

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Mouloud Mammerie Tizi Ouzou



Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques
Département d'agronomie

Mémoire de fin de cycle

En vue de l'obtention du diplôme de Master en sciences alimentaires
Option : sécurité agroalimentaire et assurance qualité

THÈME

Amélioration des qualités sensorielles et nutritionnelles des boissons végétales

Réalisé par :

Dhia REBOUT, Lynda YACOUB

Devant le jury composé de :

M^{me} BENMALLEM-RAMANE.

Présidente

M^{me} ADDAR.

Examinatrice

M^{me} HAMMAD-DOUFENE IMANE.

Promotrice

Promotion : 2023/2024

Remerciements

Nous exprimons notre gratitude envers le Grand Dieu, qui nous a guidés dans nos chemins avec des pas solides et une grande patience. Nous souhaitons d'abord exprimer notre sincère gratitude envers Mme HAMMAD-DOUFENE IMANE, enseignante assistante de classe A à l'université MOULOUD MAMMERI, TIZI-OUZOU, notre promotrice, pour sa disponibilité, son soutien, ses précieux conseils et son objectivité qui ont contribué à l'avancement de ce travail. Nous exprimons notre gratitude envers Mme REMANE BENMALLEM YAKOUT. Pour avoir accepté de nous honorer en tant que président de la commission du jury. Nous souhaitons exprimer notre gratitude envers Mme ADDAR. L. pour avoir accepté d'étudier notre travail. Nous exprimons notre profonde gratitude aux dirigeants, aux deux frères REMDANE et au directeur de la laiterie-fromagerie « LE SEMEUR », en particulier à Melle AIT AMEUR SOUHILA, responsable du laboratoire, et à son équipe pour leur gentillesse et leur soutien inestimable, et nous remercions la responsables de laboratoire de département de science alimentaire de nous avoir permis d'utilisés tous les umatériles et appareille de laboratoire pour faire nous analyse Ils nous ont soutenus et fournis tous les moyens nécessaires pour achever ce travail. Enfin, nous exprimons notre gratitude et notre gratitude envers toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, directement ou indirectement, à la réalisation de cette tâche.

DEDICACES

Tout d'abord, je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers le Bon Dieu qui m'a donné la force et la persévérance nécessaires pour continuer et achever ce modeste travail. Sans Sa guidance et Sa bénédiction, ce projet n'aurait pas été possible.

Je remercie de tout cœur mes parents pour leur soutien inconditionnel, leur amour et leurs encouragements constants tout au long de mon parcours académique. Leur présence bienveillante et leurs sacrifices m'ont permis de surmonter les défis et de poursuivre mes rêves.

*Je souhaite également exprimer ma reconnaissance à mon encadrante, Madame **DOUFENE IMANE**, pour ses conseils précieux, son soutien et sa patience tout au long de ce projet. Son expertise et son engagement ont été essentiels à la réalisation de ce mémoire.*

*Je tiens aussi à remercier ma sœur **Lynda** et mes deux frères **Ghiles** et **Massinissa**. Leur soutien moral et leur présence à mes côtés ont été d'une grande aide et une source d'inspiration continue.*

Un grand merci à mes amis, qui ont partagé avec moi les moments de doute et de joie, et qui ont toujours su trouver les mots pour me motiver et m'encourager.

Je voudrais également exprimer ma gratitude envers l'ensemble des étudiants du département de sciences agronomiques. Leur camaraderie et leur esprit de collaboration ont rendu cette expérience enrichissante et inoubliable.

*Enfin, je remercie chaleureusement mon binôme, **YACOUB LYNDA**, pour son aide précieuse, son soutien constant et sa collaboration tout au long de ce projet. Son engagement et son esprit de travail d'équipe ont été essentiels à la réussite de ce mémoire.*

Merci à tous pour votre soutien et votre contribution à la réalisation de ce mémoire.

« Dihia Rebout »

DEDICACES

En premier lieu, je souhaite exprimer ma sincère reconnaissance envers le Bon Dieu qui m'a accordé la force et la persévérance indispensables pour poursuivre et terminer ce modeste travail. Il n'aurait pas été possible de mener à bien ce projet sans Sa guidance et Sa bénédiction. Je voudrais dédies ce travail : L'âme de ma chère mère et de ma sœur « Lilia ».

*Je remercie ma sœur « **Amel** » pour son encouragement et à ma très cher grand- mère et grand- père de côtes de ma mère pour être toujours là pour nous et à mes tante « **kaissa, Rosa, Naima, Katia** » Leur soutien moral et leur présence à mes côtés ont été d'une grande aide et une source d'inspiration continue.*

*Et mes oncles « **Mohamed, Rafik, Khaled, Marzouk** » est tous mes petits cousins et toute ma famille de coté de ma mère*

qui ont partagé avec moi les moments de doute et de joie dans ma vie.

Mon encadrante, Madame DOUFENE IMANE, qui mérite également ma reconnaissance pour ses précieux conseils, son soutien et sa patience tout au long de ce projet. Sa compétence et son dévouement ont joué un rôle crucial dans la réalisation de ce mémoire.

Finalement, je tiens à exprimer ma gratitude sincère envers mon binôme, Dihia REBOUT, pour son précieux soutien, son soutien constant et sa collaboration tout au long de ce projet. Sa détermination et son esprit de coopération ont joué un rôle crucial dans la réussite de ce mémoire.

Je tiens à remercier tous ceux qui m'ont soutenu et contriuté à la réalisation de ce mémoire.

