabolique ; Canadian diabetes association ; *Can J Diabetes* : 2013 (37) ;369-372.

HAMZA N, (2011) ; Effets préventif et curatif de trois plantes médicinales Utilisées dans la Wilaya de Constantine pour le traitement du diabète de type 2 expérimental induit par le régime « *high fat* » chez la souris C57BL/6J.Uni v e r s i t é Mentouri de Constantine : Thèse du doctorat.

IDF. (2013). *IDF Diabetes Atlas sixth edition .T .N. leonor Guariguata, Jessica Beagley, Ute Linnenkamp, Olivier Jacqmain.* .(IDF: International Diabetes Federation).

Iguegaziz, N., 2007. Essai d'élaboration d'un alicament sous forme de comprimés de datte entière et ou de-sucrées additionnées d'extrait aqueux des feuilles d'olivier algérien mémoire de magistère spécialité génie alimentaire, université de Boumerdès.

Iserin, P. (2001). *Encyclopédie des plantes médicinales*. London, ypoly Edith Ybert, Tatiana Delasalle-Faet. Vol 01, 335p.

Iserin, P., Masson, M., Restellini, J., Ybert, E., De Laage de Meux, A., Moulard, F., et al. (2001). *Larousse des plantes médicinales: identification, préparation, soins*. Ed Larousse. P10-12.

Kim, M. S. and K. U. Lee (2005). "Role of hypothalamic 5'-AMP-activated protein kinase in the regulation of food intake and energy homeostasis." *J Mol Med (Berl)* 83(7): 514-520.

Kundan S., and Anupam S. (2010). The Genus *Artemisia*: A Comprehensive Review. *J. Pharm. Biol.* pp:1-9.

Lamba ,et al., phytochemicals as potential hypoglycemic agents. Studies in Natural Products Chemistry 21457-496

Micol V., Caturla N., Pérez-Fons L., Más V., Pérez L. and Estepa A. 2005. The olive leaf extract exhibits antiviral activity against viral haemorrhagic septicaemia rhabdovirus (VHSV). *Antiviral Res* 66(2-3):129-36.

Mirjalili. M.H., Tabatabaei S.M.F., Hadian J., Nejad S.E., and Sonboli. A. (2007). Phenological Variation of the essential oil of *Artemisia scoparia* from Iran. *J. Essent. Oil Res.* 19 :326–329

Mohamed.A (2010) *Chemical Constituents and Biological Activities of artemisia herbe alba Asso. laved and some phenolic Compounds*. *Research* .4(13)1273-280

Phenological Variation of the essential oil of *Artemisia scoparia* from Iran. *J. Essent. Oil Res.* 19 :326–329

Mucciarelli M and Maffei M. (2002). *Artemisia*: Introduction to the Genus Vol. 18 Ed

Odile, c., & Danielle, R. (2007). *cahiers du préparateur en pharmacie ; botanique pharmacognosie et phytothérapie*. 3e édition.

Nicole KUCHARSKI ; Diététicienne

Nutritionniste. <https://www.google.dz/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.pasessionculinaire.fr/dossier-chocolat-complet-dietetique.pdf&ved=2ahUKEwi-mYuT7tdAhXPCOwKHUjCBAgQFjAKegQIARAB&usg=AOvVaw1Kdw7y6nF0wKG e8i4nl8AY>

Ozenda P. (1983). Flore du Sahara Ed : éditions du centre nationale de la recherche scientifique -Paris- 441p.

Quezel et Santa. (1962). Nouvelle flore de l'Algérie Ed : éditions du centre nationale de la recherche scientifique .Paris. Tome I. 990p.

Sanago, R. (2006). *Le role des plantes médicinales en médecine traditionnelle.* université bamako (Mali): 53.

Seddik K., Nadjat I., Abderrahmane B., Daoud H and Lekhmici A. (2010)

Antioxydant and antibacterial activities of extracts from *Artemisia herba alba* Asso. leaves and some phenolic Compounds. *Journal of Medicinal Plants Research.* 4(13) : 1273-280

Strang, C. (2006). *larousse medical.* Ed Larousse.

Ticli, B. (1977). *L'herbier de santé.* 1^oédition, Paris, édition VECCHI SAO, 01.206 p.

Verdraager, J. (1978). *Ces médicaments qui nous viennent des plantes.* 1^o édition, paris, édition Maloine S.A, vol.01, 233p.

