

République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة أبو بكر بلقايد – تلمسان
Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEN
كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et Sciences de la Terre et de l'Univers
Département de BIOLOGIE



MÉMOIRE

Présenté par

BENKABA Mayssa et BENAMAR Amina

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

Spécialité : sciences alimentaires

Filière : Nutrition et Diététique

Thème

**Optimisation de la qualité nutritionnelle et organoleptique des
laits végétaux**

Soutenu le 12/ 06 /2023, devant le jury composé de :

Président	Mr BENAMMAR. C	Professeur	Université de Tlemcen
Encadrant	Mme HAMMAD. I	MAB	Université de Tlemcen
Examineur	Mme SOUALEM .Z	MCA	Université de Tlemcen

Année universitaire 2022/2023

Remerciements :

*Tout d'abord, nous tenons à remercier le tout-puissant **Allah** de nous avoir donné le courage et la volonté de mener à bien ce travail.*

*Nous remercions sincèrement notre encadrante, Mme **Hammad Imane** pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses conseils judicieux qui ont permis d'alimenter notre réflexion.*

*Nos vifs remerciements aux membres du jury : **Mr Benammar. C** Professeur à l'université de **ABOUBEKR BELKAID** Tlemcen qui nous fait l'honneur de présider le jury et **Mme Soualem. Z** maître de conférences de classe A à l'université de **ABOUBEKR BELKAID** Tlemcen qui a accepté d'examiner ce mémoire.*

Nous remercions aussi tous les participants aux séances d'évaluation sensorielle pour leur disponibilité et leur application.

Une pensée particulière à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation à l'université.

Enfin, nous désirons remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Dédicace :

*Tout d'abord, grâce à **Allah**, le tout-puissant et le miséricordieux, qui m'a montré le chemin et m'a donné la force et le courage d'aller jusqu'au bout.*

Je voudrais dédier ce travail à :

À la personne la plus chère de ma vie, ma mère, pour ton amour, ta tendresse et tous tes sacrifices, qui m'ont été d'un grand secours.

*À ma chère sœur « **Asma** » et mes chers frères « **Oussama, Khaled et Ayoub** ».*

*À mes confidentes « **Loubna et Khadidja** »*

*À mes chères copines : **Youssra, Amina, Fedwa et Kamilia***

*À ma chère binôme « **Amina** »*

À tous ceux que je n'ai pas mentionnés et qui m'ont aidé d'une manière ou d'une autre à réaliser ce travail.

*« **Mayssa** »*

Dédicace :

J'ai le plaisir de dédie ce travail à :

L'âme de mon cher père.

Ma chère mère, pour son amour, ses encouragements et ses sacrifiées.

*Mon frère « **Mohamed** » et mes sœurs « **Amel et Meriem** » pour leurs*

encouragements.

*Mon très cher « **Yassin** » qui m'a motivé et soutenu tout au long de ce travail.*

*Ma belle amie et binôme « **Mayssa** ».*

A tous ma famille et mes chères cousines.

Tous qui m'ont aidez de près ou loin.

« Amina ».

SOMMAIRE

Liste des figures.....	I
Liste des tableaux.....	II
Liste des abréviations.....	III
Liste des annexes.....	IV
Introduction
Synthèse bibliographique	8
I. Généralités sur le lait végétal :.....	9
I.1 Historique sur le lait végétal :	9
I.2 Définition du lait végétal :	9
I.3 Le marché de lait végétal :	10
I.4 Intolérance au lactose :	10
II. Généralités sur le soja :.....	11
II.1 Définition du soja:	11
II.2 Botanique du soja:	12
II.3 Composition biochimique du soja :	12
II.4 Les produits fabriqués à base des graines de soja :	14
II.5 Les bienfaits du soja :	15
III. Le lait du soja :.....	15
III.1 Définition du lait du soja :	15
III.2 Composition du lait du soja:	16
III.3 Procédé de fabrication du lait de soja :	17
IV. Généralités sur l'amande :.....	18
IV.1 Définition d'amande :	18
IV.2 Botanique d'amande:	18
IV.3 Composition biochimique d'amande :	19
IV.4 Les Produits fabriqués à base des amandes :	25
IV.5 Les bienfaits d'amande :	26
V. Lait d'amande :.....	26
V.1 Définition de lait d'amande :	26
V.2 Composition de lait d'amande:	27
V.3 Procédé de fabrication du lait d'amande :	27
VI. Généralités sur la noix de coco :	28
VI.1 Définition de la noix de coco :	28
VI.2 Botanique de la noix de coco:	28

VI.3	La composition biochimique de la noix de coco	29
VI.4	Les produits fabriqués à base de noix de coco	31
VI.5	Les bienfaits de la noix de coco	31
VII.	Lait de la noix de coco	32
VII.1	Définition du lait de la noix de coco	32
VII.2	Composition du lait de la noix de coco	32
VII.3	Procédé de fabrication du lait de la noix de coco :.....	33
VIII.	Propriétés :	33
VIII.1	Physico-chimiques des laits :	33
VIII.2	Sensorielles des laits :.....	34
VIII.2.1	Lait de la noix de coco :.....	34
VIII.2.2	Lait de soja :	34
VIII.2.3	Lait d'amande :.....	35
IX.	Evaluation sensorielle :	36
IX.1	Tests descriptifs :.....	36
IX.2	L'environnement de travail :.....	37
IX.3	Le panel sensoriel :.....	37
	Matériels et méthodes.....	39
I.	Préparation des échantillons :	40
I.1	Les matières premières :	40
I.2	Préparation des mélanges :.....	40
I.3	Préparation des laits :.....	40
I.3.1	Fabrication du lait de soja :.....	41
I.3.2	Fabrication du lait d'amande :.....	43
I.3.3	Fabrication du lait de noix coco :.....	45
II.	Analyses physico-chimiques :	47
II.1	Mesure du pH (potentiel hydrogène) :.....	47
II.2	Détermination de la teneur en eau et en matière sèche :.....	47
II.3	Détermination de la teneur en cendres :	48
II.4	Dosage des sucres totaux :.....	49
II.4.1	La préparation des échantillons :.....	49
II.4.2	Préparation de l'étalon :.....	50
II.5	Dosage des lipides totaux:	50
II.6	Dosage de l'azote total et les protéines brutes :.....	51

II.7	Extraction et dosage des composés phénoliques :.....	53
III.	Analyse sensorielle :	54
Références	56
Annexes	65

Liste des figures

Figure 1: Quelques laits végétaux existent sur le marché.....	10
Figure 2: Graphique illustrant la part des nouvelles boissons végétales.	Error! Bookmark not defined.
Figure 3: Les différentes parties de la graine de soja.	12
Figure 4: Description du fruit d'amande.	19
Figure 5: Taxonomie de fruit de cocotier (<i>Cocos nucifera</i> L).	28
Figure 6: Les étapes de la préparation de lait de soja.	42
Figure 7: Diagramme de production du lait de soja.	43
Figure 8: Les étapes de la préparation de lait d'amande.	44
Figure 9: Diagramme de production du lait d'amande.	45
Figure 10: Les étapes de la préparation de lait de la noix de coco.....	46
Figure 11: Diagramme de production du lait de la noix de coco.	47

Liste des tableaux

Tableau 1: La systématique de la plante de soja.	12
Tableau 2: Composition en acides gras de la graine de soja.	13
Tableau 3: Des produits à base du soja.	15
Tableau 4: Composition et valeur nutritionnelle de tonyu	16
Tableau 5: Comparaison entre le lait de soja et le lait de vache.	16
Tableau 6: Production du lait de soja.	Error! Bookmark not defined.
Tableau 7: Taxonomie de l'amandier.	19
Tableau 8: Gamme de variabilité des principaux macronutriments des amandes (g/100g d'amandes).	23
Tableau 9: Des produits à base d'amande.	25
Tableau 10: Composition du lait d'amande	27
Tableau 11: Taxonomie de cocotier (Cocos nucifere L).	29
Tableau 12: Les produits dérivés de la noix de coco.	31
Tableau 13: Composition du lait de la noix de coco.	32
Tableau 14: Comparaison entre la composition du lait de soja, lait d'amande, lait de la noix de coco et lait de vache.	34

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de Normalisation

°C : degré Celsius

g: gramme

ISO : L'Organisation internationale de normalisation

Kjl: Kilo Joule

Kcal : Kilocalorie

l : Litre

mg : Milligramme

ml : Millilitre

P : Poids

pH : Potentiel d'hydrogène

SSHA : Association d'histoire des sciences sociales

µg: Microgramme

µl : Microlitre

% : Pourcentage

Liste des annexes

Annexe 1: Les étapes de mesure du pH.	66
Annexe 2: Les étapes de détermination de taux d'humidité.	66
Annexe 3: Les étapes de détermination de la teneur en cendres.	66
Annexe 4: Les étapes de dosage des sucres.	67
Annexe 5: Les étapes de dosage des lipides.	67
Annexe 6 : Les étapes de dosage des protéines.	67
Annexe 7: Les étapes de dosage des composés phénolique.	68
Annexe 8: Les produits finis utilisés pour le test de dégustation.	68
Annexe 9: La fiche de dégustation du lait végétal.	69

Introduction

Le lait de vache est l'un des aliments les plus consommés au monde. Sa popularité est principalement due à sa haute valeur nutritionnelle et à sa palatabilité (Bahna, 2002). En effet, des études cliniques ont montré que certains composants du lait sont associés à des effets délétères sur la santé, tels que l'allergie aux protéines du lait de vache, l'intolérance au lactose, l'anémie et les maladies coronariennes (**Kundu et al, 2018**).

Plusieurs pays souffrent aujourd'hui d'un manque de lait frais, dû en grande partie à l'augmentation de la demande, aux conditions climatiques et aux pratiques d'élevage (**Fashakin et Unokiwedi, 1992**). En Algérie, les besoins en lait et en produits laitiers sont considérables. À raison d'une consommation de 110 litres de lait par habitant et par an, évaluée à 115 litres en 2010, l'Algérie est le plus important consommateur de lait en Maghreb. La consommation nationale est d'environ 3 milliards de litres de lait par an, la production nationale se limite à 2,2 milliards de litres. (**Kaci et Sassi, 2007**). Il y a donc une insuffisance de la production laitière dans notre pays qui ne représente que 40% (**Yakhlef et al, 2010**).

La demande toujours croissante de lait de vache a conduit à la nécessité d'élargir la recherche de son substitut (**Maria et Victoria, 2018**). Ces derniers temps, la tendance est au développement d'aliments innovants, facilement disponibles, d'un prix raisonnable, mais sûrs, qui offrent aux consommateurs des avantages tels que l'amélioration de la santé ou la prévention des complications liées à l'alimentation, au-delà des fonctions nutritionnelles de base (**Leahu et al, 2022**). Il existe donc un intérêt considérable de passer à un régime alimentaire à base de végétaux afin d'améliorer la santé humaine, d'accroître la durabilité de l'alimentation et de réduire la pollution, l'utilisation des terres et de l'eau (**McClements et al, 2019**).

Les laits végétaux sont une bonne source de minéraux, de protéines non allergiques, d'acides gras essentiels, de vitamines, de fibres alimentaires et d'antioxydants, ce qui les rend bien adaptés pour servir d'alternative aux produits laitiers. Les légumineuses et les fruits à coque possèdent ces caractéristiques qui permettent de les combiner pour produire des laits végétaux sans lactose, bons pour la santé et agréables au goût (**Kundu et al, 2018**). Il existe déjà de nombreux produits sur le marché, notamment des substituts de lait à base d'amande, de noix de coco, de soja, de riz et d'avoine (**McClements et al, 2019**).

La présente étude a été réalisée pour :

- La préparation d'un lait végétal à base de lait de soja, d'amande et de noix de coco selon 3 recettes différentes: un premier lait à partir de 60% du lait d'amande, 20% de lait du soja et 20% de lait de la noix de coco, un deuxième lait à partir de 20% de lait d'amande, 40% de lait du soja et 40% de lait de la noix de coco, un troisième lait à partir de 40% de lait d'amande, 40% de lait du soja et 20% de lait de la noix de coco.
- La préparation d'un produit végétal adapté aux personnes suivant un régime végétarien et aux personnes souffrant d'une intolérance au lactose.
- Amélioration de la qualité organoleptique de lait végétal.

Synthèse
bibliographique

I. Généralités sur le lait végétal :

I.1 Historique sur le lait végétal :

Les substituts du lait à base de végétaux sont consommés depuis des centaines et des milliers d'années. Les premières traces de production de lait d'amande se trouvent dans la Grèce antique et plus tard dans l'Empire romain. Cependant, ce n'est qu'au Moyen Âge que le lait d'amande est devenu populaire et un aliment de base. Les traces les plus anciennes de l'utilisation du terme "lait végétal" remontent à la Rome antique, et plus précisément au IV^e siècle de notre ère. Le célèbre ouvrage gastronomique de l'Empire romain, *De re coquinaria*, indique que les laits végétaux étaient un ingrédient courant de la cuisine de l'époque, il explique également que ce lait était largement utilisé dans la Grèce antique. Cependant, les laits végétaux étaient probablement déjà répandus dans les civilisations antérieures, par exemple chez les Égyptiens. En effet, la technique de "l'émulsion" ou du "filtrage" des graines moulues était déjà largement connue depuis l'Antiquité (**Amrouche, 2020**).

I.2 Définition du lait végétal :

Les laits végétaux sont une grande variété d'extraits aqueux de matières végétales désintégrées ou dissoutes telles que les pseudo-céréales, les graines oléagineuses, les tubercules, les céréales ou les légumineuses. Sur la base de leurs sources végétales, ils ont été classés en légumineuses, céréales et pseudo-céréales, graines et noix. Les laits végétaux ont été définis comme des répliques proches des laits laitiers en termes d'attributs physiques et organoleptiques (**Kehinde et al, 2020**).

Les laits végétaux sont des boissons qui présentent des caractéristiques bénéfiques pour la santé. Par exemple, dans les laits végétaux, on trouve des phytostérols alors que le cholestérol est largement présent dans le lait. Ils contribuent à l'apport en fibres et sont souvent renforcés en vitamines et minéraux. Les laits végétaux sont recommandés pour les personnes allergiques au lait (pas de lactose, pas de protéines de lait) et certains d'entre eux sont également sans gluten et sans noix (**Gobbi et al, 2019**).



Figure 1: Quelques laits végétaux existent sur le marché.

I.3 Le marché de lait végétal :

A l'origine, les boissons végétales étaient principalement préconisées comme substitut du lait de vache en cas d'allergies ou d'intolérances. Leur consommation se démocratise et s'étend à un public plus large. Actuellement, nous constatons une croissance importante, notamment au Brésil, aux États-Unis, en Afrique du Sud et en Europe. Plus de 1200 boissons à base de végétaux ont été identifiées. Comme le montre le graphique ci-dessous (Figure 1), les boissons à base de soja restent en tête, tandis que les boissons à base d'amandes et de riz connaissent une forte croissance. (Auburtin, 2016).

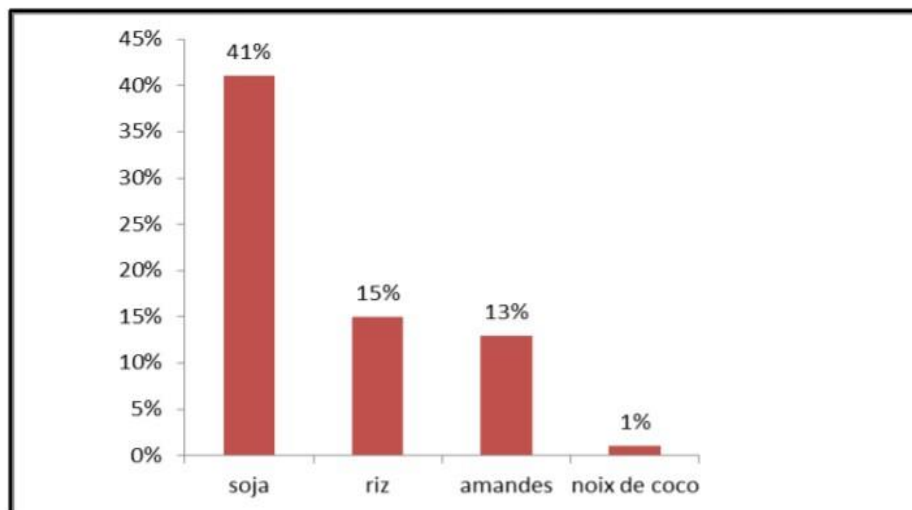


Figure 02 : Graphique illustrant la part des nouvelles boissons végétales Lancées par type de végétales (Auburtin, 2016).