« Lynda Yacoub »

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des annexes

Liste des abréviations

Introduction 1

Synthèse bibliographique

1. Généralités sur le lait de vache	4
1.1. Définition.....	4
1.2. Composition.....	4
1.3. Les lipides :.....	5
1.4. La matière azotée :.....	5
1.5. Les minéraux	6
2. Généralités sur la boisson végétal :	6
2.1. Historique sur la boisson végétal.....	6
2.2. Définition de la boisson végétal :	7
2.3. Le marché et la présence de boisson végétal dans le monde :	7
2.4. Les bienfaits de boisson végétal :	8
3. Le soja.....	9
3.1. Définition de soja :	9
3.2. Structure de la graine de soja :	11
3.3. Composition de la graine de soja :	11
3.3.1. Les protéines.....	11
3.4. Les différents produits à base de soja.....	14
3.5. Les bienfaits du soja	Error! Bookmark not defined.
3.6. Définition de boisson de soja	15
3.7. Les valeurs nutritionnelles et caloriques de cette boisson végétale	15
3.8. Les bienfaits du boisson de soja	16

3.9.	La différence entre le lait de vache et la boissonde soja	16
3.10.	Procédé de fabrication de boisson de soja.....	17
4.	L'amande	18
4.1.	Définition de la graine d'amande	18
4.2.	Origine et histoire	Error! Bookmark not defined.
4.3.	Botanique des graines d'amande	19
4.4.	Propriétés biochimiques des amandes	20
4.5.	la boisson d'amande	28
4.6.	Le bien fait de l'amande	29
5.	L'avoine	30
5.1.	Définition de flocon d'avoine.....	30
5.2.	Botanique de l'avoine.....	Error! Bookmark not defined.
5.3.	Composition biochimique de l'avoine	30
5.4.	Les bienfaits de l'avoine.....	32
5.5.	la boisson d'avoine.....	34
5.6.	Procédé de fabrication de la boissond'avoine	35
6.	La noix de coco	35
6.1.	Définition de noix de coco	35
6.2.	Botanique de noix de coco	36
6.3.	Les compositions biochimiques de noix de coco	37
6.4.	Différentes utilisations des composantes de la noix de coco	38
6.5.	Définition du lait de coco	39
6.6.	Composition nutritionnelle du lait de coco	39
6.7.	L'effet de noix de coco pour la sante	40
6.8.	Les bienfaits du lait de coco	40
7.	L'intolérance au lactose	41
7.1.	Définition du lactose.....	41
7.2.	Symptômes et mécanismes	41
7.3.	Le traitement.....	41

8. Evaluation sensorielle	42
8.1. L'environnement de travail	43
8.2. Le panel sensoriel	43
8.3. Sensorielle de quelques laits végétaux :	45

Matériels et méthodes

1. Présentation de l'unité d'étude	48
2. Préparation des échantillons	49
2.1. Les matières premières	49
2.2. Préparation des boissons.....	49
3. Analyses physico-chimiques.....	59
3.1. Détermination de l'acidité	55
3.2. Dosage des sucres totaux.....	56
3.3. Détermination de la teneur en lipides.....	56
3.4. Dosage de l'azote total et les protéines brutes	57
3.5. Détermination de la densité	65
3.6. Détermination de la viscosité	65
3.7Analyse sensorielle.....	66

Résultats et discussions

1. Les résultats physicochimiques	68
1.1. Dosage des sucres totaux.....	68
1.2. La densité et viscosité.....	69
1.3. La teneur en lipide	70
2. Résultats d'analyse sensorielle	66

Conclusion

Références

Annexes

Liste des figures

FIGURE 1: BOISSON VEGETAUX COMMERCIAUX.....	8
FIGURE 4: SCHEMA DE TRANSFORMATION DE LA GRAINE DE SOJA EN BOISSON DE SOJA	50
FIGURE 5: LES ETAPES DE LA PREPARATION DE BOISSON DE SOJA	50
FIGURE 6: SCHEMA DE TRANSFORMATION DES GRAINES D'AMANDE EN BOISSON D'AMANDE....	51
FIGURE 7: LES ETAPES DE LA PREPARATION DE BOISSON D'AMANDE	52
FIGURE 8: SCHEMA DE TRANSFORMATION DU LA NOIX DE COCO SECHEES EN LAIT DE NOIX DE COCO.....	53
FIGURE 9: LES ETAPES DE LA PREPARATION DE LAIT DE LA NOIX DE COCO.....	53
FIGURE 10: SCHEMA DE TRANSFORMATION DU L' AVOINE SECHEE EN BOISSON D' AVOINE.....	54
FIGURE 11: TAUX DE SUCRES DANS LES TROIS BOISSON VEGETAUX	63
FIGURE 12: DIAGRAMME EN TOILE DES BOISSONS VEGETAUX	66