WHO. (1999). *Defenition, Diagnostic and classification of Diabetes mellitus and its complication. Part1: Diagnostic and classification of diabetes mellitus, Depertement of Noncommunicable disease Surveiallnce.* Geneva .

Zeghad, N. (2009). *Etude du contenu polyphénolique de 2 plantes médicinales d'intéret économique (Thymus vulgaris, Rosmarinus officinalis) et évaluation de leur Activité antibactérinne.* Thèse de magister, Université Mentouri Constantine.

Annexes

Annexe 1



L'étape de la distillation dans rotavapore



Le montage de soxhlét



Duromètre



Aw METRE

Annexe 1



Les ingrédients de chocolat



Mélange



Conchage

Annexe 1



Raffinage



Tempérage



Moulage



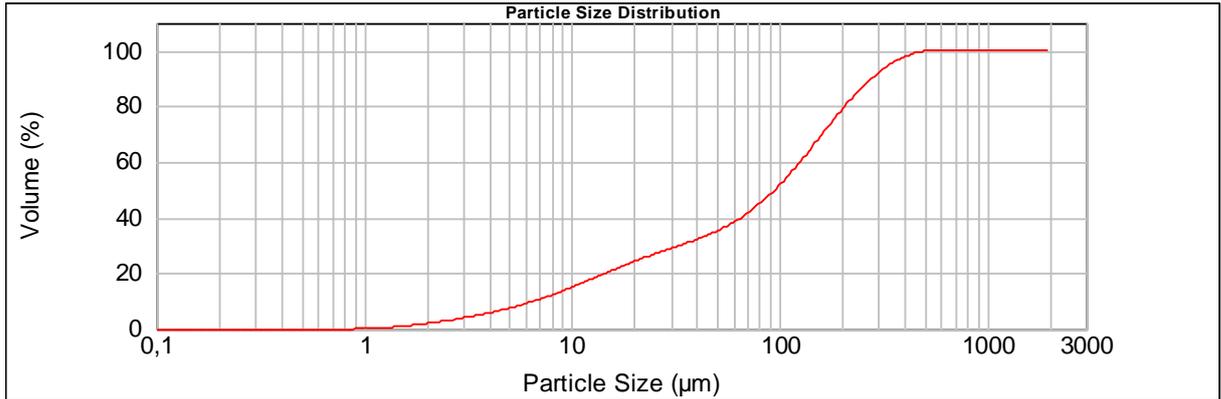
Démoulage

Annexe 1

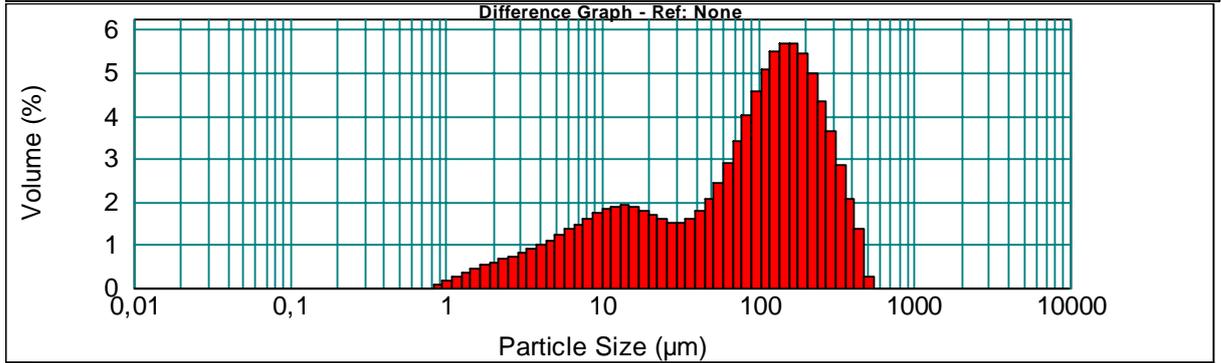
A=Aurone F=Feuille d'olive	 Temoi	 $A_1 = 1\%$	 $A_2 = 2\%$
 $A_3 = 3\%$	 $A_4 = 4\%$	 $A_5 = 5\%$	 $F_1 = 1\%$
 $F_2 = 2\%$	 $F_3 = 3\%$	 $F_4 = 4\%$	 $F_5 = 5\%$