I.4 Intolérance au lactose :

Le lactose est un disaccharide composé de deux molécules de sucre plus petites, le glucose et le galactose. Le lactose est d'abord décomposé en D(+) glucose et D(+) galactose

par une enzyme appelée lactase. Il est ensuite absorbé dans la circulation sanguine par les entérocytes intestinaux présent dans le lait des mammifères. Il représente environ 2 à 8 % (en poids) du lait, mais la quantité varie d'un pays à l'autre, d'une espèce et d'un individu. **(Rienzo et al, 2013)** L'intolérance au lactose est une maladie importante dans la pratique clinique courante, car elle est fréquente et peut provoquer des symptômes très désagréables chez les patients qui en sont atteints. Cette maladie résulte d'un manque de lactase dans la bordure en brosse de l'intestin grêle, ce qui entraîne une incapacité à digérer le lactose ingéré avec les aliments. Les symptômes sont généralement des ballonnements, des douleurs abdominales et des diarrhées **(Marteau et Olivier, 2017)**.

Il est possible de diagnostiquer une intolérance au lactose à partir Des tests qui analysent directement le taux d'activité de la lactase **(Dainese-Plichon et al, 2014)** :

- Dosage directement de l'activité de la lactase au niveau de la muqueuse intestinale.
- Analyse du polymorphisme (test PCR en temps réel) du promoteur du gène LTC qui code la lactase.
- Mesure du pH fécal et recherche de sucres réducteurs dans les selles.
- Une étude dynamique des niveaux de glucose dans le sang après une charge orale de lactose.
- Test respiration à l'hydrogène.

Le traitement de l'intolérance au lactose repose sur la suppression ou la réduction du lactose de l'alimentation, mais ce traitement est réservé aux personnes symptomatiques ("intolérantes"). Un suivi diététique est souhaitable afin de ne pas négliger les carences nutritionnelles, notamment en calcium **(Dainese-Plichon et al, 2014)**.

II. Généralités sur le soja :

II.1 Définition du soja :

Le soja *Glycine max* (L) est une plante herbacée, une légumineuse classée dans la catégorie des oléo protéagineux. Elle produit des fruits qui se présentent sous forme de gousses velues contenant des graines jaunes avec quelques reflets verdâtres, arrondies, lisses au toucher et légèrement grasses, ce sont les fèves de soja **(Roussel, 2006)**. Cette légumineuse originaire d'Asie de l'Est est aujourd'hui cultivée dans le monde entier en raison de sa qualité nutritionnelle « sa richesse en protéines et en lipides » **(Medic et al, 2014)**.

II.2 Botanique du soja :

Le soja est une légumineuse annuelle de 30 à 150 cm de haut, aux tiges semi-linéaires et velues portant de nombreuses branches ascendantes et des feuilles trifoliolées aux nervures palmées. Les petites fleurs blanches ou violettes se trouvent à l'aisselle des feuilles, où elles sont regroupées en grappes de trois à cinq. Les fruits sont en forme de gousse et contiennent environ 2 à 4 graines arrondies de couleur jaune clair, noire, brune ou verte (Lof et al, 1990).

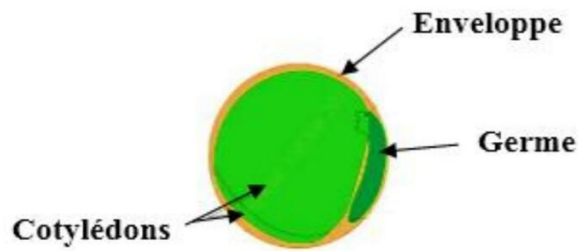


Figure 2: Les différentes parties de la graine de soja.

Tableau 1: La systématique de la plante de soja (Lof et al, 1990).

Règne	VEGETAL
Classe	DICOTYLEDONES
Sous classe	ROSIDAE
Ordre	FABALES
Famille	FABACEAE
Genre	GLYCINE
Espèce	MAX
Nom vernaculaire	SOJA

II.3 Composition biochimique du soja :

Le soja est composé de protéines, de lipides, de glucides et de cendres.

- **Les protéines :**

La teneur en protéines du soja est la plus élevée de toutes les légumineuses. Elles se trouvent dans les cellules des cotylédons (TU, 2010). Les protéines de soja sont solubles dans l'eau et donc constituées surtout de globulines (80 à 90%), en moindre part d'albumines (10 à 20%). La composition en acides aminés de la graine de soja est satisfaisante. Ces protéines contiennent les 8 acides aminés essentiels et sont particulièrement riches en lysine (7%) Par contre elles sont pauvres en acides aminés soufrés. Ce profil particulier met en évidence la

remarquable complémentarité du soja avec les céréales. Parallèlement à leur valeur nutritionnelle, les protéines de soja possèdent également plusieurs propriétés bénéfiques pour la santé humaine. Notamment contre l'hypercholestérolémie et les risques de maladies cardiovasculaires (**Rasolohery, 2007**).

- **Les lipides :**

Les cotylédons de soja contiennent 18 à 20 % de lipides totaux, dont environ 85 % sont composés d'acides gras polyinsaturés riche en acides linoléiques et linoléiques. Leur teneur dépend de la variété et des conditions de culture et leur répartition varie dans les différents compartiments de la graine. Les acides gras polyinsaturés participent à la constitution des tissus et des membranes cellulaires. L'acide α -linoléique, précurseur des acides oméga-3, régule la tension artérielle, l'élasticité des vaisseaux et l'agrégation des plaquettes sanguines. Ils sont également impliqués dans les mécanismes de certaines réactions immunitaires. L'acide linoléique, précurseur des acides oméga-6, est responsable de l'équilibre cardiovasculaire et immunitaire. Il intervient dans la régulation du système nerveux, dans la cicatrisation et dans la lutte contre les réactions allergiques et inflammatoires. Le soja constitue également la principale source de lécithine. La lécithine est un mélange complexe de phospholipides, de triglycérides et de glycolipides (**TU, 2010**).

Tableau 2: Composition en acides gras de la graine de soja (**TU, 2010**).

Acides gras	%
A. Palmitique C16 :0	11-15
A. Oléique C18 :1	20-30
A. Stéarique C18 :0	2-5
A.LinoléniqueC18 :3	5-9
A. Linoléique C18 :2	45-55

- **Les glucides :**

La graine de soja est composée de 30 à 35% de glucides. La plupart des sucres (21 à 25 %) contenus dans le soja sont des sucres insolubles (cellulose, hémicellulose, lignine). Ils ont deux rôles essentiels : un rôle de structure et un rôle de réserve et les sucres dont les sucres solubles ne représentent que 10 % des sucres totaux (**Rasolohery, 2007**). Ces sucres insolubles ont pour rôle de réduire le cholestérol, d'améliorer la tolérance au glucose chez certains diabétiques, de favoriser l'hydratation et le poids des selles, et de diminuer la densité

calorique de certains aliments. En plus le soja est un aliment intéressant pour les personnes intolérantes au lactose car il ne contient pas ce disaccharide (**Antanarivo, 2015**).

- **Les minéraux et les vitamines :**

Le soja contient 4 à 5 % de minéraux, avec des taux importants de potassium, calcium, magnésium, fer, zinc, manganèse et cuivre (**TU, 2010**).

L'apport en vitamines de soja est également intéressant, étant donné que l'on trouve des vitamines liposolubles A, E, D et K ainsi que des vitamines hydrosolubles, surtout du groupe B (**TU, 2010**).

- **Les polyphénols :**

Le soja, comme toutes les autres plantes alimentaires, contient naturellement des polyphénols. Parmi les polyphénols identifiés à ce jour, plus de 4000 variétés de flavonoïdes sont connues et notamment les isoflavones, présentes principalement dans le soja (**Chevalier et al, 2016**).

La teneur en isoflavones des graines de soja, selon la race, la situation locale et les conditions de culture, varie entre 1,261 et 3,886 mg/g de graines (**TU, 2010**).

Les deux principales isoflavones sont la daïdzéine et la génistéine, la glycitéine étant présente en quantité faible dans le soja et située principalement au niveau du germe de la graine. Ces molécules peuvent se présenter en quatre formes : aglycones (daïdzéine et génistéine), glycosylées (daïdzine et génistine), glycosylées acétylées et glycosylées malonylées (**Chevalier et al, 2016**).

II.4 Les produits fabriqués à base des graines de soja :

Le soja est une matière première utilisée dans différents domaines : alimentaire, cosmétique et chimique. Voici quelques produits dérivés du soja :

Tableau 3: Des produits à base du soja.

Produits :	Caractérisations :
Le Tonyu	C'est un lait ou jus de soja (Gomez-Andre et al, 2012).
Le tofu	Il s'agit d'un produit résultant de la coagulation du lait de soja (Gomez-Andre et al, 2012).
Le Shoyu	Il se présente sous la forme d'une sauce à base de graines de soja fermentées et d'une céréale fermentée et grillée (Gomez-Andre et al, 2012).
Le Tempeh	C'est des fèves de soja entières trempées et cuites (Gomez-Andre et al, 2012).
Les farines	Il s'agit d'un produit à base de fèves de soja torréfiées et moulues (Gomez-Andre et al, 2012).
Les huiles	Il s'agit d'une huile végétale contenant une proportion importante d'acides gras oméga-6 et oméga-3 (Antanarivo, 2015).
La lécithine	Est un émulsifiant naturel dont l'action hypocholestérolémiant (Ksouda et al, 2018).

II.5 Les bienfaits du soja :

Les aliments à base de soja contiennent une série de composés biologiquement actifs, appelés composés photochimiques, qui peuvent avoir des effets bénéfiques importants sur la santé, les phytates, les inhibiteurs de protéase, les acides phénoliques et la lécithine, qui sont tous connus pour leur potentiel anticancéreux, les phytostérols reconnus pour leurs effets hypocholestérolémiants (**Omoni et Aluko, 2005**).

De tous les composés bioactifs du soja, les isoflavones ont attiré le plus d'attention. Ils peuvent avoir un effet positif dans la prévention des maladies cardiovasculaires, de certains cancers (en ce qui concerne notamment les cancers hormono-dépendants et les problèmes liés à la ménopause (ostéoporose) (**Lacombe et al, 2000**).

III. Le lait du soja :

III.1 Définition du lait du soja :

Le lait de soja est un extrait aqueux de graines de soja, connu sous le nom japonais (Tonyu). Il s'agit d'une émulsion/suspension blanche contenant des glucides et des protéines

solubles, ainsi que la majeure partie de l'huile de soja. Le lait de soja est un produit traditionnel en Chine, et dans une moindre mesure dans d'autres pays asiatiques, mais n'a jamais atteint une place prépondérante dans l'alimentation populaire (Berk, 1993).

La qualité nutritionnelle du lait de soja est fortement influencée par les techniques et les conditions utilisées à chaque étape de la transformation (Giri et Mangaraj, 2012).

III.2 Composition du lait du soja :

Le lait de soja est constitué plusieurs minéraux ; des glucides ; les lipides ; les acides aminés essentiels et les vitamines. Le tableau suivant montre la teneur des constituants du lait de soja :

Tableau 4: Composition et valeur nutritionnelle de tonyu (Berk, 1993).

Constituant	Lait de soja (Valeur nutritionnelle pour 100g)
Protéines	3.6g
Matière grasse	2.3g
Glucides	3.4g
Kjl	204
Kcal	49
Cholestérol	0
Lactose	0
Composition en acides gras	
Saturés	14%
Poly-insaturés	63.5%
Mono-insaturés	21.6%

Tableau 5: Comparaison entre le lait de soja et le lait de vache (Wikipédia).

Constituants	Lait de soja	Lait de vache
Lipides	2,1g	1,5g
Glucides	0,45g	4,8mg
Protéines	3,8g	3,2mg
Phosphore	49mg	124mg
Calcium	25mg	120mg
Potassium	118mg	140mg
Magnésium	25mg	11mg
Fer	0,64mg	0,028mg
Calories	37Kcal	45Kcal

III.3 Procédé de fabrication du lait de soja :

Le tableau suivant illustre le traitement à faire, l'opération et l'équipement :

Tableau 6 : Production du lait de soja (Juvénal, 2010)

Traitement	Opération (procédé courant)	Equipement artisanal	Equipement semi-industriel
1. Nettoyage, lavage et pesage	Retirer les saletés et les pierres des graines puis les laver dans l'eau tiède.	Bassins et seaux	Bassins et seaux
2. Trempage	Tremper les graines dans l'eau pendant 14 heures. 1kg de graines de soja dans 1l de l'eau tiède.	Bassins	Bassins
3. Broyage	Peser le soja dans un moulin en ajoutant 8 litres de l'eau tiède à 1 kg de soja.	Moulin électronique	Broyeur/cuiseur électronique
4. Cuisson	Le mélange broyé va directement dans une marmite de cuisson et il est chauffé jusqu'à ce que les mélanges aient une consistance de lait.	Marmite chauffée directe au bois de chauffe	
5. Filtrage	Le lait est filtré à travers une moustiquaire.	Tissu moustiquaire, égouttoir	Presse manuelle et filtre
6. Aromatiser	Pour donner un gout au lait de soja, des arômes sont ajoutés pour des gouts divers de chocolat, de vanille, etc.		
7. Conditionnement	Le lait de soja est mis en sachets de 200 ml et 500 ml	Sachets soudeuse manuelle électrique	Thermo-soudeuse électrique de sachets plastiques
8. Stockage	Le lait est conservé à l'état frais.	Réfrigérateur	Réfrigérateur

IV. Généralités sur l'amande :

IV.1 Définition d'amande :

L'amande est un terme appliqué à la graine de l'amandier (*Prunus dulcis* Mill), un membre du genre *Prunus* L, de la famille des Rosacées, originaire d'Asie centrale méridionale et cultivé sous des climats de type méditerranéen, notamment en Californie (États-Unis), dans La région méditerranéenne, en Asie centrale et en Australie. Les amandes cultivées sont désignées par divers synonymes taxonomiques, tels qu'*Amygdalus communis* L, *Amygdalus dulcis* Mill et *Prunus amygdalus* Batsch, en raison du croisement avec d'autres espèces comme le pêcher. Outre les amandes cultivées commercialement, il existe au moins 30 espèces d'amandes sauvages décrites qui sont généralement plus amères que les variétés cultivées. Le fruit de l'amandier est une drupe, composée d'une coque charnue entourant une coquille dure, qui protège la graine comestible ou amande. Les amandes douces cultivées ont principalement riches en lipides, protéines, fibres et de fortes concentrations de vitamine **(Franklin et Mitchell, 2019)**.

Il en existe deux types : les amandes douces (*Prunus dulcis*) et les amandes amères (*Prunus Amygdalus* ou *amara*) ; les deux ont une composition chimique similaire et contiennent 35 à 55% d'huile fixe (huile non volatile), L'amande amère est plutôt plus large et plus courte que l'amande douce, et contient l'enzyme émulsine qui, en présence d'eau, agit sur deux solutés l'amygdaline et la prunasine **(Sánchez-Pérez et al, 2012)**. L'extrait d'amande amère était autrefois utilisé à des fins médicinales, mais même à petites doses, les effets sont graves et, à plus fortes doses, ils peuvent être mortels **(Cantor et al, 2006)**. Cette recherche se concentre sur l'amande douce, qui est le type le plus cultivé dans le monde.

IV.2 Botanique d'amande :

Le fruit d'amande mesure de 3,5 à 6 cm de long et est classé botaniquement comme une drupe, avec un exocarpe (peau) pubescent, un mésocarpe (coque) charnu mais mince, et un endocarpe (coque) distinct et durci. Le mésocarpe ne subit qu'un seul développement, devient sec et coriace, et se déhiscence à sa maturité. L'arbre a une croissance relativement lente, peut vivre 100 ans ou plus et atteindre plus de 20 mètres de hauteur. L'amandier est un arbre atypique dans l'espèce *Prunus*, ce qui complique sa classification botanique.