Liste des tableaux

TABLEAU 1: COMPARAISON ENTRE BOISSON DE SOJA, D'AMANDE, LAIT DE COCO, LAIT DE VACHE, BOISSON D'AVOINE EN NUTRIMENTS.....	9
TABLEAU 2: CARTE D'IDENTITE DE LA PLANTE DE SOJA.....	10
TABLEAU 3: COMPOSITION DES ACIDES GRAS DE LA GRAINE DE SOJA.....	12
TABLEAU 4: PROFIL DES ACIDES GRAS CONTENUS DANS LES FRACTIONS DE GRAINES DE SOJA (EN % DES ACIDES GRAS TOTAUX).....	12
TABLEAU 5: POUR 100 G DE BOISSON DE SOJA.....	15
TABLEAU 6: COMPARAISON ENTRE LE BOISSON DE SOJA ET LE LAIT DE VACHE.....	16
TABLEAU 7: PRODUCTION DU BOISSON DE SOJA.....	17
TABLEAU 8: FICHE DE SYNTHESE DE L'AMANDE.....	19
TABLEAU 9: LA COMPOSITION DE L'AMANDE.....	20
TABLEAU 10: TENEURS EN MINERAUX DANS LES AMANDES.....	25
TABLEAU 11: COMPOSITION DE BOISSON D'AMANDE.....	28
TABLEAU 12: DES PRODUITS A BASE D'AMANDE.....	28
TABLEAU 13: COMPOSITION NUTRITIONNELLE D'AVOINE.....	32
TABLEAU 14: COMPOSITION BIOCHIMIQUE DE BOISSON D'AVOINE.....	34
TABLEAU 15: COMPOSITIONS BIOCHIMIQUES DU LAIT DE COCO.....	40
TABLEAU 16: DESCRIPTEURS SENSORIELS COURAMMENT UTILISES EN ANALYSE SENSORIELLE SUR LES BOISSON.....	44
TABLEAU 17: PLAGE DE MESURE.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABLEAU 18: DENSITE, VISCOSITE, ESS, AT DES 4 BOISSON VEGETAUX ET DU LAIT DE VACHE	64
TABLEAU 19: TENEUR EN LIPIDES ET PROTEINES DES BOISSON VEGETAUX ET DU LAIT DE VACHE.....	65

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de Normalisation

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

ISO : L'Organisation internationale de normalisation

SSHA : Association d'histoire des sciences sociales

Snf : extrait sec dégraissé

Ess :extrait sec soluble

At :acidité titrable

Résumé

L'objectif de cette recherche était d'améliorer la qualité nutritionnelle et sensorielle de boissons végétales en créant quatre formulations à partir de boisson d'amande, de soja, de noix de coco et d'avoine. Parmi ces formulations, la boisson 2 (20% boisson d'amande, 40% boisson de soja, 40% boisson de noix de coco) a été sélectionnée pour des analyses sensorielles approfondies et améliorée par l'ajout de dattes et d'arômes de vanille, de noix de coco et d'amande.

Les analyses ont montré que la boisson 2 avait la teneur en sucres la plus élevée en raison de ses proportions de soja et de noix de coco. Les densités des laits végétaux étaient proches et inférieures à celle du lait de vache, en raison d'une moindre teneur en matières solides. Les ESS des boissons végétales étaient plus faibles que celles du lait de vache, reflétant une concentration plus élevée en solides solubles dans le lait de vache. La boisson 2 avait la teneur en lipides la plus élevée et la boisson 3 la plus haute teneur en protéines.

Les résultats sensoriels ont montré que l'ajout de dattes améliorait la douceur et réduisait l'amertume. La boisson aromatisée à la noix de coco (boisson CC) a été le plus appréciée pour sa qualité globale et son arôme. Les boissons végétales présentaient une intensité d'amertume faible, une couleur blanche uniforme et des textures non granuleuses. Les résultats démontrent le potentiel d'amélioration des boissons végétales pour offrir des alternatives nutritionnellement riches et sensoriellement agréables. Des recommandations pour les recherches futures incluent le développement de fromages et yaourts végétaux, ainsi que des études sur la stabilité et la conservation de ces produits.

Mots clés :

Boisson végétaux, qualité nutritionnelle, analyse sensorielle, boisson d'amande, boisson de soja, lait de noix de coco, boisson d'avoine.

Abstract

The objective of this research was to enhance the nutritional and sensory quality of plant-based beverages by creating four formulations from almond beverage, soy beverage, coconut milk, and oat beverage. Among these formulations, beverage 2 (20% almond beverage, 40% soy beverage, 40% coconut milk) was selected for detailed sensory analyses and was improved by adding dates and flavors of vanilla, coconut, and almond.

Analyses showed that beverage 2 had the highest sugar content due to its proportions of soy and coconut. The densities of the plant-based beverage were close to and lower than that of cow's milk, due to a lower solids content. The TSS (total soluble solids) of the plant-based beverage were lower than those of cow's milk, reflecting a higher concentration of soluble solids in cow's milk. Beverage 2 had the highest lipid content, and beverage 3 had the highest protein content.

The sensory results showed that the addition of dates improved sweetness and reduced bitterness. The coconut-flavored beverage (CC beverage) was the most appreciated for its overall quality and aroma. The plant-based beverage exhibited low bitterness intensity, a uniform white color, and non-granular textures. The results demonstrate the potential for improving plant-based beverage to offer nutritionally rich and sensorially pleasing alternatives. Recommendations for future research include the development of plant-based cheeses and yogurts, as well as studies on the stability and preservation of these products.

Keywords: Plant-based beverage, nutritional quality, sensory analysis, almond beverage, soy beverage, coconut milk, oat beverage.

ملخص

كان الهدف من هذا البحث هو تحسين الجودة الغذائية والحسية لثمينا تابورشملا من خلال إنشاء أربع تركيبات باستخدام تابورشمالوز وفول الصويا وجوز الهند والشوفان. ومن بين هذه التركيبات، تم اختيار بورشملا 2 (20% بورشم اللوز، 40% بورشم الصويا، 40% حليب جوز الهند) لإجراء تحليلات حسية متعمقة وتم تحسينه بإضافة التمر ورائحة الفانيليا وجوز الهند والوز.