Les différentes formules de chocolat

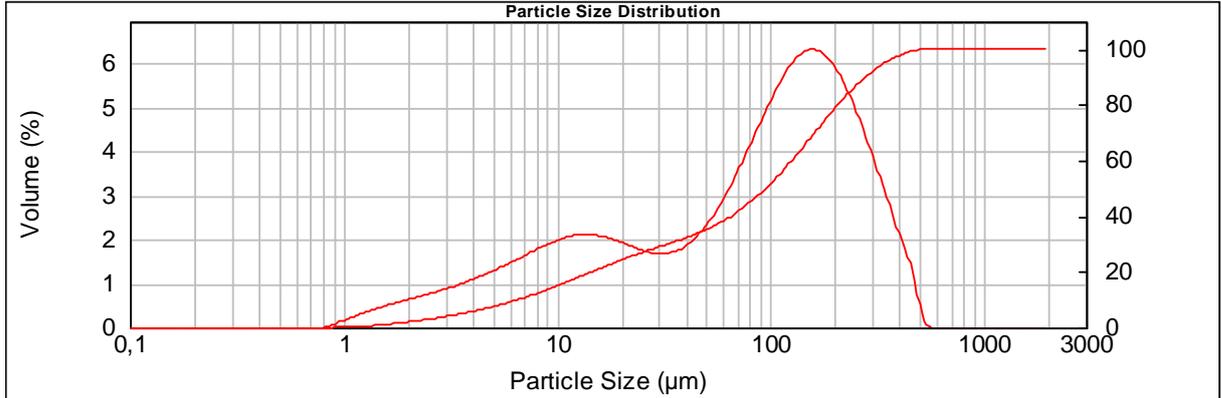
Annexe 2



FEUILLE D'OLIVE, lundi 28 mai 2018 11:39:04



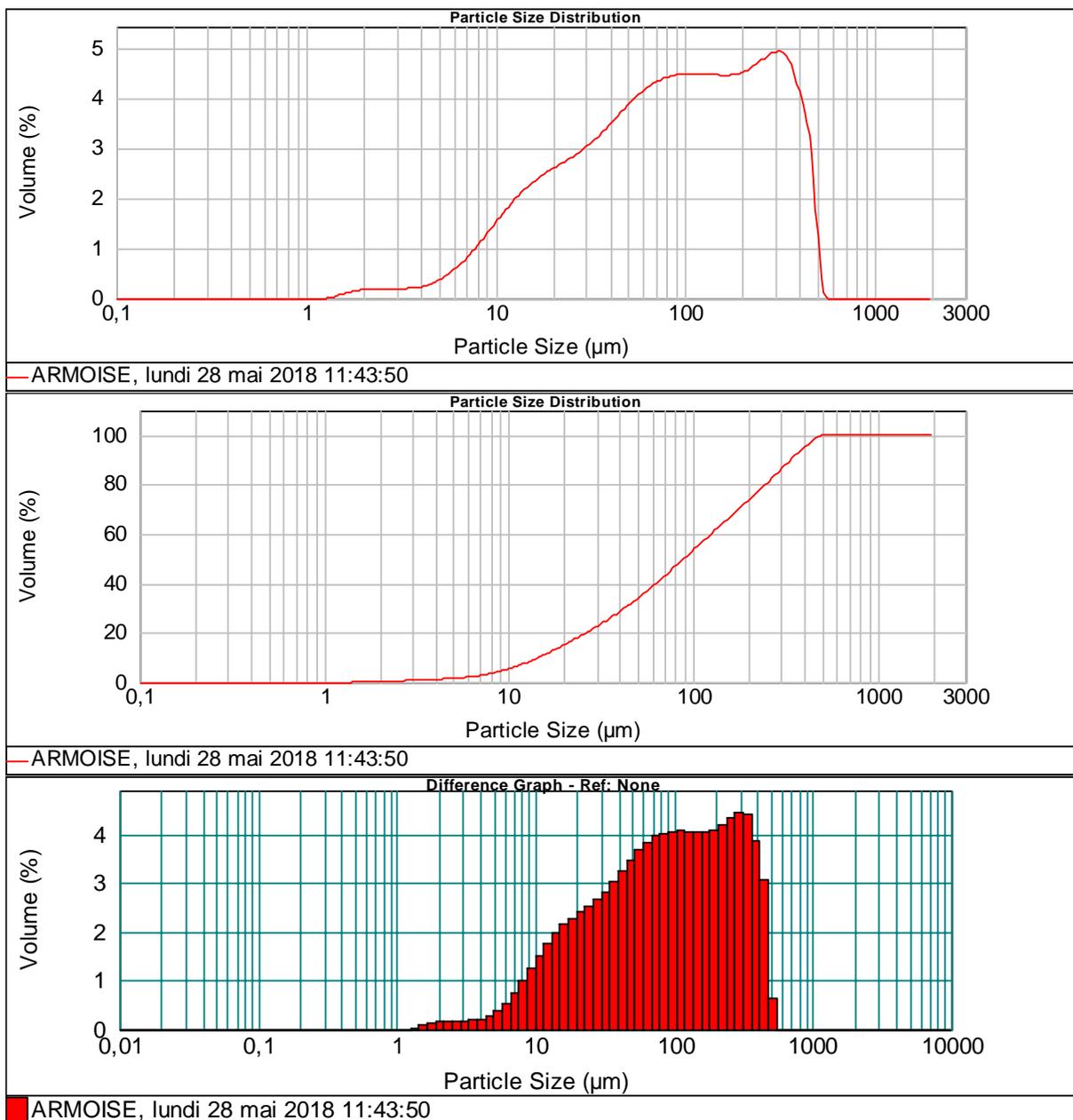
FEUILLE D'OLIVE, lundi 28 mai 2018 11:39:04