Actuellement, le nom scientifique le plus largement accepté, *Prunus dulcis*, reconnaît sa relation taxonomique avec d'autres espèces de *Prunus* sur la base d'une morphologie moléculaire similaire et serait croisé avec des pêchers, des abricotiers et certains pruniers. Parce qu'il a été proposé pour la première fois dans la littérature, *Prunus dulcis* a remplacé le

nom scientifique *Prunus amygdalus*. Encore couramment utilisé dans la littérature européenne. Au Centre d'origine et de diversité d'Asie centrale, les taxonomistes sont les plus familiers avec les espèces d'amandiers dans leurs écosystèmes d'origine ont préféré les classer dans un genre distinct, *Amygdalus communis* (Mori et al, 2011).

Tableau 6: Taxonomie de l'amandier (*Prunus Amygdalus*) selon (Felipe, 2000).

Ordre	Rosales
Famille	Rosaceae
Sous famille	Amygdaloideae
Genre	<i>Prunus</i>
Sous genre	<i>Amygdalus</i>

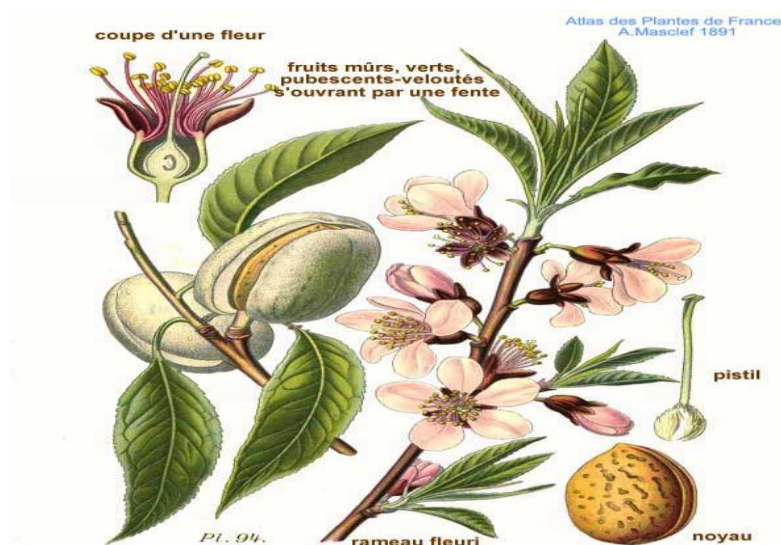


Figure 3: Description du fruit d'amande.

IV.3 Composition biochimique d'amande :

Les amandes contiennent plusieurs composés aux fonctions remarquables dans le corps humain. Ce sont de riches sources de glucides (principalement des fibres alimentaires), d'acides gras, de protéines et d'acides aminés, ainsi que de vitamines, de minéraux et de métabolites secondaires.

- **Les protéines et les acides aminés :**

Les protéines sont les deuxièmes composants chimiques majeurs des amandes après les lipides. La principale fraction protéique identifiée dans les amandes est constituée de globuline et d'albumine (88 à 91 % des protéines totales). La teneur en protéines des amandes

est généralement définie indirectement par une méthode analytique de détermination de l'azote total (N), généralement multiplié par un facteur de conversion spécifique de l'azote en protéines de 5,18 (**Socias i Company et Gradziel, 2017**).

Les premiers travaux d'Osborne et Campbell (1896) ont déterminé que la protéine prédominante dans les amandes était une globuline appelée amandine, qui contenait 19,3% d'azote, correspondant à un facteur de conversion de 5,18. La teneur en protéines est inversement corrélée à la fraction lipidique et le rapport entre ces deux composants (R1 : % lipides/% protéines) est important dans la préparation de certains produits transformés car l'absorption d'eau par la pâte d'amande dépend de l'équilibre entre ces deux composants (**Socias i Company et Gradziel, 2017**).

La protéine d'amande contient une quantité bien équilibrée d'acides aminés essentiels, à l'exception de la méthionine, et est facilement hydrolysée par les protéases digestives courantes, donnant des produits protéolytiques de haute qualité par rapport à l'équilibre des acides aminés essentiels. Les acides aminés les plus courants dans les protéines d'amande sont l'acide glutamique, l'acide aspartique et l'arginine. De petites quantités d'azote non protéique ont également été trouvées. Les acides aminés essentiels constituent environ 30 % des protéines (**Socias i Company et Gradziel, 2017**).

La teneur en protéines des variétés commerciales d'amandes varie de 13 à 29 % en poids sec (tableau 7) selon les auteurs. Tous ces résultats indiquent une grande variation de la teneur en protéines en fonction de l'origine du génotype et des conditions environnementales de la région de culture (**Socias i Company et Gradziel, 2017**).

- **Les lipides :**

Les amandes sont une source riche en lipides, principalement composés d'acides gras monoinsaturés et polyinsaturés. La fraction lipidique est également un facteur important dans la détermination de la saveur des amandes, en particulier après la torréfaction (**Socias i Company et Gradziel, 2017**).

Une étude récente de la teneur en huile et de la composition de trois espèces d'amandes sauvages a montré que la teneur en huile d'*Amygdalus scoparia* (AS), *A. hausknechtii* (AH) et *Prunus dulcis* (Pd) a indiqué que la teneur en huile des différentes espèces d'amandes variait de 44,4 % pour AS à 51,4 % pour Pd, en précisant que la teneur en huile des amandes domestiquées était légèrement supérieure à celle des espèces d'amandes sauvages. L'huile d'amande est principalement composée de lipides de stockage et est présente sous forme de gouttelettes d'huile intracellulaire dans les tissus du cotylédon d'amande (**Socias i Company et Gradziel, 2017**).

Au cours du développement du grain, la teneur en huile est faible (moins de 10 % de matière sèche) pendant plusieurs mois après la nouaison, augmentant rapidement jusqu'à environ un mois avant la récolte, puis augmentant progressivement ou restent constants. La fraction lipidique varie considérablement entre les cultivars et les origines, et peut représenter 40 % ou plus du poids sec du grain (tableau 08) (**Socias i Company et Gradziel, 2017**).

L'huile d'amande : est très riche en acides gras monoinsaturés (MUFA), notamment en acides oléique et linoléique, tandis que les acides gras saturés (SFA), notamment palmitique, palmitoléique et stéarique, sont très faibles. Ces cinq acides gras représentent plus de 95 % de la fraction lipidique totale, selon la variété, et huit acides gras mineurs ont également été signalés. La dégradation des acides gras en peroxydes conduit à la production de plusieurs produits qui affectent la qualité du grain, y compris les mauvaises odeurs. L'acide oléique représente généralement 50 à 80 % de la teneur totale en acides gras. L'acide linoléique, l'acide palmitique et l'acide stéarique sont présents à des concentrations de 9 à 26 %, 5 à 9 % et 1,5 à 5 %, respectivement. Le rapport acide oléique/linoléique (O/L) est un bon indicateur de la résistance d'une huile au rancissement, des rapports plus élevés étant préférés. Les niveaux d'acide oléique et linoléique dépendent principalement du génotype et sont également influencés par les conditions climatiques de l'année et les conditions environnementales de la zone de culture (**Socias i Company et Gradziel, 2017**).

- **Les glucides et les fibres :**

Les seules formes de glucides présentes dans les amandes qui peuvent être digérées, absorbées et métabolisées par l'homme pour fournir une source d'énergie sont les sucres, l'amidon et certains alcools de sucre. Les polysaccharides non amylacés sont indigestes et donc indisponibles en tant que source d'énergie, mais ils favorisent des effets physiologiques bénéfiques pour la santé humaine. Les sucres solubles, bien que présents en quantités relativement faibles (tableau 08), sont suffisants pour conférer un goût sucré aux amandes. La teneur en sucres solubles varie entre 1,8 g/100 g pour 'DesmayoLargueta' d'Espagne et 13 g/100 g pour les sélections locales d'amandes de Turquie (Balta et al 2009). La plupart des sucres solubles sont non réducteurs, le saccharose représentant plus de 90 % du total. Les autres sucres comprennent le raffinose, le glucose, le fructose, le sorbitol et l'inositol (**Socias i Company et Gradziel, 2017**).

Outre les polysaccharides, il y a 10 g de fibres alimentaires/100 g d'amande. Environ 80 % des fibres sont insolubles et 20 % sont solubles. Ce mélange de fibres a un effet positif sur la santé du côlon et sur le taux de cholestérol (**Socias i Company et Gradziel, 2017**).

Les fibres d'amande sont principalement composées de polysaccharides, de cellulose, d'hémicelluloses et de lignine, souvent accompagnés de substances pectiques, d'impuretés et de groupes latéraux liés à la chaîne acide. La valeur de la teneur en fibres alimentaires des amandes varie entre 10,8 g/100 g et 13,5 g/100 g (**Socias i Company et Gradziel, 2017**).

Tableau 7: Gamme de variabilité des principaux macronutriments des amandes (g/100g d'amandes) (Yada et al, 2011)

Nutriment	Gamme de variabilité	Origine	
Teneur en huile	40–67 ^a	Espagne	
	56–61 ^a	Grèce France	
	54.75–64.73 ^a	Italie	
	56.23–66.8 ^a	Portugal	
	42–47 ^b	USA (Californie)	
	58.33–63.6 ^b	Ukraine	
	48–59 ^a	Inde Maroc	
	35–66 ^b	Argentine	
	57.3–63.6 ^a	Iran	
	57–63.9 ^a	Tunisie Turquie	
	63–66 ^a	Egypte	
	48.7–64.5 ^a		
	63–66 ^a		
	48–57 ^b		
	20.19–62 ^a		
56.1–59.8 ^a			
48–61 ^a			
55–59 ^a			
Teneur en protéines	16–31 ^b	Turquie	
	16–23 ^a	USA (Californie)	
	15.7–21.1 ^a	Espagne	
	17.16–29.31 ^b	Italie	
	16–25 ^a	Maroc	
	14.1–35.1 ^b	Grèce	
	10–29 ^a		
Glucides	2.1–7.4 ^b	Californie	
	Sucres solubles	2.6–4.0 ^b	Grèce
		3.6–12 ^a	Inde
		2.1–5.5 ^b	Italie
		2.5–7.1 ^b	Portugal
1.8–7.6 ^b	Espagne		
Fibres totales	11–14 ^a	Italie	

- **Les minéraux :**

Les amandes sont considérées comme une excellente source de minéraux qui jouent un rôle important dans la santé humaine. La quasi-totalité de ces minéraux présents dans les tissus végétaux sont obtenus par les plantes presque exclusivement à partir du sol et de l'eau utilisée pour la production. La teneur en minéraux est généralement le résidu inorganique laissé après la combustion des tissus végétaux. Elle peut être exprimée sous la forme d'une certaine teneur en cendres(**Socias i Company et Gradziel, 2017**).

Pour les amandes, les teneurs en minéraux sont très similaires, autour de 3 g de cendres/100 g (poids frais), et certaines variétés espagnoles sont estimées à 3,05-3,45 g/100 g et 3,4 g/100 g pour les amandes cultivées au Liban. Les amandes sont une source importante de calcium, magnésium et manganèse. Le cuivre, le fer, le potassium, le phosphore et le zinc s'accumulent également dans les amandes en quantités importantes pendant le développement et la maturation des fruits. Les amandes se sont avérées riches en métaux alcalins ; La quantité de potassium est élevée (quatre fois supérieure) à la quantité de sodium, un composant très important car il est nécessaire au fonctionnement de toutes les cellules vivantes et à la régulation de la pression artérielle dans le corps. En ce qui concerne les métaux lourds, la quantité de chrome dans les amandes est beaucoup plus élevée que celle des autres métaux lourds. Le chrome est un nutriment biochimique adapté à la perte de poids, à la construction musculaire et au traitement des symptômes du diabète de type 2 (**Socias i Company et Gradziel, 2017**).

- **Les vitamines :**

Les amandes sont considérées comme l'une des sources alimentaires les plus riches en tocophérol (**Chen et al, 2006**), sont des monophénols naturels à activité antioxydant, avec plusieurs homologues dépendant de la position et du nombre de groupes méthyles. Les congénères de tocophérol les plus importants détectés dans les amandes sont les α -, γ -, δ - et β -tocophérol, par ordre d'importance. Leur principale fonction biochimique est de protéger les acides gras polyinsaturés de la peroxydation et joue un rôle protecteur dans les systèmes biologiques (**Socias i Company et Gradziel, 2017**).

Des données récentes indiquent qu'il possède également des propriétés hypocholestérolémiantes, anticancéreuses et neuroprotectrices. L'alpha-tocophérol est la forme la plus biologiquement active de la vitamine E et est utilisé par le corps humain préférentiellement par rapport aux autres formes, les cultivars espagnols, américains et italiens ont des valeurs comprises entre 85 et 840 mg/kg d'amande. Les amandes sont également une

source de vitamines B1 (thiamine), B2 (riboflavine), B6 (pyridoxine) et niacine. La vitamine B6 aide à réduire les niveaux d'homocystéine, un acide aminé qui nuit à la santé cardiaque lorsqu'il est présent en grande quantité dans l'organisme (**Socias i Company et Gradziel, 2017**).

Les concentrations de vitamines B1 et B2 varient entre 0,19-0,25 mg/100 g d'amandes et 1,0-1,1 mg/100 g d'amandes. La teneur en vitamine B6 des amandes naturelles et transformées varie de 0,08 à 0,16 mg/100 g d'amandes (**Socias i Company et Gradziel, 2017**).

- **Les polyphénols :**

Les amandes sont des fruits à coque à haute densité nutritionnelle, reconnues pour leur profil lipidique bénéfique, leur apport en vitamine E et leur richesse en polyphénols. Environ 130 polyphénols différents ont été identifiés dans les amandes, mais tous n'ont pas été quantifiés. Les teneurs moyennes et les percentiles de 25 à 75 % rapportés dans la littérature sont de 162 mg (67,1 à 257) de proanthocyanidines(dimères ou plus), 82,1 mg (72,9 à 91,5) de tanins hydrolysables, 61,2 mg (13,0 à 93,8) de flavonoïdes (non isoflavones), 5,5 mg (5,2 à 12) d'acides phénoliques et d'aldéhydes, et 0,7 mg (0,5 à 0,9) d'isoflavones, de stilbènes et de lignanes par 100 g d'amandes (**Bolling, 2017**).

IV.4 Les Produits fabriqués à base des amandes :

L'amande est utilisée dans divers domaines tels que les produits pharmaceutiques, les aliments et les cosmétiques. Voici quelques produits à base d'amandes :

Tableau 8: Des produits à base d'amande.

Produits	IV.4.1.1 Caractérisation
Lait d'amande	Est une boisson lactée à base d'amandes moulues. Annoncé comme une alternative au lait de soja pour les personnes allergiques au soja (McGee, 2004).
Le sirop d'amande	Une émulsion d'amandes douces et amères, les sirops modernes se composent généralement uniquement d'amandes douces (Ward, 1911).
L'huile d'amande	Utilisée pour ses nombreux bienfaits pour la santé et la beauté depuis les anciennes civilisations de l'Inde, de la Chine et de la Grèce (Puri, 2003 ; Zohary et Hop, 2000).
Ajoblanco	Une soupe froide originaire d'Andalousie (Jacqueline et al, 2013).
Macarons	Un petit gâteau français à l'amande (Glasse, 1772)

Nougat	Une confiserie typique des pays du bassin méditerranéen (Moncorgé, 2013).
Le turrón	Bonbons espagnols aux amandes (Jacqueline et al, 2013).

IV.5 Les bienfaits d'amande :

L'amande, surnommée la reine des noix, est un aliment efficace pour la santé du corps et de l'esprit. Un apport journalier de 30g d'amandes couvre 60% des Apports Nutritionnels Conseillés (ANS) en polyphénols. Elle possède diverses propriétés pharmacologiques, notamment anti-stress (**Bansal et al, 2009**) et antioxydant (**Pinelo et al, 2004**).

L'huile d'amande est considérée comme anti-inflammatoire, immunitaire, anti-hépatotoxique et peut également réduire l'incidence du cancer du côlon (**Ahmad, 2010**).