وأظهرت التحاليل أن بورشملا 2 يحتوي على أعلى نسبة من السكر بسبب نسبة من الصويا وجوز الهند. كانت كثافات النباتي قريبة من كثافة حليب البقر وأقل منها بسبب انخفاض محتوى المواد الصلبة. وكانت المعايير البيئية القياسية لبورشملا النباتي أقل من تلك الموجودة في حليب البقر، مما يعكس تركيزاً أعلى للمواد الصلبة القابلة للذوبان في حليب البقر. يحتوي بورشملا 2 على أعلى محتوى دهني، بينما يحتوي الحليب 3 على أعلى محتوى من البروتين.

وأظهرت النتائج الحسية أن إضافة التمر يحسن الحلاوة ويقلل المرارة. كان بورشملا بنكهة جوز الهند (بورشم CC) محل تقدير كبير لجودته ورائحته بشكل عام. كان للحليب النباتي كثافة مرارة منخفضة ولون أبيض موحد وقوام غير محبب. توضح النتائج إمكانية تحسين الألبان النباتية لتقديم بدائل غنية من الناحية الغذائية وممتعة من الناحية الحسية. وتشمل التوصيات للبحث المستقبلي تطوير الأجبان والزبادي النباتي، بالإضافة إلى إجراء دراسات حول ثبات هذه المنتجات والحفاظ عليها.

الكلمات الدالة :

بورشملا النباتي، الجودة الغذائية، التحليل الحسي بورشمالوز، بورشمالصويا، حليب جوز الهند، بورشم الشوفان .

Introduction

Introduction générale

Le lait est la seule nourriture consommée par tout jeune mammifère au début de sa vie (*GAUMOND & ANCTIL, 2005*). C'est un aliment complet, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré et constitué des principaux nutriments indispensables au développement. Le lait le plus consommés au monde est principalement le lait de vache, sa popularité est principalement due à sa haute valeur nutritionnelle et à sa palatabilité (Bahna, 2002) . Le Codex Alimentarius, en 1999, définit le lait comme étant la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou plusieurs traites, sans rien n'y ajouter ni en soustraire, destiné à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur. De nos jours, les besoins en lait sont de plus en plus importants vu que ce produit peut être consommé à l'état frais, mais aussi sous forme pasteurisé, stérilisé ou transformé en produits dérivés (*SIBOUKEUR, 2007*).

En Algérie, une pénurie chronique de production locale de lait, combinée à une population importante et croissante, a fait de l'Algérie un importateur structurel. Aujourd'hui, elle se classe au deuxième rang des plus grands importateurs mondiaux, derrière la Chine ; Et elle a également une forte demande en lait et produits laitiers. C'est le plus grand consommateur de lait du Maghreb, avec une moyenne de 130 litres de lait consommés par habitant et par an, contre 150 litres estimés en 2015. En 2015, la consommation nationale de lait a atteint 6 milliards de litres et la production nationale était limitée à 3,4 milliards de litres, dont 900 millions de litres de lait cru. La demande toujours croissante de lait de vache a conduit à la nécessité d'élargir la recherche de son substitut (*Maria & Victoria, 2018*).

En raison de conséquences pour la santé (telles que l'allergie au lait de vache et l'intolérance au lactose) ou de choix de mode de vie (tels que le végétalisme et le végétarisme), la demande des consommateurs pour des alternatives au lait de vache a augmenté. Ce qui a entraîné une hausse des parts de marché des alternatives au lait d'origine végétale et une augmentation des variétés d'alternatives au lait d'origine végétale (*Antunes et al., 2022*). 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*).

Introduction générale

Les boissons végétales 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*).

Cette étude a été menée pour :

- Préparer de la boisson végétale à partir de boisson de soja, boisson d'amande, lait de coco et boisson d'avoine selon quatre différentes formulations
- Préparer un produit végétal adapté aux personnes suivant un régime végétarien et aux personnes souffrant d'une intolérance au lactose. Améliorer la qualité nutritionnel et sensorielle du lait végétal.
- La formulation et l'amélioration d'une boisson végétale qui se rapproche de lait animal pour les personnes atteintes d'intolérance comme l'intolérance au lactose et a des personnes qui suivent un régime drastique, ou des personnes végétariennes et véganes.
- Amélioration de la qualité sensorielle de boisson pour avoir une meilleure expérience gustative et nutritionnelle.
- L'ajout d'arôme pour une amélioration des perceptions organoleptique des boissons.

*Synthèse
bibliographique*

1. Généralités sur le lait de vache

1.1. Définition

Le lait destiné à l'alimentation humaine a été défini en 1909 par le congrès international de la répression des fraudes : « Le lait est le produit intégral de la traite total et ininterrompue d'une femelle litière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum ». Le lait sans indication de l'espèce animale de provenance correspond au lait de vache (*Larpent, 1997*).

La gamme de produits laitiers varie considérablement d'une région à l'autre et entre les pays d'une même région, en fonction des habitudes alimentaires, des technologies disponibles de transformation du lait, de la demande du marché et des circonstances sociales et culturelles (*FAO 2024*).

1.2. Composition

Les matières grasses constituent environ 3 à 4% des solides du lait de vache, les protéines environ 3,5% % et le lactose 5 % %, mais la composition chimique brute du lait de vache varie en fonction de la race. Par exemple, la teneur en matière grasse est généralement plus élevée chez les bovins *B. Indicus* que chez *B. Taurus*. La teneur en matière grasse du lait de bovin *B. Indicus* peut atteindre 5,5 % (*FAO 2024*).