FEUILLE D'OLIVE, lundi 28 mai 2018 11:39:04

Granulation de la poudre de feuille d'olive

Annexe 2



Granulation de la poudre d'Aurone



Le glycoside de stéviol- communément connu sous le nom de STEVIA- est un édulcorant NATUREL qui a un effet sucrant de 300-330 fois plus que celui du sucre.

Propriétés

- 100% Naturel
- Sans effet sur le glucose dans le sang, il est donc permis aux diabétiques.
- Zéro calories; recommandé pour les régimes faibles en glucides.
- Diverses utilisations médicinales, le traitement des brûlures d'estomac, l'obésité, l'hypertension et l'ostéoporose.
- Stable jusqu'à 200 degrés; rend possible le passage au four pour la pâtisserie.
- PH; 4,5 -7
- Humidité; > 3%
- Soluble a l'eau et a l'alcool

ÉCONOMIE

Un argument important est que le glycoside de stéviol, selon des pourcentages différents utilisés, peut remplacer le sucre dans tous les aliments et les boissons.

Cela a un impact direct sur la réduction des coûts (jusqu'à 40%).

LOGISTIQUE

Peut aider à réduire les coûts liés au stockage de marchandises (moins de volume et de poids, longue durée de vie) et réduit les coûts financiers.

Annexe 3

Utilisations & applications :

-Toutes les catégories d'aliments et boissons, y compris;

-édulcorants de table

-boissons-soft

-jus pressés et / ou réfrigérés

-desserts congelés et nouveautés

-puddings et gâteaux fourrés

-produits laitiers, yaourts

-crèmes glacées

-produits de boulangerie

-bonbons, sucreries

-chocolats

-gelées, marmelades et confitures

Aussi disponible en tant qu'additif dans les produits médicaux et cosmétique :

-Dentifrice, rince-bouche - prévention des caries et contrôle de la plaque.

-Skin Care, contrôle de l'acné et l'eczéma.

-Alimentaire pour les diabétiques et les programmes de contrôle de poids.

-Traitements de l'hypertension et de contrôle de la pression artérielle.

-Calcium-antagoniste qui aide la pression artérielle.

- Agent bactéricide.

-Additif comprimés ou gélules pour rehausser la saveur.

Annexe 3

Ka'â He'ê Stévia

(Glycoside de stéviol naturel)

I - Principales caractéristiques du Glycoside de stéviol NATUR'VIA.

Les principales caractéristiques de notre Glycoside de stéviol sont :

- . Il est naturel
- . Il contient la totalité de neuves molécules
- . Il provient d'une plante non clonée.

L'équilibre naturel entre la densité de chaque molécule présente dans le Glycoside de stéviol est effectivement ce que donne la plante, d'elle-même.

Toutes les vertus comme la saveur ou les propriétés médicinales, sont liées à l'équilibre entre ces neuves molécules. Nous les retrouvons uniquement dans les plantes mères que nous utilisons.