Les amandes importées (graines d'*Armeniaca Mill*) sont les plantes médicinales les plus couramment utilisées en phytothérapie (appelées amandes médicinales), sont utilisées depuis plus de 2 000 ans et ont montré une excellente efficacité clinique pour soulager la toux et l'asthme (**Chen et al, 2006**).

Les amandes sont d'excellents alliés contre le vieillissement cellulaire en raison de leur pouvoir antioxydant élevé qui peut neutraliser les radicaux libres (**Pinelo et al, 2004**). À l'extérieur, les amandes contiennent des éléments qui favorisent la réduction des rides, en particulier chez les femmes ménopausées (**Ahmad, 2010**).

En plus du contrôle des lipides, diverses études ont montré que l'ajout d'amandes à l'alimentation améliore significativement le contrôle de la glycémie et de l'insuline et réduit les dommages protéiques causés par le stress oxydatif, qui surviennent généralement en conséquence d'une hyperglycémie prolongée (**Jenkins et al, 2006**).

Une vaste étude épidémiologique menée par des professionnels de la santé portant sur la consommation générale de noix a révélé que la consommation de noix, y compris les amandes, deux fois ou plus par semaine était associée à un risque de maladie cardiovasculaire inférieur de 13 % et à un risque de maladie coronarienne inférieur de 15% (**Guasch-Ferré et al, 2017**).

V. Lait d'amande :

V.1 Définition de lait d'amande :

Le lait d'amande est une dispersion colloïdale obtenue en désagrégeant des amandes avec de l'eau. Ces dernières années, le lait d'amande s'est imposé comme une boisson

alternative non laitière aux États-Unis, en Europe et en Australie. Cette boisson d'origine végétale s'adresse aux consommateurs souffrant d'intolérance au lactose et d'hypersensibilité aux produits laitiers. et hypersensibles au lait de vache, et à ceux qui recherchent des boissons à base de plantes comme alternative au lait de vache (Dhakal et al, 2014).

V.2 Composition de lait d'amande :

Le lait d'amande est également riche en nutriments essentiels et non essentiels comme l' α tocophérol, les acides gras essentiels, les fibres alimentaires et un large éventail d'autres substances photochimiques. La consommation de lait d'amande peut également être liée à la réduction du risque de maladie coronarienne en diminuant le taux de cholestérol LDL dans le plasma.(Dhakal et al, 2014).

Tableau 9: Composition du lait d'amande (Alozie et al, 2015) et (Analyses Ciquel, 2019).

Composition	Teneur (g/100ml)
Humidité	86,11
Protéines	1,70
Lipides	3,40
Cendres	3,04
Fibres	1,25
Glucides	4,50
Valeur énergétique(Kcal)	55,40
Sucres totaux	traces

V.3 Procédé de fabrication du lait d'amande :

Les différentes étapes de la préparation du lait d'amande :

Le triage : Les variations des amandes influencent la qualité du lait extrait. Les amandes de meilleure qualité donnent généralement le meilleur lait (Kundu et al, 2018).

Le lavage : Les amandes commerciales contenant des quantités importantes de matières étrangères telles que boues, poussières,... Il est essentiel de les laver afin de pouvoir obtenir un lait de haute qualité (Kundu et al, 2018).

Le trempage :Les amandes sont trempées dans de l'eau distillée pendant 12 heures, puis égouttées (Kundu et al, 2018).

Le broyage :Les amandes sont broyées avec de l'eau dans un mixeur dans un rapport optimisé pendant 2 minutes (Kundu et al, 2018).

Filtration : La bouillie obtenue est filtrée à travers un tissu à deux couches de mousseline pour obtenir du lait d'amande. (Kundu et al, 2018).

VI. Généralités sur la noix de coco :

VI.1 Définition de la noix de coco :

La noix de coco est le fruit du cocotier. Le cocotier (*Cocos nucifera* L) est un arbre fruitier important dans le monde, fournissant de la nourriture à des millions de personnes, surtout dans les régions tropicales et subtropicales. Grâce à ses nombreuses utilisations, il est souvent appelé "arbre de vie". (DebMandal et al, 2011). La culture de la noix de coco couvre 12,3 millions d'hectares dans le monde, qui produisent annuellement 61,4 millions de tonnes de noix de coco. (Ignacio et al, 2021). L'Inde est le troisième pays producteur de noix de coco, après l'Indonésie et les Philippines (DebMandal et al, 2011).

VI.2 Botanique de la noix de coco :

L'extérieur du fruit est lisse, de couleur vert clair, jaune ou marron orangé, et est recouvert d'une couche épaisse de fibres ligneuses, appelée le brou, qui enveloppe la noix lorsqu'elle est mûre. La noix mûre a une coque sphérique ou ovoïde contenant une amande blanche comestible et un liquide sucré ou "eau de coco" (Christophe, 2012).

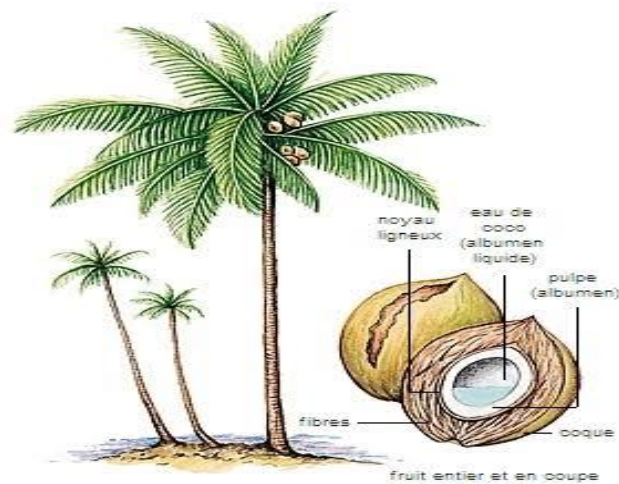


Figure 4: Taxonomie de fruit de cocotier (*Cocos nucifera* L).

Tableau 10: Taxonomie de cocotier (*Cocos nucifera* L) (Niral et Jerard, 2018).

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Liliopsida
Sous-classe	Arecidae
Ordre	Arecales
Famille	Arecaceae
Genre	Cocos
Espèce	Nucifera L

VI.3 La composition biochimique de la noix de coco :

- **Les protéines :**

L'amande de noix de coco fraîche fournit 3,6 g de protéines pour 100 g, la sèche 7,8 g : des quantités inférieures à la teneur moyenne en protéines des fruits oléagineux (14,22 g pour 100 g). Les principaux acides aminés présents dans les protéines de noix de coco sont la lysine, l'histidine, la tyrosine et le tryptophane, qui sont des acides aminés essentiels. Elles contiennent également de l'arginine.

Une portion (30 g) de noix de coco fraîche fournit 1,08 g de protéines. Soit 2,16 % de l'Apport de Référence. Séchée, elle en apporte 2,34 g, soit 4,68 % des apports (Mignonac, 2020).

- **Les lipides :**

La graisse de coco est composée de près de 90% d'acides gras saturés. Parmi ceux-ci, l'acide laurique de formule C12 :0 prédomine, représentant près de la moitié des acides gras totaux de la noix de coco. Les acides gras mono-insaturés (l'acide oléique presque exclusivement) constituent 6 à 7 % du total, et les acides gras polyinsaturés (en particulier l'acide linoléique) 2 à 4 %. A noter l'absence de cholestérol dans la noix de coco. Ce sont les lipides extraits de la noix de coco séchée (ou coprah) qui donnent l'huile - ou graisse - de coco (souvent appelée "huile de coprah"). Cette huile, liquide de 25 à 27 °C, forme à plus basse température une masse solide blanche de goût assez neutre, et peu sensible à l'oxydation (Collectif La Nutrition.fr, 2010).

- **Les glucides :**

Les glucides de noix de coco ne dépassent pas 6 g pour 100 g. La plupart d'entre eux sont des sucres non réducteurs (le saccharose en particulier) et une petite partie sont des polyols (sorbitol, inositol, etc.). Ses composés protéiques et azotés (3-4 g pour 100 g) se caractérisent par une proportion assez élevée d'acides aminés libres.

Les noix de coco fraîches sont riches en fibres, avec une teneur de 9 g/100 g, légèrement inférieure à la moyenne des fruits oléagineux (9,45 g/100 g). Quant à celle séchée, elle apporte 14 g/100 g. De ce fait, il contribue à la satiété et favorise un bon transit **(Mignonac, 2020)**.

- **Les minéraux :**

La noix de coco a un apport minéral total élevé, environ 1,2 g pour 100 g. Le potassium et le phosphore arrivent en tête à des niveaux de 380 mg et 104 mg pour 100 g respectivement. Avec une teneur en magnésium de 36 mg pour 100g, la noix de coco fait partie des végétaux qui en fournissent des quantités appréciables (l'eau de coco en contient 23 mg pour 100 g). Le fer atteint un niveau respectable de 2,6 mg aux 100 g et le sodium est relativement riche pour un aliment végétal (22 mg aux 100 g). On note la présence de nombreux oligo-éléments, tels que le manganèse, le cuivre, le zinc, le molybdène, ainsi que de l'iode et du sélénium à l'état de traces l'oxydation **(Collectif La Nutrition.fr, 2010)**.

- **Les vitamines :**

La composition vitaminique de la noix de coco est pauvre en vitamine C, ne dépassant pas 3 mg pour 100 g, contrairement à la plupart des autres fruits frais. Les vitamines du groupe B sont bien diversifiées et fournies en quantités comparables à celles des autres fruits frais. La teneur en vitamine E atteint 0,7 mg pour 100 g, elle joue un rôle antioxydant utile vis-à-vis des acides gras (notamment insaturés). La provitamine A (ou carotène) n'est présente qu'à l'état de traces : la chair de la noix de coco, parfaitement blanche, ne contient bien sûr pratiquement aucun pigment coloré de la famille des caroténoïdes l'oxydation **(Collectif La Nutrition.fr, 2010)**.

- **Les polyphénols :**

L'efficacité biologique de la noix de coco serait due à sa forte teneur en polyphénols tels que l'acide férulique, l'acide vanillique, l'acide gallique, la quercétine, l'acide p-coumarique, l'acide syringique et l'acide caféique et la présence de tocophérol dans les noix de coco à différentes concentrations (25-100µg/ml) **(Illam et al, 2017)**.

VI.4 Les produits fabriqués à base de noix de coco :

Tableau 11: Les produits dérivés de la noix de coco.

Produits	Caractérisation
Nata de coco	Une gélatine translucide formée à partir d'eau de coco fermentée (Rosalind, 1999).
L'eau de coco	Elle est contenue au centre de la noix. C'est une boisson douce, rafraîchissante, que l'on dit « vermifuge ». Dans certains pays tropicaux, elle est conseillée en cas de colique, de dysenterie ou de digestion difficile (Alibert et Bertrand, 2002).
L'huile de coco (ou de coprah).	C'est une graisse végétale assez digeste qui entre dans la préparation de beurre ou de margarine. Elle peut également remplacer l'huile en cuisine (Dukan, 1998).
Les cocos râpés	Dont l'humidité est moindre (3%), sont surtout utilisés par les pâtisseries, chocolatiers et confiseurs (MCD, 1991 ; ESPIARD, 2002).
Lait de coco	Le lait de coco est un produit blanc laiteux, composé d'une émulsion d'huile et d'eau. extraite de la chair de la noix de coco (Chiewchan et al, 2006).

VI.5 Les bienfaits de la noix de coco :

En particulier, la littérature récente a suggéré que l'utilisation de l'huile de coco (extra vierge/vierge), de l'eau de coco et de la crème de coco peut avoir des effets positifs significatifs sur la réduction du cholestérol plasmatique, le contrôle de la pression artérielle (PA) et les niveaux de glucose sanguin, qui sont tous des facteurs de risque associés à la maladie d'Alzheimer. La noix de coco a également été identifiée comme un renforçateur cognitif potentiel associé à la maladie d'Alzheimer. Plusieurs études ont montré que l'hyperlipidémie et les maladies cardiaques sont rares chez les populations qui consomment beaucoup de noix de coco (**Fernando et al, 2015**).

Une étude sur le diabète induit par l'alloxan chez des rats Sprague-Dawley indique que la protéine de coco réduit les dommages pancréatiques liés au diabète chez les rats traités par rapport au contrôle. En outre, l'inclusion de protéines de noix de coco et de L-arginine chez

des rats nourris à l'éthanol a réduit le cholestérol total, le cholestérol LDL + VLDL, les triglycérides et les niveaux de l'indice athérogène dans le sérum. Le principal facteur responsable de l'effet hypolipidémique des protéines de noix de coco est leur teneur élevée en L-arginine (Wijayaratna, 2015).

VII. Lait de la noix de coco :

VII.1 Définition du lait de la noix de coco :

Le lait de coco est le jus extrait de la pulpe blanche de la noix de coco. Facile à préparer, il apporte à l'organisme de nombreux bienfaits, dont les plus importants sont le renforcement du système immunitaire et des défenses de l'organisme (Addou et al, 2015).

Le lait de coco est produit à partir de jeunes noix de coco ou de noix vertes à la chair tendre, tandis que l'extraction de l'huile de coco vierge utilise la chair de noix de coco mûre. Le lait de coco est une boisson à base de protéines végétales qui contient l'arôme unique de la noix de coco et qui est populaire dans de nombreux groupes de consommateurs. Le lait de coco est principalement obtenu à partir de la chair de noix de coco râpée en la transformant ou en la pressant avec ou sans ajout d'eau (Wang et al, 2020).

VII.2 Composition du lait de la noix de coco :

Le lait de coco contient des matières grasses, de l'eau, des glucides, des protéines et des cendres. Le lait de coco ordinaire est plus riche en matières grasses et en calories que le lait de vache. Il est riche en protéines telles que l'albumine, la globuline, la prolamine et la glutérine. Les agents émulsifiants contribuent à accroître la stabilité des émulsions alimentaires ; il s'agit par exemple des phospholipides, de la céphaline et de la lécithine, qui ont été trouvés dans le lait de coco. Toutefois, il est reconnu que le produit, est très sensible à l'altération chimique et biochimique telle que l'oxydation des lipides (Alyaqoubi et al, 2015).

Tableau 12: Composition du lait de la noix de coco (Seow et Gwee, 1997) et (Ciquel, 2014).

Composition	Teneur(%)
Sucres	2,1
Humidité	50
Matières grasses	39,8
Protéines	2,8
Cendres	1,2
Glucides	6,2

VII.3 Procédé de fabrication du lait de la noix de coco :

L'extraction du lait de coco commence par des opérations à forte intensité de main-d'œuvre

Le décorticage des noix de coco arrivées à maturité : Le décorticage permet d'enlever le testa brun qui donne au lait extrait une couleur brune et un léger goût amer au lait extrait (Seow et Gwee, 1997).

Le lavage : La chair de la noix de coco est nettoyée dans de l'eau contenant 100 ppm de H₂O₂. Ensuite elle est égouttée et râpée (Seow et Gwee, 1997).

Le blanchiment : un blanchiment à 80°C pendant 10 minutes afin de réduire la charge microbienne initiale et d'inactiver la lipase (Seow et Gwee, 1997).

Extraction du lait : plusieurs procédures ont été recommandées pour l'extraction du lait de coco à l'échelle industrielle ou commerciale. Elles ont été impliquent principalement des variations la quantité et la température de l'eau ajoutée avant le pressage de la noix de coco râpée, à l'aide d'une presse hydraulique ou à vis. Le lait est ensuite filtré à travers un filtre en tissu ou centrifugé à faible vitesse (à l'aide d'une centrifugeuse à panier). Pour éliminer les particules de pulpe de noix de coco finement broyées sans briser l'émulsion (Seow et Gwee, 1997).

VIII. Propriétés :

VIII.1 Physico-chimiques des laits :

Tableau 13: Comparaison entre la composition du lait de soja, lait d'amande, lait de la noix de coco et lait de vache (Kundu et al, 2018), (Sboui et al, 2010), (Analyses Ciqua, 2019), (Analyses Ciqua, 2013), (Analyses Ciqua, 2010), (Belewu M et Belewu K, 2006) et (Données industrielles françaises, 2014).