1.2.1. L'eau

L'eau est le composant essentiel du lait il représente environ 9/10 du taux total du produit (Lapointe-Vignola & Québec, 2002), comme il se présente sous deux formes : libre (96%) ou liée à la matière sèches (4%) (*NOUARI Leila, 2018*) . Une présence de dipôles et de doublet d'électron libre qui lui confère un caractère polaire, ce dernier lui permet de former de véritables solutions avec d'autres substances.

1.2.2. Les glucides

Les glucides du lait sont surtout composés de lactose, celui-ci, une fois absorbé par l'organisme se dédouble en glucose et galactose (*Dupin & Brun, 1982*). Le lactose est

Synthèse bibliographique

constitué d'une molécule de galactose et d'une molécule de glucose liée entre elles par une liaison β - (1,4) nommé (β - Galactopyranosyl (1,4) d- glucopyranose), son pouvoir sucrant est très faible, six fois inférieure à celui du saccharose (*Debry, 2001*). Le lactose constitue la matière carbonée principale pour le développement des bactéries lactiques, en effet la transformation du lactose en acide lactique entraîne une baisse de pH du lait et la déstabilisation de ses éléments dispersés est à l'origine de la fabrication des produits laitiers fermentés (*Jeantet et al. 2008*).

1.3. Les lipides :

Le lait de vache contient 3 à 5 % de matière grasse dispersée sous forme de globules sphériques dont le diamètre varie de 0,1 à 20 μm , avec une valeur moyenne de 3 à 5 μm . Ces globules gras sont hétérogènes ; ils sont essentiellement constitués d'une microgoutte de triglycérides, entourée d'une fine membrane communément appelée « la membrane du globule gras du lait » (*Jeantet et al. 2008*).

1.4. La matière azotée :

La matière azotée du lait englobe deux groupes ; les protéines qui représentent environ 95% et 5% de matières non protéiques. Les protéines représentent 95% du taux d'azote du lait qui se répartit en deux phases :

- Une phase micellaire (caséines) : Représente 80% des protéines du lait, regroupe les différents types : 1. Alpha-caséines (caséines α_1 36% et α_2 10%). 2. Beta-caséine ou caséine β 34%. 3. Kappa-caséine ou caséine k 13%. 4. Gamma-caséines ou caséine 7% (produit de la protéolyse de la β -caséine) (*Jeantet et al. 2008*).
- Une phase soluble : Une micelle de caséine contient environ 92% de protéines et 8% de minéraux, en effet une partie minérale de cette micelle contient à peu près 90% de phosphate, du calcium et 10% environ d'ion citrate et de magnésium (Guéguen, 1979). La stabilité de la structure est maintenue grâce aux liaisons du calcium à la caséine (*Jeantet et al. 2008*).

Synthèse bibliographique

Une importante propriété de ces micelles est le fait d'être déstabilisée par voie acide ou par voie enzymatique comme ils permettent la coagulation, ainsi le pouvoir de la transformation du lait en fromage et aussi en lait fermenté (*Guéguen, 1979*). Il existe une autre fraction protéique du lait qui est présente dans le lactosérum avec une portion de 17% environ, ainsi la présence des deux principales protéines sériques qui sont la β -Lactoglobuline et la Lactalbumine (*Guéguen, 1979*).

1.5. Les minéraux

C'est l'ensemble des constituants présents à l'état d'ions ou de sels. Elles ont une importance diététique très grande et jouent un rôle dans l'équilibre osmotique et dans l'organisation structurale des micelles de caséine (*Schuck et al., 2000*). La principale source du calcium et du phosphore est le lait ainsi que les produits laitiers, ils couvrent plus de la moitié des besoins journalières de l'être humain, le tableau ci dessous représente la composition du lait en minéraux (*Schuck et al., 2000*).

2. Généralités sur la boisson végétale :

2.1. Historique sur la boisson végétale

La boisson végétale accompagne l'humanité depuis l'Antiquité. Les traités alimentaires et les médecins de différents continents, époques et cultures mentionnent tous explicitement les « boisson végétales », le boisson d'amande, le lait de coco, la boisson de noix, etc. On trouve pour la première fois des traces de préparation de boisson d'amande dans les anciens empires grecs et romains, mais ce n'est qu'au Moyen Âge que la boisson d'amande a gagné en popularité et est devenu un aliment de base dans l'alimentation des chrétiens ou des musulmans (*AMROUCHE F. 2020*).

Mais les boissons végétaux étaient importants non seulement dans la cuisine de l'époque, mais aussi en médecine : Gervase Markham, dans son livre *The English Housewife* (1614), recommandait de mélanger la boisson d'amande avec d'autres herbes pour réduire la fièvre. Dans les pays nordiques, les ménages ordinaires fabriquent des boissons végétaux comme le boisson de noix et le boisson de châtaigne à partir des graines d'arbres locaux, tandis que la

Synthèse bibliographique

noblesse mange des plats à base de boisson d'amande, plus cher et importé des pays méditerranéens. Dans certaines régions d'Espagne, le jus d'arachide (Saragosse), les boissons de graines de courge (Murcie) et le boisson d'amande (Îles Baléares et Alicante) sont préparés par tous les ménages à la maison pour leur propre consommation ou pour être vendus à petite échelle (*AMROUCHE F. 2020*).