II –Différence entre Glycoside de stéviol NATUR'VIA et Glycoside de stéviol “Chinois”.

Notre Glycoside de stéviol est très différent de celui proposé par les Chinois.

En premier:

La matière première est essentielle : la plante.

Celle que nous utilisons est une plante mère, contrairement aux plantes clonées qui utilisent qu'une seule molécule (Rebaudiosa A).

En second:

Nous n'utilisons pas de pesticides, ni d'engrais chimiques.

En Chine l'utilisation de pesticides et d'engrais chimiques est obligatoire car la plante clonée a été fragilisée.

En troisième:

La méthode d'extraction que nous utilisons est naturelle, nous utilisons entre autre la nano et l'ultrafiltration.



Les autres fabricants utilisent des méthodes chimiques et des alcools comme l'éthanol et le méthanol.

En quatrième:

Notre Glycoside de stéviol ne contient ni résidu de métaux lourds, ni de pesticides, contrairement aux autres produits venant de Chine, qui en contiennent des quantités anormales (pour certains complètement interdits).

En cinquième:

La plante Stevia Rebaudiana, est une plante originelle du Paraguay que l'on appelle Ka'â He'ê en langue Guarani.

Nous disposons de la CERTIFICATION d'origine et bientôt également de la DENOMINATION d'origine.

Annexe 3

III – Pourquoi choisir le Glycoside de stéviol NATUR´VIA?

Opter pour le Glycoside de stéviol Natur´via , c'est avoir un PRODUIT DE QUALITE, un produit constant, et surtout un produit SUR , NATUREL avec une certification d'origine. C'est aussi offrir à ses clients les avantages de la Nature, en touchant la frange de clients la plus large possible, du moins au plus exigeants.

Communiquer sur l'aspect naturel , est très important en ce moment compte tenu des scandales alimentaires en cours et à venir.

IV – Différence entre le Glycoside de stéviol NATUR´VIA et les édulcorants artificiels.

La grande différence entre le Glycoside de stéviol Natur´via et les édulcorants intensifs, c'est que notre produit n'a pas de restriction à son utilisation. Il n'a pas de contre-indication, bien au contraire,... il n'a que des avantages.

Les bénéfices sont multiples:

- Zéro calorie.
- Autorisé pour les diabétiques.
- Aide à combattre l'obésité.
- Contrôle le niveau de cholestérol.
- Combat l'hypertension.
- Combat l'acidité de l'estomac.
- Ne fermente pas en bouche, évite les caries.
- Stoppe le saignement et accélère la cicatrisation.
- Est 10 fois plus intense en régénération cellulaire que l'Aloe Vera.

Nous parlons donc bien d'un PRODUIT NATUREL et non chimique.

V - Différence entre le Glycoside de stéviol NATUR´VIA et le sucralose.

Le sucralose n'est pas un produit naturel, il se produit à partir d'une molécule de sucre, en remplaçant trois groupes d'atomes d'hydrogène et d'oxygène, par trois atomes de chlore.

Le Glycoside de stéviol Natur´via, lui est un produit naturel ; il n'a pas les restrictions d'usage (que l'on retrouve sur le sucralose DJA).

Pour le Glycoside de stéviol, l'EFSA a autorisé une dose de 4mg/kg poids par jour, dose qui de manière officielle peut être dépassée.

Cela nous donne des avantages sachant qu'il n'y a pas de contre-indications.

V – Différence entre le Glycoside de stéviol NATUR´VIA et le sucre.

Il est important de dire, que le Glycoside de stéviol peut être considéré comme un complément du sucre.

C'est l'unique produit "NATUREL" qui permet de réduire le sucre de manière considérable, et bien évidemment de réduire ses effets négatifs.

Le mélange du Glycoside de stéviol avec du sucre va se généraliser, car c'est une façon de conserver la saveur de presque tous les produits, sans en changer la formulation.

Natur´via est la vraie réponse aux problèmes plus graves que génèrent le sucre (obésité, diabète, caries, hypertension etc...).

Son pouvoir sucrant est de 300 à 330 fois supérieures à celui du sucre, sans en avoir les inconvénients.

Annexe 3

Le mélange du sucre avec le Ka'â He'ê Stevia Natur'Via est la solution. Il permet sa réduction progressive et graduelle.

Evidement, on peut pour certains produits réduire de manière totale le sucre, au profit du Ka'â He'ê Stevia Natur'via.



Poudre de Stévia