Composition	Lait de soja (%)	Lait d'amande (%)	Lait de noix de coco (%)	Lait de vache (%)
Humidité	91.890	94	78	87,5
Acidité titrable (D°)	0.099	0.390	0,15	17,12
pH	7.395	6.920	6,23	6,56
Cendres	0.807	3.023	0,69	0,84
Calcium (mg/100ml)	5.970	16.010	18	117
Lipides	2.350	8.250	18,4	3,83
Protéines	2.390	0.972	1,77	3,23
Glucides	0,7	0,68	3,4	3,47
Fibres	0,6	1,25	0,57	0
Valeurs énergétique (Kcal)	37,1	36,3	188	56,5

VIII.2 Sensorielles des laits :

VIII.2.1 Lait de la noix de coco :

Les propriétés sensorielles du lait de coco dépendent largement de l'équilibre relatif des composés aromatiques dérivés des graisses, des protéines et des hydrates de carbone du lait. Ainsi, les changements d'arôme sont très importants pour déterminer le degré d'acceptation sensorielle du produit final (Wang et al, 2020).

La saveur joue un rôle essentiel dans la qualité et l'acceptabilité des produits à base de noix de coco. Certains chercheurs ont étudié les caractéristiques sensorielles du lait de coco, notamment l'aspect (douceur), l'odeur (lait de coco, cuit, noisette), la saveur (lait de coco, doux, huileux) et la texture (viscosité et sécheresse) (Wang et al, 2020).

VIII.2.2 Lait de soja :

Le lait de soja, fabriqué selon des méthodes traditionnelles, n'a pas la saveur fade ni la texture crémeuse du lait de vache. Le goût et l'odeur désagréables, qualifiés de "bise" ou de

"peint", sont dus à des composés volatils formés par des réactions catalysées par la lipoxygénase qui se développent presque instantanément au cours de la mouture humide. Le Tonyu a une saveur de haricot qui apparaît dès que la graine brute est écrasée. Les Chinois tolèrent ce goût, mais d'autres personnes ne le tolèrent pas, car elles comparent la saveur de ce produit à celle du produit de la vache fraîche (**Wilkens et al, 1967**)

La variété de soja utilisée influence la couleur du tonyu. Pour obtenir un lait de soja dont l'aspect ressemble à celui du lait de vache, il ne faut pas utiliser la variété aux cotylédons foncés, la variété type choisie à une couleur crème à jaune doré (**TU, 2010**).

Alors que le lait de soja ressemble au lait de vache en apparence, son odeur verte typique limite son utilisation par les consommateurs. On pense que les composants malodorants du lait de soja sont des produits de décomposition des lipides de soja par autoxydation, photo-oxydation et réaction enzymatique, en particulier par la lipoxygénase et l'hydroperoxyde-lyase. En outre, les principaux composés contribuant aux arômes du caillé de soja et du lait de soja n'ont pas encore été entièrement élucidés (**Kaneko et al, 2011**).

VIII.2.3 Lait d'amande :

Bien qu'il soit important de s'assurer que les amandes sont correctement mûries, qu'elles sont exemptes d'insectes, de moisissures et de dommages mécaniques, et qu'elles ont une taille et un poids uniformes, le déterminant final de la qualité de la consommation d'amandes est la saveur (**Franklin et Mitchell, 2019**).

La saveur des amandes douces est principalement influencée par la composition non volatile de l'amande et la texture de l'amande, qui sont directement évaluées par les récepteurs du goût et du toucher sur la langue et dans la bouche. Les principales dimensions gustatives descriptives des amandes douces entières crues (avec la peau) sont la douceur et l'astringence, avec peu d'amertume ou d'aigreur, et aucune salinité observée par les panélistes. Cela n'est pas surprenant, car les amandes douces ne contiennent que des quantités infimes de sels et d'acides non gras, qu'il est peu probable de détecter à l'état de traces. L'astringence des amandes douces provient des composés phénoliques de la peau (**Franklin et Mitchell, 2019**).

Il a été démontré que la texture des amandes influence la perception des amandes et les jugements affectifs ou hédoniques de la saveur des amandes qui en résultent. La texture des amandes crues est probablement influencée à la fois par les caractéristiques phénotypiques des amandes, déterminées par la variété de l'arbre, et par la teneur en eau des amandes, mais on manque d'informations détaillées sur la relation entre la texture des amandes crues et leur composition chimique (**Franklin et Mitchell, 2019**).

Étant donné que les principaux aspects gustatifs des amandes douces crues se limitent aux dimensions sucrées et astringentes, et sans doute aux dimensions tactiles du goût liées à la texture de l'amande, la plus grande source de variabilité de la saveur de l'amande peut être liée aux volatiles actifs au niveau de l'odeur (**Franklin et Mitchell, 2019**).

Il est difficile d'évaluer quels composés sont importants pour l'arôme des amandes brutes et lesquels ne le sont pas, car tous les composés volatils n'ont pas d'odeur et les composés volatils ayant une odeur peuvent ne pas avoir d'effet significatif sur l'arôme des amandes brutes, étant donné que l'effet sur l'arôme dépend de la concentration et de l'intensité de l'odeur du composé volatil. Le benzaldéhyde est considéré comme un odorant clé dans les amandes, avec une odeur amère, semblable à celle de l'amande, et son seuil olfactif est relativement bas (**Franklin et Mitchell, 2019**).

IX. Evaluation sensorielle :

L'analyse sensorielle est définie par la norme française ISO 5492 comme l'examen des propriétés organoleptiques d'un produit par les organes des sens (vue, ouïe, odorat, goût, toucher). Le produit à évaluer doit être décrit en termes d'apparence, de texture, d'odeur, de saveur, de qualité etc. Selon l'Association Française de la Normalisation (ISO 8402), la qualité d'un produit (fruit ou jus) est définie par son aptitude à satisfaire ses utilisateurs ou ses consommateurs. Cette qualité regroupe 4 composantes majeures :

- Sécurité / qualité hygiénique / sanitaire
- Santé / qualité nutritionnelle
- Saveur / qualité organoleptique
- Service / qualité d'usage

Les paramètres physico-chimiques que sont : la fermeté, la couleur, la teneur en sucre, l'acidité, la saveur et les composés aromatiques peuvent influencer la perception des composants mentionnés précédemment et permettent de déterminer la qualité des fruits.

IX.1 Tests descriptifs :

Les caractéristiques sensorielles des fruits sont généralement obtenues en effectuant des analyses ou des tests descriptifs, qui sert des bases de données et qui permet de différencier les produits dégustés (**Goldenberg et al, 2015**). Les étapes à suivre pour effectuer ces tests descriptifs sont les suivantes :

- Fixer une fiche des descripteurs qui soit la plus exhaustive possible afin de répondre à toutes les exigences sensorielles des produits à évaluer (environ 5 à 20

descripteurs sensorielles). Par ailleurs, regrouper ces descripteurs en catégories sensorielles (textures, arômes, arrière-goûts) permet de faciliter l'évaluation des produits.

- Une autre étape consiste à définir ces descripteurs.
- La mesure de l'intensité pour chaque descripteur est effectuée à partir d'une échelle (structurée ou non) : structurée (par exemple 1 à 9 ou 0 à 5 : extrêmement désagréable / ni désagréable ni agréable / extrêmement agréable) et non structurée (trait).
- Le dégustateur peut noter des commentaires.
- Enfin, des représentations graphiques (histogramme- graphique en radar...) sont réalisées afin d'établir le profil final des produits, (**Cairncross et Sjoström, 1950**).

IX.2 L'environnement de travail :

Selon (ISO V 09-105) les conditions de travail pour une meilleure dégustation doivent être constantes et contrôlées pour réduire les perturbations et les effets psychologiques ou physiques qui peuvent influencer le comportement humain. Les locaux doivent correspondre à une installation minimale avec : un local d'essai pour travail en cabine et en groupe, un local de préparation, les produits doivent être servis à la bonne température avec un taux d'hygrométrie idéal.

IX.3 Le panel sensoriel :

Le panel sensoriel est un groupe d'individus qui peuvent tester, juger des produits selon les règles établies. Le panel est composé de :

- Sujets « naïfs » : ne connaît ni le produit ni l'analyse sensorielle.
- Sujets initiés : connaît le produit et l'analyse sensorielle.
- Sujets qualifiés : connaît le produit, l'analyse sensorielle / entraîné, suivi, validé.
- Sujets experts : sujets qualifiés qui ont une excellente acuité sensorielle, qui sont entraînés à l'utilisation des méthodes sensorielles et qui sont capables d'effectuer de façon fiable l'analyse sensorielle de divers produits.

Que veut-on du panel ?

- Qu'il comprenne la définition commune des termes
- Qu'il reconnaisse la sensation dans le produit
- Qu'il soit répétable, reproductible et discriminatif

- Qu'il soit sensible

Recommandations générales :

- Être en bonne santé, signaler un état maladif
- Éviter les odeurs corporelles et cosmétiques
- Ne pas fumer, ne pas consommer ou utiliser des produits forts au moins une heure avant les épreuves
- Être ponctuel en toutes circonstances
- Respecter le silence
- Lire attentivement les questionnaires
- Se rincer la bouche aussi souvent que possible.

AFNOR (2007) ; SSHA et Depledt (2009) ; ACTIA (1999).

En effet, pour différencier ou décrire les boissons végétales d'un point de vue aromatique, il est possible de réaliser des tests descriptifs en analyse sensorielle avec un panel formé. Plusieurs études sensorielles ont déjà été réalisées sur les boissons végétales et les produits transformés à base des végétaux (laits, farines, confiture, compote, jus, etc.). La liste des descripteurs sensoriels couramment utilisés pour décrire l'odeur, l'arôme, la texture, les saveurs et la sensation en bouche des boissons végétales est présentée dans le tableau 13 (Navarro-Martínez et al, 2019 ; Özkaya et al. 2019).

Tableau 14: Descripteurs sensoriels couramment utilisés en analyse sensorielle sur le lait.

Descripteurs	Définition
Couleur	La couleur est définie comme la sensation obtenue par la détection de la lumière qui interagit avec l'objet (Clark et al, 2009).
Odeur	Une odeur rétro-nasale est une odeur captée "en bouche" par la voie intermédiaire qui va de l'arrière-gorge à la région des récepteurs olfactifs. Les odeurs ortho-nasales sont celles qui sont perçues par les nez (Clarck et al, 2009).
Saveur	La saveur ou le goût sont perçus par le système gustatif lorsqu'il est stimulé par des substances solubles. il existe des sensations de salé, de sucré, d'acide et d'amertume (Delacharlerie et al, 2008).
Texture	La texture fait référence à la qualité des aliments que l'on peut sentir avec les doigts, la langue, le palais ou les dents. La texture est aussi un indice de qualité (Vaclavik et Christian, 2014).

Matériel et méthodes

Notre étude a été réalisée dans le laboratoire de recherche « produits naturels » faculté de science de la nature et de la vie, université ABOUBEKR BELKAID département de biologie Tlemcen

Pour atteindre l'objectif de cette étude nous avons procédé comme suit :

I. Préparation des échantillons :

L'étude a porté sur 9 échantillons des trois matières premières, trois mélanges, trois laits végétaux. D'abord, Les graines de soja, les amandes et la noix de coco râpé ont été achetées au marché de Tlemcen.

I.1 Les matières premières :

Les graines de soja, les amandes douces et la noix de coco râpé ont été réduites en poudre fine individuellement par broyage électrique. Les poudres sont ensuite gardées à l'abri de l'humidité à une température ambiante (25°C). Enfin, les échantillons sont ensuite conservés dans des boîtes hermétiques, pour qu'elles soient utilisées ultérieurement pour les analyses physico-chimiques.

I.2 Préparation des mélanges :

Les trois mélanges ont été réalisés à partir de farine de soja, de farine d'amande et de farine de noix de coco selon les pourcentages suivantes :

- Mélange 1 : 60% amande ,20% soja, 20% coco.
- Mélange 2 : 20% amande, 40% soja, 40% coco.
- Mélange 3 :40% amande 40% soja, 20% coco.

Ensuite, ils ont été conservés dans des boîtes fermés à température ambiante.

I.3 Préparation des laits :

Les laits ont été fabriqués à partir de lait du soja, lait d'amande et lait de noix de coco selon les pourcentages suivants :

- Lait 1 : 60% lait d'amande, 20% lait du soja, 20% lait de noix de coco.
- Lait 2 : 20% lait d'amande, 40% lait du soja, 40% lait de noix de coco.
- Lait 3 : 40% lait d'amande, 40% lait du soja, 20% lait de noix de coco.

D'abord, nous avons commencé par la préparation des 3 laits de chaque matière première (lait du soja, lait d'amande et le lait de noix de coco).

I.3.1 Fabrication du lait de soja :

Le lait de soja a été produit à partir les étapes suivants :

La préparation de graines : comprend : le triage, le lavage et le pesage de 100g de graines de soja.

Le trempage : Le trempage est une étape longue afin de faciliter le dépelliculage, de réduire l'énergie au broyage et d'augmenter le taux d'extraction des constituants. On a mis les graines dans un récipient en verre et ajouter environ 200ml d'eau de robinet froid. Les graines ont été mises à tremper pendant 14 à 18 heures.

Le dépelliculage : Des bactéries du sol sont présentes dans les peaux et doivent être éliminées afin de réduire la teneur en bactéries du lait de soja, ce qui garantit une meilleure saveur et prolonge la durée de conservation. La séparation des pellicules a été effectuée à l'aide d'une force manuelle.

Le broyage : Après le dépelliculage, on a broyé les graines avec 1L d'eau à l'aide du blender jusqu'à l'obtention d'un mélange blanc homogène.

Le filtrage : Le lait a été filtré à l'aide d'une passoire et de tissu-filtre.

La cuisson : Après filtration, le lait est passé directement dans une marmite pour être cuit à une température de 100-105°C pendant 10 à 15 minutes. Cela permet d'inactiver les facteurs antinutritionnels (inhibiteur de trypsine et lectine) et de conserver le lait.

Le conditionnement : Le lait a été placé dans une bouteille en verre et le conservé à 2°C.



Les graines de soja



Tromper dans l'eau



Dépelliculer



Broyer



Filtrer



Stériliser



Lait de soja

Figure 5: Les étapes de la préparation de lait de soja.

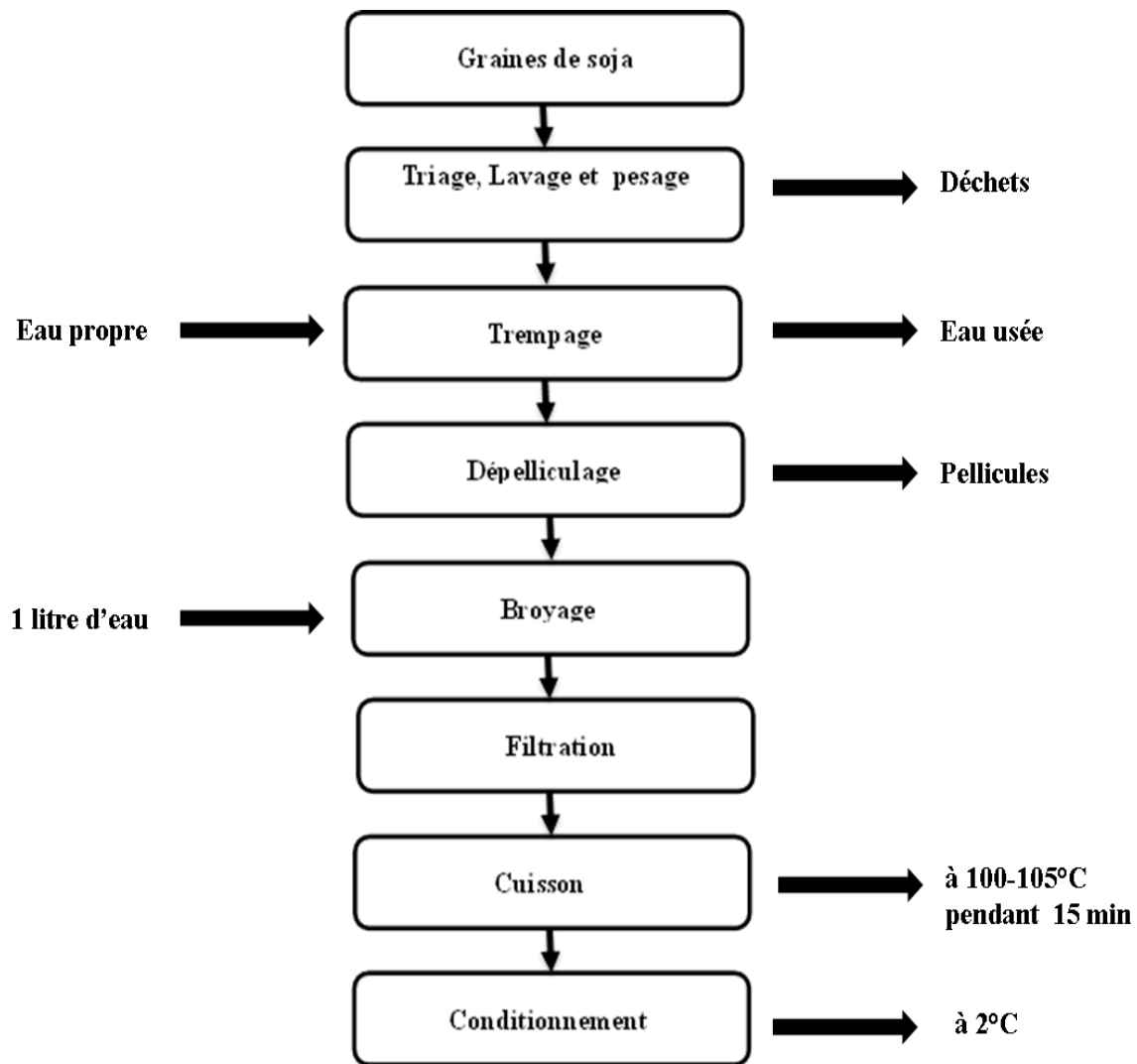


Figure 6: Diagramme de production du lait de soja.