2.2. Définition des boissons végétales :

La boisson végétale imite les propriétés du lait animal. Cependant, leur composition et leur goût, dans une moindre mesure, varient fortement selon la source végétale et diffèrent du lait animal. Plus simplement, les boissons végétales sont des extraits aqueux de diverses matières végétales décomposées ou dissoutes, telles que des pseudo-céréales, des oléagineux, des tubercules, des céréales ou des légumineuses. Disponibles sous forme de suspensions ou d'émulsions colloïdales, ces boissons végétales sont similaires au lait de vache par leur consistance, leur apparence et leur fonction d'apport de protéines et de calories lorsqu'ils sont consommés par l'homme, bien qu'ils soient connus pour contenir moins de nutriments, en raison de leurs phytonutriments bons pour la santé. Les ingrédients leur ont valu l'admiration et la reconnaissance en tant qu'aliments fonctionnels (*Kehinde et al., 2020*).

Les boissons végétales ont une valeur nutritionnelle inférieure à celle du lait animal, car ils manquent de protéines, de vitamines et de minéraux importants. Cependant, les laits végétaux sont des boissons qui présentent des caractéristiques bénéfiques pour la santé. Par exemple, les laits végétaux contiennent des phytostérols, alors que le cholestérol est largement présent dans le lait de vache. Ils contribuent à l'apport en fibres et sont souvent renforcés par des vitamines et des minéraux. Les boissons végétales 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*).

2.3. Le marché et la présence de la boisson végétale dans le monde :

Le marché mondial De boisson d'origine végétale devrait croître à un taux de croissance annuel composé TCAC de 11,9% de 2022 à 2029 pour atteindre 42,86 milliards de dollars en

Synthèse bibliographique

2029. Ce marché est stimulé par une augmentation des cas d'intolérance au lactose et d'allergies au lait, des investissements croissants dans l'espace de marché du lait d'origine végétale, l'augmentation de la population végétalienne et végétarienne et les avantages nutritionnels de boisson d'origine végétale. En outre, les économies émergentes offrent des possibilités de croissance importantes pour les fabricants de produits à base de plantes. Cependant, la préférence pour le lait d'origine animale et la préférence croissante pour les produits sans soja et sans gluten freinent dans une certaine mesure la croissance du marché mondial du lait d'origine végétale (*Research, M. 2022*).

Sur le plan géographique, on estime que l'Asie-Pacifique représentera la plus grande part du marché global de la boisson végétal en 2022. La part importante de cette région est principalement attribuée à une sensibilisation accrue d'un régime riche en protéines, et une conscience accrue de la santé, avec l'adoption plus élevée des avancées technologiques dans l'industrie F&B, et à une plus grande base de population végétalienne et végétarienne. Cette région devrait connaître le taux de croissance annuel moyen le plus élevé au cours de la période de prévision (*Research, M. 2022*).



Figure 1: boisson végétaux commerciaux

2.4. Les bienfaits des boissons végétales :

Les boissons végétales servent généralement à remplacer les laits animaux. Ils sont donc intéressants pour les personnes allergiques ou intolérantes au lait de vache. Parmi leurs

Synthèse bibliographique

avantages pour la santé, les boissons végétales, plus faciles à digérer pour les personnes qui ne digèrent pas le lactose, ne contiennent pas de cholestérol et sont souvent moins caloriques qu'un lait entier. Ainsi, une boisson de soja apporte un peu moins d'énergie qu'un lait demi-écrémé, (environ 35 calories pour 100 ml pour le premier contre 45 pour le second) ; au niveau des lipides, la boisson au soja apporte moins de graisses saturées (Ray, M. c. 2016).

Composition nutritionnelle de lait de vache et quelques boisson végétaux :

Tableau 1: Comparaison entre boisson de soja, d'amande, lait de coco, lait de vache, boisson d'avoine en nutriments.

COPPOSITIONS	boisson de soja	Boisson d'amande	Lait de coco	Lait de vache	boisson d'avoine
Protéines, n*6.25 (g/100g)	37.8	22.6	1.77	2.36	14.2
Glucides (g/100g)	20.8	9.51	3.4	6.18	57.9
Lipides (g/100g)	19.8	51.3	18.4	1.73	6.51
Sucres (g/100g)	7.33	4.2	2.1	/	0.97
Ag satures (g/100g)	2.72	4.11	16.5	0.82	1.13
Eau (g/100g)	7.77	4.8	75.1	89.2	10.1
lactose (g/100g)	/	< 0.2	/	6.17	0

(Ciquel, 2024).

3. Le soja

3.1. Définition de soja :

Le soja [*Glycine max* (L.) Merr.] est une légumineuse originaire d'Asie de l'Est, aujourd'hui cultivée dans le monde entier en raison de sa teneur élevée en protéines et en huile. Sa production mondiale a atteint 263,7 millions de tonnes métriques en 2010/2011, soit plus le double de celle de 1992/1993 ; Les cultures asiatiques utilisent le soja pour produire des aliments traditionnels, comme le lait de soja, la sauce de soja, la pâte de soja, le tempeh, le

Synthèse bibliographique

miso, le tofu et le natto. Dans les cultures occidentales, les graines de soja sont principalement transformées en farine de soja et en huile de graine (*Medic et al., 2014*).