I.3.2 Fabrication du lait d'amande :

Le lait d'amande a été préparé selon les étapes suivantes :

La préparation des graines : comprend : le triage, le lavage et le pesage de 200g des amandes douces non pelées.

Le trempage : Les amandes ont été mises à tremper avec 400ml d'eau de robinet pendant 12 heures.

Le broyage : après avoir jeté l'eau de trempage, les amandes ont été broyées avec 1L d'eau dans le blender.

Le filtrage : le lait obtenu a été filtré à l'aide d'une passoire et d'un tissu-filtre.

La cuisson : une cuisson de 15 minutes après ébullition a été réalisée dans une casserole.

Le conditionnement : le lait a été placé dans une bouteille en verre le conservé à 2°C.



Les amandes



Tromper dans l'eau



Broyer



Filtrer



Stériliser



Lait d'amande

Figure 7: Les étapes de la préparation de lait d'amande.

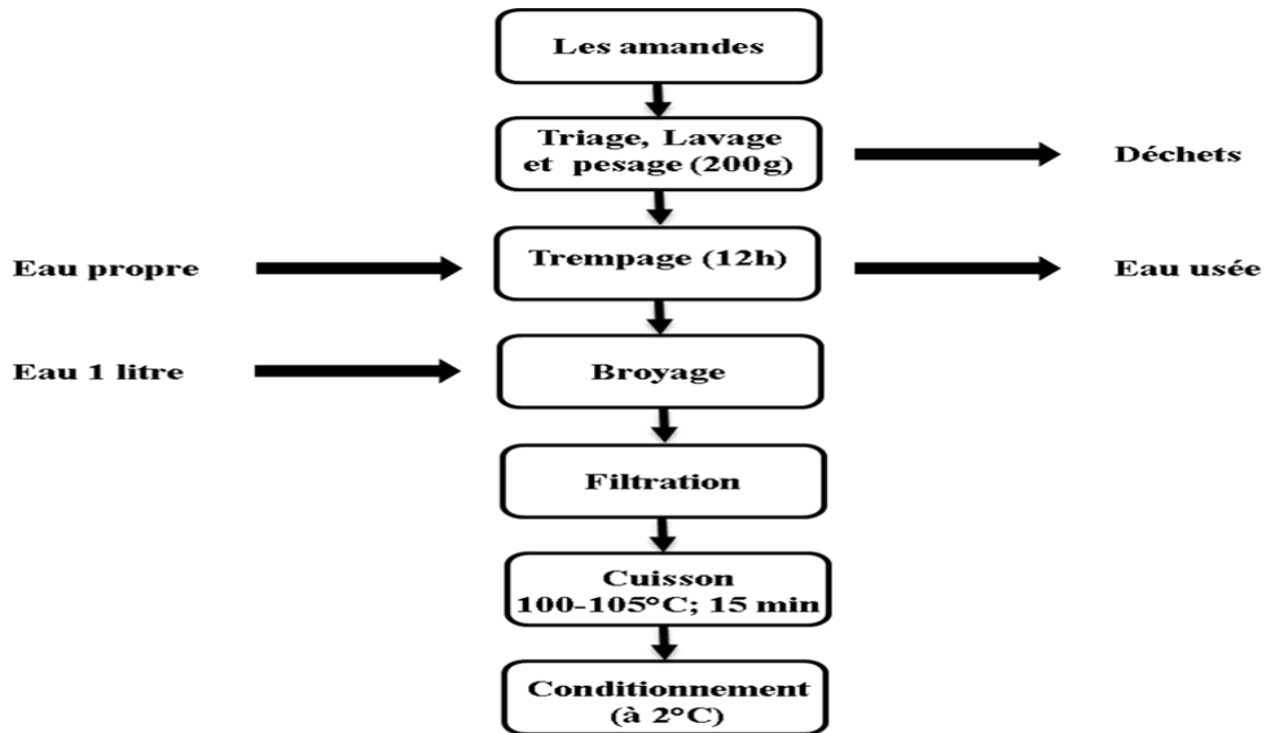
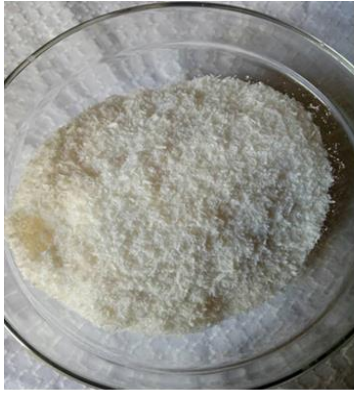


Figure 8: Diagramme de production du lait d'amande.

I.3.3 Fabrication du lait de noix coco :

Pour le lait de noix coco, 100 g de noix de coco râpée et séchée ont été placés dans un récipient avec 1 litre d'eau chaude et laissés à tremper pendant 3 heures. Une passoire a ensuite été utilisée pour la filtration. Puis, le lait a été placé directement dans une casserole pour être cuit jusqu'à ébullition. Enfin, le lait a été conditionné dans une bouteille en verre et conservé à 2°C.



La noix de coco



Tromper dans l'eau chaude



Filtrer



Stériliser



Lait de la noix de coco

Figure 9: Les étapes de la préparation de lait de la noix de coco.

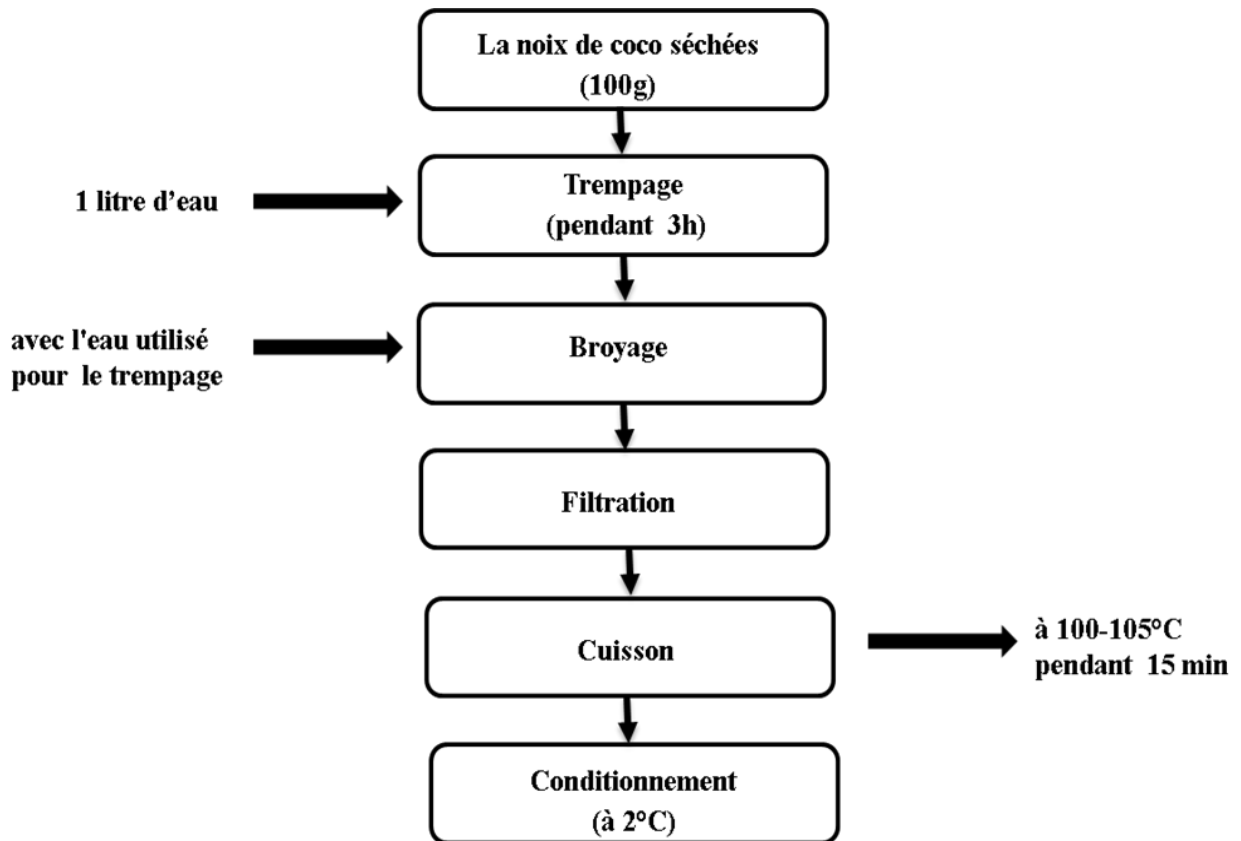


Figure 10: Diagramme de production du lait de la noix de coco.

Enfin, les 3 laits ont été mélangés selon les pourcentages précédents, conditionnés dans des bouteilles en verre de 1l et conservés au réfrigérateur à 4°C.

II. Analyses physico-chimiques :

II.1 Mesure du pH (potentiel hydrogène) :

Le pH des échantillons a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre numérique (HANNA HI2211, Roumanie). Dix grammes de l'échantillon ont été dissous dans 50 ml d'eau distillée par agitation. La solution résultante est centrifugée à 3000 rpm pendant 30 minutes. Le surnageant est recueilli dans un bocal. Le pH est lu sur un écran numérique en plongeant l'électrode du pH-mètre directement dans le surnageant recueilli (Yao et al, 2019). (Voir annexe1)

II.2 Détermination de la teneur en eau et en matière sèche :

- **Principe :**

La teneur en eau est définie comme la perte de poids au cours du séchage dans une étuve (Audigie et al, 1986). (Voir annexe2)

- **Mode opératoire :**

L'humidité est mesurée sur un échantillon de 3g qui est placé dans l'étuve à une température de 103°C (ISO, 1999). Après 3h, l'échantillon est pesé, puis l'opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant, en réduisant le temps de séchage de 30 min pour éviter la caramélisation. La teneur en eau par rapport à la masse humide est déterminée par la formule ci-dessous :

$$W_{mh} = (m_i - m_f) / m_i \times 100$$

- W_{mh} : masse, en gramme.
- m_i : masse, en gramme, initiale.
- m_f : masse, en gramme, finale (après dessiccation).

La moyenne des pourcentages de la quantité d'eau est déterminée sur 3 essais dans les mêmes conditions.

La matière sèche (MS) est déterminée de la manière suivante :

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

II.3 Détermination de la teneur en cendres :

• Principe

Les cendres totales permettent de juger de la richesse en éléments minéraux et de la composition minérale du produit (**Anonyme, 2005**). La détermination du taux de cendres est basée sur la destruction de toute matière organique sous l'action des hautes températures (3 heures à 560°C jusqu'à l'apparition d'une coloration blanche ou grise) (**Afnor, 1982**). (Voir annexe3)

• Mode opératoire :

- On a effectué une pré-incinération des creusets en porcelaine à 300°C pendant 15 minutes ;
- On les pesés vide après le refroidissement, c'est le poids **P1** ;
- On a pesé 1g de chaque échantillons dans les creusets, c'est le poids **P2** ;
- On a introduit les creusets avec l'échantillon dans le four à moufle à 560°C jusqu'à ce que le contenu en substances prises une couleur blanc grisâtre qui blanchisse après refroidissement dans un dessiccateur ;
- Ensuite, on a pesé les creusets avec les cendres, c'est le poids **P3**.

Les résultats sont donnés par la formule suivante :

$$\text{Cendres \%} = (P3 - P1) / (P2 - P1) \times 100$$

P1 : poids de creuset vide.

P2 : poids de creuset + l'échantillon avant incinération.

P3 : poids de creuset + l'échantillon après incinération.

100: pour exprimés le pourcentage.

II.4 Dosage des sucres totaux :

La détermination de la quantité d'ose présente dans les polysaccharides est basée sur la détermination des sucres totaux selon la méthode de Dubois et al (1956), également appelée la méthode Phénol/acide sulfurique.

- **Principe**

Le dosage des monosaccharides constituant des polysaccharides nécessite la rupture de toutes les liaisons glycosidiques par hydrolyse acide (l'acide sulfurique).

L'analyse est basée sur des techniques colorimétriques. Le principe du dosage colorimétrique repose sur la condensation par estérification d'un chromogènes (Phénol, Orcinol, Anthrone) avec les produits de déshydratation des pentoses, hexoses et acides uroniques. En milieu acide fort et à haute température, ces oses sont déshydratés respectivement 5- hydroxy-méthyl furfural et de l'acide5-formylfuroïque.

Les chromophores ainsi formés de couleurs jaune-orange absorbent dans le spectre visible proportionnellement à la quantité de sucres présents (Ruiz, 2005). La teneur en sucres est exprimée en µg/ml (convertie en gramme/litre) d'α D+ Glucose à partir d'une courbe d'étalonnage.

- **Mode opératoire :**

II.4.1 La préparation des échantillons :

- On a pesé 0,5 g de chaque échantillon dans le bêcher, ajouter 20 ml d'acide sulfurique 0,5 M puis on le plaçant l'ensemble dans l'étuve à 105°C pendant 3 heures
- On a Transféré quantitativement le contenu du bêcher dans une fiole de 500 ml (ajusté le volume avec de l'eau distillée jusqu'à 500ml), puis filtrer la solution et la conserver à 4°C ;
- A partir de ce filtrat, on a réalisé des dilutions de 1/3 ;
- -3 essais ont été préparé ;
- Dans des tubes en pyrex (Ø 2cm), on a placé soigneusement 1 ml de chaque essai, puis on a ajouté 0.5 ml de phénol à 5% et 2.5 ml d'acide sulfurique concentré (H2SO4).

- Après agitation (vortex) les tubes ont été maintenus dans l'étuve à 100°C pendant 5 minutes, puis laissés dans l'obscurité pendant 30 minutes ;

Enfin, la densité optique a été lue à une longueur d'onde de 490 nm. (Voir annexe4)

II.4.2 Préparation de l'étalon :

Pour chaque série de détermination, une gamme d'étalonnage est nécessaire, une solution mère (SM) de α D+ Glucose de concentration 100 μ g /ml a été préparée comme suit :

- On a préparé une solution de glucose de 0.01g / 100ml (100 μ g/ ml).
- A partir de cette solution mère, on a préparé des dilutions de différentes concentrations 25 μ g/ml, 40 μ g/ml, 60 μ g/ml, 75 μ g/ml ,100 μ g/ml.
- On a pris 0.5ml de chaque concentration (3 essais pour chaque concentration) et ajouter 0.5ml de phénol à 5 % et 2.5ml d'acide sulfurique à 98% à l'aide d'une burette ;
- Après agitation (vortex) les tubes ont été maintenus dans l'étuve pendant 5 minutes à 100°C, puis à l'obscurité pendant 30 minutes ; - la densité optique a été lu pour chaque concentration à 490 nm, puis on a tracé la courbe d'étalonnage.