Le soja (*Glycinemax (L.) Merr.*) est une espèce annuelle appartenant à la famille des légumineuses/Fabaceae de l'ordre des Rosales. Il possède feuilles composées en ternaire, de petites blanches ou violettes, et des gousses de graines courbées contenant généralement entre une et quatre graines. La hauteur typique des variétés cultivées est comprise entre 0,2 et 1,5 m. Il est largement admis que le soja cultivé est un produit de haute qualité. Le soja a été domestiqué à partir de son géniteur sauvage (*Glycine soja Sieb. & Zucc*), il y a plus de 5 000 ans dans la vallée du Huang-Huai en Chine. Avec l'expansion subséquente de sa culture dans le monde, le soja a été introduit en Corée, au Japon, en Asie du Sud et du Sud-Est il y a environ 2 000 ans, en Amérique du Nord en 1765 et en Amérique du Sud au début du siècle dernier. Plus de 60 000 accessions (variétés/cultivars) de soja adaptées à différentes régions, et le soja est aujourd'hui l'une des légumineuses les plus importantes sur le plan économique. La production mondiale de soja est concentrée aux États-Unis, le Brésil et l'Argentine (*Fang & Kong, 2022*).

Tableau 2: Carte d'identité de la plante de soja

Règne	Végétale
Famille	Fabacées
Origine	Chine
Couleur	Brun clair
Saveur	Neutre
Classe	Dicotyledones
Sous classe	Rosidae
Ordre	Fables
Famille	Fabacéae
Genre	Glycine
Espèce	Max
Nom vernaculaire	Soja

(Lof et al., 1990; ANONYME, 2011)

3.2. Structure de la graine de soja :

La graine est divisée en trois fractions principales :

- Les cotylédons qui deviendront les premières structures photosynthétiques de la jeune plantule. Ce sont les principaux organes de réserve en protéines et en lipides. Ils représentent 90% de la masse de la graine.
- Le tégument représente 8% de la graine. Sa couleur noire, brune, jaune ou verte est variable selon les variétés.
- Le germe qui se compose de l'épicotyle, l'hypocotyle et la radicule ne représente que 2% de la matière sèche de la graine, mais il contient, en proportions beaucoup plus grandes que les cotylédons, certains composés mineurs, notamment les isoflavones.

3.3. Composition de la graine de soja :

La graine de soja est particulièrement riche en protéines (en moyenne 40%), en sucres (35%) et en lipides (20%) et 5% de fibres (en % de matière sèche ; d'après Snyder et Kwon, 1987). Ces composés présentent un grand intérêt pour les industries agroalimentaires.

3.3.1. Les protéines :

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%) et d'une fraction de glutélines. La classification de ces protéines est étudiée depuis longtemps. Il existe trois classes de protéines selon les coefficients de sédimentation : 2.2 S (Svedberg), 7.5S, 11.8S. La fraction 11S correspond à la glycinine, la fraction 7S aux amylases, aux lipoxigénases, aux hémagglutinines et aux conglycinines, la fraction 2S comprend les globulines, les inhibiteurs antitrypsiques, le cytochrome C. Les globulines de types 11S et 7S ont une composition en acides aminés différents : les 11S contiennent plus d'arginine, d'acides aspartique et glutamique, tandis que les 7S sont plus riches en lysine. Les 7S et 11S sont les deux composants très remarquables dans le soja. Le rapport 7S/11S est en moyenne de 1,6 chez le soja. La différence de concentration de ces deux fractions et leur proportion ont des effets sur la qualité des produits à base de soja (Dayde et al., 2007).

3.3.2. Les acides aminés

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

Synthèse bibliographique

contre elles sont pauvres en tryptophane et en acides aminés soufrés (méthionine et cystéine). Ce profil particulier met en évidence la remarquable complémentarité du soja avec les céréales et cette déficience en acides aminés soufrés permet une meilleure fixation du calcium par l'organisme. En plus de leur valeur nutritionnelle, les protéines de soja sont également dotées de plusieurs propriétés bénéfiques pour la santé humaine, en particulier contre l'hypercholestérolémie) et les risques de maladies cardiovasculaires ;En effet, les protéines de soja avec une complémentarité de quantité d'isoflavones, (métabolite secondaire dans la graine de soja que nous découvrirons dans cette étude), diminuent significativement le taux de 24 mauvais cholestérol chez l'homme, de façon plus efficace que la protéine sans isoflavones (*Rasolohery, 2007*).

Tableau 3: Composition des acides gras de la graine de soja

Acide gras	%
Palmitique c16 : 0	11-15
Stéarique c 18 :0	2-5
Oléique c 18 :1	20-30
Linoléique c18 : 2	45-55
Linoléniques c 18 : 3	5-9

(*Tu, 2010*)

3.3.3. Les lipides

La teneur en huile est définie par le pourcentage de lipides contenus dans la graine, généralement déterminé après extraction à l'hexane sous reflux. La teneur en huile de la graine de soja est relativement faible (20,5 %) par rapport à d'autres oléagineux, bien que l'huile de soja soit l'une des plus produites au monde. La graine de soja, en comparaison avec les autres graines huileuses, est parmi les plus riches en acides gras poly insaturés (63,6% par rapport au % des acides gras totaux). Sa teneur est très variable en fonction de la variété, des conditions de cultures et de la fraction de la graine (Tableau 3) (*Bhardwaj et al., 2004*).

Tableau 4: Profil des acides gras contenus dans les fractions de graines de soja (en % des acides gras totaux)

	GREME	COTYLEDONS
Acide palmitique c 16 :0	15-20	11-15

Synthèse bibliographique

Acide stéarique c 18 : 0	2-5	2-5
Acide oléique c 18 :1	5-10	20-30
Acide linoléique c18 :2	40-50	45-55
Acide α –linoléique c18 :3	20-25	5-9

(Hubert, 2006).