II.5 Dosage des lipides totaux :

- **Principe :**

L'extraction des lipides des échantillons est réalisée dans un extracteur de soxhlet à partir d'un solvant organique (n-hexane)). Après avoir évaporé le solvant, la teneur en matières grasses brutes est mesurée par la méthode indirecte, par gravimétrie.

- **Mode opératoire :**

Tout d'abord, un échantillon de 20 g est introduit dans la cartouche de cellulose du Soxhlet. Le tout est ensuite placé dans l'extracteur à siphon. Le ballon est rempli aux $\frac{3}{4}$ de solvant (n hexane). La durée de l'extraction est dépendante de la quantité de lipides présents dans l'échantillon : elle est de 3 à 10 heures (pauvre en lipides) et de 10 à 12 heures (riche en lipides). (Voir annexe5)

La teneur en matières grasses brutes est exprimée par la formule ci-dessous :

$$\text{Taux de lipide\% de matière sèche} = \frac{(PA - PB)}{m} \times 100$$

- m : la masse d'échantillon en gramme.
- PA : la masse de cartouche vide + le poids d'échantillon.

- PB : le poids de cartouche après l'extraction.

II.6 Dosage de l'azote total et les protéines brutes :

- **Principe :**

Il est réalisé par la méthode de Kjeldahl c (1883), elle comprend trois étapes : la minéralisation, la distillation et la titration.

La méthode consiste à détruire la matière organique par l'acide sulfurique concentré et chaud, cela convertit quantitativement l'azote à l'état de sulfate d'ammonium.

L'ammoniac est alors déplacé par de la soude et recueilli dans un excès d'acide sulfurique de concentration connue. Le titrage en retour avec une concentration connue de soude caustique nous permet de tirer des conclusions sur la quantité d'ammoniac formée et donc sur la teneur en azote de l'échantillon. (Voir annexe6)

- **Mode opératoire : [Méthode d'analyse N°07 96 06 /CACQE/ Ministère du Commerce]**

- **La minéralisation :**

Elle est effectuée dans une unité de digestion BÖCKI-K-435.

Environ 1 g de l'échantillon à analyser a été broyé, tamisé à travers une maille de 2 mm et séché à 105° C jusqu'à obtention d'un poids constant. On a pesé soigneusement et introduire dans toute sa quantité dans un matras de Kjeldahl (le tube de digestion).

Pour la digestion de chaque échantillon, on a ajouté dans le matras :

- 1g de catalyseur à partir d'un mélange de 15g de sulfate de potassium anhydre K_2SO_4 , 1.2g de sulfate de cuivre $CuSO_4$.
- 12ml d'acide sulfurique H_2SO_4 concentré à 98%.

Au bout d'un certain temps, 1 à 2ml de peroxyde d'hydrogène H_2O_2 concentré à 35% (130vol).

- On a mélangé soigneusement pour assurer un mouillage complet de l'échantillon à tester.
- On a préchauffé le dispositif de digestion pendant 10 minutes.
- On a placé les matras sur le dispositif de chauffage.

- Les gaz d'échappement sont aspirés par trempe sous vide.
- On a chauffé d'abord doucement le tube de digestion pour éviter que la mousse monte ou s'échappe du matras.
- On a fait le chauffage avec une température modéré.
- La minéralisation (le contenu des matras) a été transférée dans une fiole en complétant le volume avec de l'eau distillée jusqu'à 100ml.
- On a Mélangé doucement pour dissoudre le plus de sulfate d'ammonium possible, puis le laisser refroidir.
- **La distillation :**

Elle est effectuée dans une unité de distillation BÖCKI-K-314.

- 10ml du contenu de la fiole a été introduites dans le matras de l'unité de distillation aux quels sont ajoutés 20ml d'eau distillée et 30ml de la soude caustique (NaOH) / à 35%.
- On a le chauffé pendant 4 minutes de façon à recueillir 150ml de distillat.
- Après avoir vérifié la neutralité du distillat s'écoulant de l'extrémité du condenseur à l'aide de papier pH, si la réaction a été alcaline, poursuivre la distillation.
- Le distillat est ensuite recueilli dans une fiole jaugée qui contient 25 ml de solution d'acide sulfurique à 0.1N additionné de 3 gouttes d'indicateur de Tashiro (de couleur rose- violette en présence d'un milieu acide et verte dans le cas d'un milieu alcalin).
- **La titration :**

Puisque nous avons utilisé de l'acide sulfurique comme liquide de récupération. Nous avons titré l'excès d'acide sulfurique avec la solution de NaOH 0,1N jusqu'à ce que la couleur passe du violet au vert.

Le taux d'azote total est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\text{L'azote total(\%)} = \text{N\%} = (\text{Vb} - \text{Ve}) \times \text{N} \times 0.014 \times 10 \times 100/\text{m}$$

V b : Volume en ml de la solution de NaOH 0,1N nécessaire pour stabiliser l'excès d'acide sulfurique présent dans le blanc (1g de saccharose).

Ve : Volume en ml de la solution de NaOH 0,1N pour neutraliser l'excès d'acide sulfurique présent dans la prise d'essai.

N : Normalité du NaOH utilisé pour le titrage (0,1N).

f : Facteur de correction de la solution de NaOH.

m : Masse en g de la prise d'essai.

10 : Coefficient du volume total de la solution à doser.

100 : Coefficient du pourcentage.

Convertir le taux d'azote en taux de protéines :

100g de protéines correspond à 16g d'azote dans la majorité des cas. On utilise un **facteur de Conversion** basé sur le taux moyen d'azote des protéines= $100/16 = 6.25$

$$\text{Les protéines brutes (\%)} = \text{PB\%} = \text{N \%} \times 6.25$$

II.7 Extraction et dosage des composés phénoliques :

- **Extraction des composés phénoliques :**

5g d'échantillon et 10ml de solution méthanolique (méthanol/eau ; 80/20, v/v) sont mis dans un tube à centrifuger. Ils sont agités pendant 10 minutes à travers un vortex. Après centrifugation, durant 15 min à 3800 rpm, la phase méthanolique est récupérée et placée dans une fiole jaugée de 50 ml. Cette opération est répétée deux fois et la solution méthanol/eau (80/20) est ajoutée à la ligne de jauge. (Voir annexe7)

- **Méthode de dosage des composés phénoliques totaux :**

La valeur phénolique totale des extraits d'échantillons a été dosée par la méthode de Singleton et Rossi (1965) à l'aide du réactif de Folin-Ciocalteu. Un volume de 200 µl pour chaque extrait est inséré dans des tubes à essai, le mélange 1 ml de Folin-Ciocalteu dilué 10 fois et 0,8 ml de carbonate de sodium 7,5 % est additionné. Les essais sont agités et d incubés à l'obscurité durant 30 minutes. On mesure l'absorbance à 765 nm à l'aide du spectrophotomètre et comparées à celles de l'acide gallique considéré comme étalon.

La détermination de la concentration d'un composé phénolique, l'acide gallique, se fera à l'aide d'une gamme étalon. Pour cela,

- A partir d'une solution d'acide gallique de 0,25 g/l, on prépare des 1/2 dilutions (Vf= 5 ml)

- Préparer six tubes comme pour les extraits avec 200ul de ces dilutions et lire l'absorbance à 760 nm.

On a tracé la courbe d'étalonnage de l'absorbance en rapport avec la quantité d'acide gallique en mg et on a déterminé la quantité de composés phénoliques contenus dans les extraits en mg par g de matière fraîche.

III. Analyse sensorielle :

Les tests sensoriels ont été réalisés dans une salle de réunion du laboratoire de recherche de la Faculté de Biologie (voir annexe 8). Au préalable, la salle a été nettoyée, bien ventilée et bien éclairée permettant un bon déroulement des tests sensoriels. A l'issue des tests sensoriels, elle a été équipée du matériel nécessaire à l'analyse tel que des fiches de dégustation, des gobelets en plastique, de l'eau et les trois échantillons de lait végétal (lait 1, lait 2 et lait 3).

Les caractéristiques organoleptiques (couleur, odeur, saveur, arôme et texture) des échantillons ont été évaluées par un panel de 8 dégustateurs en respectant les étapes décrites dans les fiches de dégustation et selon l'échelle d'appréciation graduée suivante : 0= absence, 2= très faible, 4= faible, 6= nette, 8= prononcé, 10= très prononcée (voir annexe 9).

Les résultats du test sensoriel obtenus sont illustrés sous forme de diagramme en toile pour l'ensemble des paramètres analysés dans la partie " résultats et discussion ".

Références
Bibliographiques

- Addou, S, Y. Benaissa, A. Belmokhtar, D. Saidi, et O. Kheroua. 2015.** « Effet du lait de noix de coco sur la réponse immunitaire systémique et sur la muqueuse intestinale des souris Balb/c ». Revue Française d'Allergologie 55 (3) : 224.
- Afnor. 1982.** « Recueil de normes françaises des produits dérivés des fruits et des légumes, jus de fruits ». Ed. AFNOR. 325.
- Ahmad, Z. 2010.** « The uses and properties of almond oil. Complementary Therapies in Clinical Practice» 16(1), 10-12.
- Alibert. P. et Bertrand. O.D. 2002.** «100 recettes à la coco». Édition Orphie. G. Doyen.
- Alyaqoubi, Saif, Aminah Abdullah, Muhamad Samudi, Norrakiah Abdullah, Zuhair Radhi Addai, et Khalid Hamid Musa. 2015.** « Study of Antioxidant Activity and Physicochemical Properties of Coconut Milk (PatiSantan) in Malaysia ».
- Alozie Yetunde E. Udofia, Ukpong S. 2015.** « Nutritional and Sensory Properties of Almond (Prunusamygdalu Var. Dulcis) Seed Milk ».World Journal of Dairy & Food Sciences 10 (2): 117-121.
- Anonyme-2. 2005.** « Official Methods of Analysis (18th edn.).Association of Official Analytical Chemists (AOAC) ».Washington. DC.
- Amrouche F. 2020.** « Les laits végétaux ou véganes ». (Février
- Auburtin C. 2016.** « Les laits végétaux sont-ils bonne alternative en termes de sécurité sanitaire par rapport aux laits animaux ? » Pour l'obtention de diplôme de Master 02- université de Lille 02.
- Bolling, Bradley W. 2017.** « Almond Polyphenols : Methods of Analysis, Contribution to Food Quality, and Health Promotion : Almond Polyphenols... ». Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 16 (3): 346-68.
- Bansal P, Sannd R, Srikanth N, Lavekar GS.2009.** «Effect of a traditionally designed nutraceutical on the stress induced immunoglobulin changes at Antarctica ». Afr J BiochemRes, v, 3, p.1084-88.
- Berk Z. 1993.** « Technologie de production de farines alimentaires et de produits protéiques issus du soja » Bulletin des services agricoles de la FAO, Rome/Italie : 105-109.
- Bahna, Sami L. 2002.** « Cow's Milk Allergy versus Cow Milk Intolerance ». Annals of Allergy, Asthma & Immunology 89 (6): 56-60.
- Belewu M A et Belewu K Y. 2006.** « Comparative physico-chemical evaluation of tiger-nut, soybean and coconut milk sources». International journal of agriculture and biology.9: 786-787.

Cairncross S E, et Sjostrom L B. 1950. « Flavor profiles—a new approach to flavor problems ». Food Technology.

Chen, Chung-Yen, Karen Lapsley, et Jeffrey Blumberg. 2006. « A Nutrition and Health Perspective on Almonds ». Journal of the Science of Food and Agriculture 86 (14) : 2245-50.

Chevalier, Dominique, Christine Debeuf, Gwénaële Joubrel, Martine Kocken, et Nadine Planchenault. 2016. « Les aliments au soja : consommation en France, qualités nutritionnelles et données scientifiques récentes sur la santé ». OCL 23 (4): D405.

Chiewchan, Naphaporn, Chanthima Phungamngoen, et SuwitSiriwattanayothin. 2006. « Effect of Homogenizing Pressure and Sterilizing Condition on Quality of Canned High Fat Coconut Milk ». Journal of Food Engineering 73 (1): 38-44.

Clark, Stephanie, Michael Costello, Mary Anne Drake, et Floyd Body felt, éd. 2009. « The Sensory Evaluation of Dairy Products ». New York, NY: Springer.

Christophe S.2012. Noix de coco. Dictionnaire des cultures alimentaires ». 978-2-13.

Cantor D, Fleischer J, Green J, Israel DL. 2006. « The fruit of the matter ». Mental Floss; 5(4):12.

DebMandal, Manisha, et Shyamapada Mandal. 2011. « Coconut (CocosNucifera L.: Arecaceae): In Health Promotion and Disease Prevention ». Asian Pacific Journal of Tropical Medicine 4 (3): 241-47.

Dhakal, Santosh, Changqi Liu, Ying Zhang, Kenneth H. Roux, Shridhar K. Sathe, et V.M. Balasubramaniam. 2014. « Effect of High Pressure Processing on the Immunoreactivity of Almond Milk ». Food Research International 62 (août) : 215-22.

Delacharierie S., De Biourge S., Chene C., Sindic M., Deroanne C. 2008. HACCP Organoleptique : Guide Pratique, chap. 2 Les Méthodes d'Analyse, éd. Les Presses Agronomiques de Gembloux, Belgique, ISBN : 978-2-27016-084-8, p. 72-73.

Dainese-Plichon, Raffaella, Stéphane Schneider, Thierry Piche, et Xavier Hébuterne. 2014. « Malabsorption et intolérance au lactose chez l'adulte ». Nutrition Clinique et Métabolisme 28 (1) : 46-51.

Dukan P. 1998. « Dictionnaire de la diététique et de la nutrition ». Paris : Le Cherche Midi.

Fernando, W. M. A. D. B., Ian J. Martins, K. G. Goozee, Charles S. Brennan, V. Jayasena, et R. N. Martins. 2015. « The Role of Dietary Coconut for the Prevention and

Treatment of Alzheimer's disease: Potential Mechanisms of Action ». *British Journal of Nutrition* 114 (1) : 1-14.

ESPIARD E. 2002. « Introduction à la transformation industrielle des fruits ». Paris : LAVOISIER Tec et Doc. p 360.

Franklin, Lillian M., et Alyson E. Mitchell. 2019. « Review of the Sensory and Chemical Characteristics of Almond (*Prunus Dulcis*) Flavor ». *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 67 (10): 2743-53.

Felipe, A. J. 2000. « El almendro: el material vegetal ». Mira Editores.

FASHAKIN J.B., UNOKIWEDI C. 1992. « Chemical analysis of "warankasi" prepared from cow milk partially substituted with melon milk ». *Niger. Food J.* 10: 103-110.

Goldenberg L., Yaniv Y, Kaplunov T, Doron-Faigenboim A, Carmi N, et Porat R. 2015. « Diversity in Sensory Quality and Determining Factors Influencing Mandarin Flavor Liking ». *Journal of Food Science*, 80(2) : 418-425

Gomez-Andre, S.-A., A. Deschildre, F. Bienvenu, et J. Just. 2012. « Un allergène émergent : le soja ». *Revue Française d'Allergologie* 52 (6) : 448-53.

Gobbi, Laura, Salvatore Ciano, Mattia Rapa, et Roberto Ruggieri. 2019. « Biogenic Amines Determination in "Plant Milks" ». *Beverages* 5 (2): 40.

Glasse Hannah. 1772. « The Complete Confectioner or the Whole Art of Confectionary ». London. J. Cooke. p. 134.

Guasch-Ferré M, Liu X, Malik VS, Sun Q, Willett WC, Manson JE, Rexrode KM, Li Y, Hu FB, Bhupathiraju SN. 2017. « Nut consumption and risk of cardiovascular disease ». *Journal of the American College of Cardiology*. Nov 21; 70(20):2519-32.

Giri S. et Mangaraj, S. 2012. « Processing influences on composition and quality attributes of soymilk and its powder ». *Food Engineering Reviews*. 4(3): 149–164.

Gopala KAG, Gaurav R, Ajit SB, et al. 2010. « Coconut oil : chemistry, production and its applications – a review. *Indian Coconut* ». 73: 15–27.

Gürel, Songül, et Yücel Gülşen. 1998. « The Effects of Different Sucrose, Agar and PH Levels on In Vitro Shoot Production of Almond (*Amygdalus Communis L.*) ». *Turkish Journal of Botany* 22 (6): 363-73.

Høst A. 2002. « Frequency of cow's milk allergy in childhood. *Annals of Allergy* ». *Asthma & Immunology*. 89 (six Suppl 1): 33–37.

- H.B. Costa, L.M. Souza, L.C. Soprani, B.G. Oliveira, E.M. Ogawa, A.M.N. Korres, J.A. Ventura, W. Romão. 2014.** « Monitoring the physicochemical degradation of coconut water using ESI-FT-ICR MS». *Food Chem.* 174: 139–146,
- Ignacio, Islas-Flores, et Tzec-Simá Miguel. 2021.** « Research Opportunities on the Coconut (*CocosNucifera* L.) Using New Technologies ». *South African Journal of Botany* 141 (septembre): 414-20.
- Illam, SooryaParathodi, ArunaksharanNarayanankutty, et Achuthan C. Raghavamenon. 2017.** « Polyphenols of Virgin Coconut Oil Prevent Pro-Oxidant Mediated Cell Death ». *Toxicology Mechanisms and Methods* 27 (6): 442-50.
- Jenkins D.J., Kendall C.W., Marchie A., Parker T.L., Connelly P.W., Qian W., Haight J.S., Faulkner D., Vidgen E., Lapsley K.G., et al. 2002.** « Dose response of almonds on coronary heart disease risk factors: Blood lipids, oxidized low-density lipoproteins, lipoprotein (a), homocysteine, and pulmonary nitric oxide: A randomized, controlled, crossover trial. *Circulation* ». 106:1327–1332.
- Jenkins D.J., Kendall C.W., Josse A.R., Salvatore S., Brighenti F., Augustin L.S., Ellis P.R., Vidgen E., Rao A.V. 2006.** « Almonds decrease postprandial glycemia, insulinemia, and oxidative damage in healthy individuals. *J. Nutr* ». 136:2987–2992.
- Juvenal. 2010.** « Profil de Projet Unité de fabrication du Lait de Soja et du Tofu ».
- Jariyawaranugoon, U. 2018.** « Evaluation of Pretreatment on Osmo-Dried Coconut Properties and Its Impact on Quinoa Dessert ». *Food Research* 2 (3): 287-93.
- Kaneko, Shu, Kenji Kumazawa, et Osamu Nishimura. 2011.** « Studies on the Key Aroma Compounds in Soy Milk Made from Three Different Soybean Cultivars ». *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59 (22): 12204-9.
- Ksouda, K., H. Affes, A. Ghorbel, L. Chtourou, R. Guidara, N. Tahri, S. Hammami, et K. Zeghal. 2018.** « Résistance aux antivitamines K révélant une interaction avec la lécithine de soja ». *Annales de Cardiologie et d'Angéiologie* 67 (2) : 98-100.
- Kundu, Preeti, Jyotika Dhankhar, et Asha Sharma. 2018.** « Development of Non Dairy Milk Alternative Using Soymilk and Almond Milk ». *Current Research in Nutrition and Food Science Journal* 6 (1): 203-10.
- Kumar PD. 1997.** «The role of coconut and coconut oil in coronary heart disease in Kerala». *South India. Trop Doct* 27: 215–217.

Kehinde, BababodeAdesegun, Anil Panghal, M.K. Garg, Poorva Sharma, etNavnidhiChhikara. 2020. « Vegetable Milk as Probiotic and Prebiotic Foods ». In *Advances in Food and Nutrition Research*, 94:115-60. Elsevier.

KACI, M., et SASSI, Y. 2007. « Industrie laitière et des corps gras».Rapport pour l'Agence Nationale de développement de la PME. Recueil des fiches sous sectorielles. EDP édit.

Lacombe, Stéphanie, VassiliaThéodorou-Bayle, Philippe La Droitte, et Jean Dayde. 2000. « Les isoflavones du soja dans la filière aliment santé ». *Oléagineux, Corps gras, Lipides* 7 (3): 286-96.

Lof G., Netjefs J et Tops A. 1990. « Le soja, agrodok 10 ». 1ère édition française traduit par E. CODAZZI p16.

Leahu, Ana, SorinaRopciuc, et Cristina Ghinea. 2022. « Plant-Based Milks: Alternatives to the Manufacture and Characterization of Ice Cream ». *Applied Sciences* 12 (3): 1754.

LindebergS etLundh B. 1993. «Apparent absence of stroke and ischaemic heart disease in a traditional Melanesian island ».a clinical study in Kitava. *J Intern Med* 233 : 269–275.

Marie Josèphe .2013. « Le nougat dans Marie tous ses états, une histoire méditerranéenne de confiserie ». Moncorgé, Tambao éditions.

Maria, Makin de Folasade, et Adebile Tolulope Victoria. 2018. « Influence of Processing Treatments on Quality of Vegetable Milk from ».

Medic, Jelena, Christine Atkinson, et Charles R. Hurburgh. 2014. « Current Knowledge in Soybean Composition ». *Journal of the American Oil Chemists' Society* 91 (3): 363-84.

Mori, Alisa, Karen Lapsley, et Richard D. Mattes. 2011. « Almonds (PrunusDulcis) ». In *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention*, 167-73. Elsevier.

Marteau, Philippe, et Séverine Olivier. 2017. « L'intolérance au lactose ». *Cahiers de Nutrition et de Diététique* 52 (décembre) : S13-18.

McGee, H. 2004. « On Food and Cooking: The sciences and Lore of the Kitchen ». Completely Revised and Updated. New York, NY. 13.

MCD. 1991. «Ministère de la coopération et du développement ». *Memento de l'agronomie*. 4ème Ed. ; p1635.

McClements, David Julian, Emily Newman, et Isobelle Farrell McClements. 2019. « Plant-based Milks: A Review of the Science Underpinning Their Design, Fabrication and Performance». *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 18 (6): 2047-67.

- Marina AM, Che Man YB et Nazimah AH. 2009.** « Chemical properties of virgin coconut oil». *J Am Oil Chem Soc* 86: 301–307.
- Mini S et Rajamohan T. 2004.** « Influence of Coconut Kernel Protein on Lipid Metabolism in Alcohol Fed Rats». *Indian J Exp Biol.* 42: 53-57.
- N. Wijyaratna, Ruwani Nadeeshani, Uthpala. 2015.** « Comparison of the Basic Nutritional Characteristics of the First Extract and Second Extract of Coconut Milk ». *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology* 3 (10): 9516-21.
- Niral, V. et Jerard, B. A. 2018.** « Botany, Origin and Genetic Resources of Coconut. In *The Coconut Palm (Cocos nucifera L.)* ». *Research and Development Perspectives*, 57-111.
- Omoni, Adetayo O., et Rotimi E. Aluko. 2005.** « Soybean Foods and Their Benefits: Potential Mechanisms of Action ». *Nutrition Reviews* 63 (8): 272-83.
- Piscopo A., Romeo F.V., Petrovicova B., Poiana M. 2010.** « Effect of the harvest time on kernel quality of several almond varieties (*Prunus dulcis* (Mill.) ». *Hortic.* 125:41–46.
- Puri HS. 2003.** «Rasayana: ayurvedic herbs for longevity and rejuvenation». London: Taylor and Francis: 59–63.
- Pinelo, M., Sineiro, J., Nunez, M. J. 2004.** «Extraction of antioxidant phenolic from almond hulls (*Prunus amygdalus*) and pine sawdust (*Pinus pinaster*). *Food Chemistry* ». 85: p267-273
- President/Owner, Jacqueline B. 2013.** Marcus and Associates, Food and Nutrition Consulting, Highland Park, Illinois USA Elsevier Inc. chapter 12 p561
- Patil U, Benjakul S. 2018.** «Coconut milk and coconut oil: their manufacture associated with protein functionality». *J. Food Sci.* 83.
- Rasolohry C A. 2007.** «Étude des variations de la teneur en isoflavones et de leur composition dans le germe et le cotylédon de la graine de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]». Thèse de Doctorat en Qualité et Sécurité des Aliments, École doctorale des Sciences Écologiques, Vétérinaires, Agronomiques et Bio ingénieries, TOULOUSE.
- Ratianarivo S H. 2015.** «Amélioration des propriétés organoleptiques du lait et du yaourt soja et valorisation de l'Okara en pâte». Mémoire de fin d'étude en vue d'obtention du diplôme de Master en génie des procédés chimiques et industriels, Ecole supérieure polytechnique d'Antananarivo.
- Roussel M. 2006.** « Les miracles de soja : manger un peu de soja tous les jours éloigne les maladies pour toujours », Alpen Edition, France.
- Rosalind Mowe. 1999.** Spécialités de l'Asie du Sud-Est, Könnehan, ISBN 3-89508-910-9

Rienzo, T Di, G D'Angelo, F D'Aversa, M C Campanale, V Cesario, M Montalto, A Gasbarrini, et V Ojetti. 2013. « Lactose Intolerance : From Diagnosis to Correct Management » 17: 18-25.

Sboui, A, T Khorchani, M Djegham, et O Belhadj. 2010. « Comparaison de la composition physicochimique du lait camelin et bovin du Sud tunisien ; variation du pH et de l'acidité à différentes températures ». *Afrique Science : Revue Internationale des Sciences et Technologie* 5 (2).

Socias i Company, R., et T. Gradziel, éd. 2017. « Almonds: Botany, Production and Uses ». Boston, MA : CABI.

Sánchez-Pérez R, Belmonte FS, Borch J, Dicenta F, Møller BL, Jørgensen K .2012. « Prunasin hydrolases during fruit development in sweet and bitter almonds ». *Plant Physiology*. 158.

Seow, Chee C., et Choon N. Gwee. 1997. « Coconut Milk: Chemistry and Technology ». *International Journal of Food Science & Technology* 32 (3): 189-201.

Salil G, Nevina K G et Rajamohan T. «Arginine Rich Coconut Kernel Protein Modulates Diabetes in Alloxan Treated Rats». *Chemico-Biological*.

TU Viêt Phu. 2010. « pour moi le gout de soja n'est pas une barrière à la consommation. Et pour vous ? Effet de la culture sur les croyances, attitudes et préférence vis-à-vis des produits à base de soja ». Thèse de Doctorat en sciences de l'alimentation, Université de Bourgogne.

Upadhyay A, Jayadev K, Manime kalai R et Parthasarathy V A.2004. «Genetic relationship and diversity in Indian coconut accessions based on RAPD markers». *Sci. Hortic. (Amsterdam)* 99 353–362.

Vaclavik, Vickie A et Elizabeth W. Christian. 2014. *Essentials of Food Science. Food Science Text Series.* New York, NY: Springer New York.

Wang, Wenzhu, Haiming Chen, DongmeiKe, Wenxue Chen, Qiuping Zhong, Weijun Chen, et Yong-Huan Yun. 2020. « Effect of Sterilization and Storage on Volatile Compounds, Sensory Properties and Physicochemical Properties of Coconut Milk ». *Microchemical Journal* 153 mars 104532.

Ward, A. 1911. «The Grocer's Encyclopedia. New York: The James Kempster printing company».

Wilkins, W. F., Mattick, L. R., Hand, D. B.1967. *Food Technol.* 21-86.

Waziri M, Audu A.A, Suleiman F.2013. « Analysis of some mineral elements in major coconut cultivars in Nigeria ». *J. Nat. Sci. Res.* 3 (8): 7–12.

Yada, S.; Lapsley, K.; Huang, G. A. 2011. «Review of composition studies of cultivated almonds: macronutrients and micronutrients». J. Food Compos. Anal. 24: 469– 480

Yakhlef H., Madani T., Ghozlane F. et Bir B. 2010. « Rôle du matériel animal et de l'environnement dans l'orientation des Systèmes d'élevages bovins en Algérie». In : « la filière lait en Algérie ». Communication aux 8èmes journées des Sciences Vétérinaires, 18 et 19 avril. Ecole National Supérieure Vétérinaire d'Alger.

Yang S. 2001. « Effect of PH and Soybean Cultivars on the Quantitative Analyses of SoybeanRhizobia Populations ». Journal of Biotechnology 91 (2-3): 243-55.

Yao, Brou Lazare, Aman Liliane A Joumani, et Francis Gustave Messoum. 2019. « Étude des caractéristiques biochimiques, fonctionnelles et sensorielles de différentes formulations de farine à base de banane plantain (musa x paradisiaca) et du manioc (manihotesculenta) destinées à la préparation du foutou ».

Zohary D, Hopf M. 2000. « Domestication of plants in the old world». 3rd ed. London: Oxford University Press p. 186.

Zhu X, Zhao Z, Wang L, Zhang L. 2014. « A new method to measure fat content in coconut milk based on Y-type optic fiber system». Optik (Stuttg) : 6172–6178.

[http://fr.wikipedia.org/wiki/laitde soja](http://fr.wikipedia.org/wiki/laitde_soja).

Analyses Ciqua 2019 MS-2.12.

Données industrielles françaises 2014.

Analyses Ciqua 2013 MS3.

<https://www.doctissimo.fr/nutrition/famille-d-aliments/guide-aliments/noix-de-coco>

<https://www.lanutrition.fr/bien-dans-son-assiette/aliments/fruits/noix-decoco/les>

caracteristiques-de-la-noix-de-coco

Annexes

Annexe 1: Les étapes de mesure du pH.



Centrifugation



pH mètre



Mesure de pH



Lecture de pH

Annexe 2: Les étapes de détermination de taux d'humidité.



Pesage



Séchage



Refroidissement

Annexe 3: Les étapes de détermination de la teneur en cendres.



Pesage



Four à moufle à 560°C

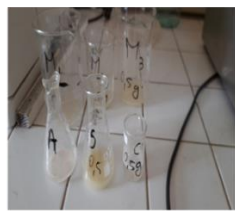


Refroidissement



Les cendres

Annexe 4: Les étapes de dosage des sucres.



Les échantillons



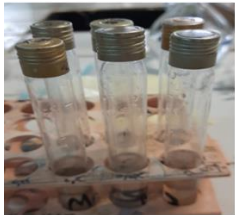
Etuve



Les échantillons après l'étuve



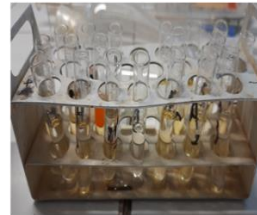
les extraits



Les dilutions



Dosage des sucres



Incubation



La lecture des DO

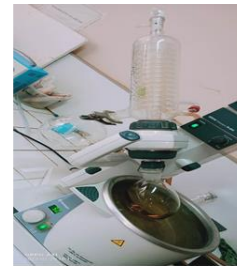
Annexe 5: Les étapes de dosage des lipides.



Pesage avant soxhlet



Soxhlet



Evaporation



pesage après évaporation

Annexe 6 : Les étapes de dosage des protéines.



Minéralisation



Distillation



Titration

Annexe 7: Les étapes de dosage des composés phénolique.



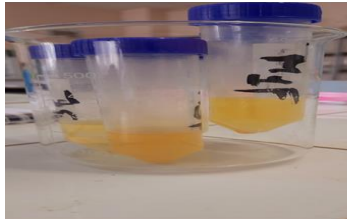
Extraction des composés phénoliques



Filtration



Evaporation



Récupération



Dosage des composés phénoliques



Lecture des DO

Annexe 8: Les produits finis utilisés pour le test de dégustation.



Annexe 9: La fiche de dégustation du lait végétal.

Date :

Nom / Prénom :

Spécialité :

		échantillons		
Paramètre	Descripteur	Lait 1	Lait 2	Lait 3
Couleur	Blanc			
	Colorée			
Odeur	Soja			
	Amande			
	Coco			
	Artificielle			
Arome	Soja			
	Amande			
	Coco			
Saveur	Acide			
	Amère			
	Sucré			
Texture	Granuleuse			
	Souple			
	Onctueuse			
	Oxydé/fermenté			
	Grasse			
Qualité globale				
Commentaire				

Echelle d'évaluation

0- absence.

2-très faible.

4-faible.

6-net.

8-prononcé.

10-très prononcé.