3.3.4. Les glucides

Les glucides sont des polysaccharides qui peuvent être classés en deux catégories : les sucres solubles et les sucres insolubles. La graine de soja contient de 30 à 35% de sucres dont les sucres solubles, ne représentent que 10% des sucres totaux : 5% de saccharose, 1% de raffinose et 4% de stachyose. Cependant, ces deux derniers peuvent provoquer des problèmes physiologiques tels que la flatulence. In vivo, il a été mis en évidence qu'une alimentation avec une concentration de moins de 0,2% de raffinose et de moins de 2,2% de stachyose améliore la digestibilité des nutriments sans avoir de problème de flatulence. Des études ont montré aussi que in vivo et in vitro, les polysaccharides du soja possèdent une activité anti-allergène. La majorité des sucres (21 à 25%), dans la graine de soja, sont des sucres insolubles (cellulose, hémicellulose, lignine). Ils ont deux rôles importants : un rôle de structure et un rôle de réserve. Les celluloses, les hémicelluloses et les pectines sont des constituants des parois végétales et l'amidon est stocké dans les chloroplastes (Dayde et al., 2007).

3.3.5. Les minéraux et vitamines

La graine de soja contient de 4 à 5% (m/m) de minéraux, avec des teneurs importantes en potassium, calcium, magnésium, fer, zinc, manganèse et cuivre ; L'apport en vitamines des graines de soja est également significatif, puisqu'on y trouve les vitamines liposolubles A, E, D et K ainsi que les vitamines hydrosolubles essentiellement du groupe B (Tu, 2010) .

3.3.6. Les polyphénols

Comme tous les autres végétaux alimentaires, le soja contient naturellement des polyphénols. Parmi les polyphénols recensés à ce jour, on connaît plus de 4000 variétés de flavonoïdes, dont font partie les isoflavones, présentes surtout dans le soja, mais aussi dans d'autres légumineuses (pois chiches, lentilles) ; Les isoflavones ont une structure chimique proche de celle des oestrogènes, ce qui leur permet de se fixer faiblement aux récepteurs aux oestrogènes (ER α et ER β) Pour cette raison, elles sont capables d'exercer de faibles effets

oestrogéniques dans certaines conditions expérimentales, et sont qualifiées de « phyto-oestrogènes » (*Chevalier et al., 2016*).

Les isoflavones se trouvant dans les graines de soja existent essentiellement sous forme aglycone, dont les trois types sont : daidzéine, génistéine et glycitéine. Les études ont montré différents effets physiologiques des isoflavones chez l'homme et les animaux : activité oestrogéniques ; interférence avec le métabolisme des minéraux ; arrière-goûts acide et amer et l'astringence; propriétés antioxydantes, antifongiques, et anticarcinogéniques. Au niveau de l'assimilation intestinale, les isoflavones sous forme glucosides sont déglucosilées en aglycone sous l'action de β -glucosidases de la flore intestinale, afin d'être absorbées tel quel ou transformées en molécules biologiquement actives tel que l'équol. La production de cette molécule à partir de la daidzine, n'est observée que chez 30 à 40% de la population occidentale (*Tu, 2010*).

3.4. Les différents produits à base de soja

- **Les produits non fermentés**

Le tofu : c'est le nom japonais pour un produit riche en protéines à base de soja. Il est préparé à partir du lait de soja par coagulation (*Tu, 2010*).

Le tonyu : C'est une boisson ou jus de soja (*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 produits fermentés**

La sauce de soja (shoyu) et la pâte de soja (miso) : Le shoyu et le miso sont des assaisonnements savoureux à base de soja ; leur fabrication ont en commun la préparation du koji, qui est issu de la fermentation par *Aspergillus oryzae* ou *sojae* soit du blé pour le shoyu, soit du riz ou de l'orge pour le miso (*Tu, 2010*).

Le tempeh : est un produit fermenté très populaire en Indonésie et en Nouvelle Guinée. Il est sous forme d'un gâteau qui est complètement recouvert par des mycéliums blancs des moisissures. Il possède une saveur de noisette et une texture croquante (*Tu, 2010*).

Le natto : est un produit fermenté à base de soja du Japon qui possède une apparence visqueuse, une texture douce et un goût sucré (*Tu, 2010*).

Synthèse bibliographique

Grains noirs fermentés : les grains de soja sont soumis à un processus de fermentation qui leur donne une couleur prononcée, puis conservés dans du sel. Il peut s'agir de soja noir, mais pas nécessairement, la couleur résultant de la fermentation (*ANONYME; 2011*).

3.5. Définition de boisson de soja

La boisson de soja qui est connue dans les pays occidentaux sous le nom japonais « tonyu » est une boisson traditionnellement extraite à partir des graines de soja entières. Il peut être également préparé à partir des ingrédients à base de soja comme la farine de soja, les concentrates, les isolats de protéines, etc. C'est une émulsion et/ou une suspension contenant des protéines solubles dans l'eau, des glucides et des huiles. Il ne contient ni lactose ni cholestérol. La composition de boisson de soja extrait à partir des graines de soja entières dépend du ratio entre la quantité de soja et d'eau utilisé et des paramètres du processus de fabrication. La teneur en protéines de boisson de soja peut varier de 1 à 4% correspondant aux ratios soja/eau compris entre 1/20 à 1/5 (m/m) (*Tu, 2010*).

3.6. Les valeurs nutritionnelles et caloriques de cette boisson végétale

La boisson soja est une bonne source de protéines (équivalentes au lait de vache). Elle est également riche en fibres et en vitamines B (mais à faible teneur en calcium sauf si le produit est enrichi). Elle est aussi faible en matières grasses, sans cholestérol et contient des isoflavones (qui ont une action antioxydante) (*ANONYME, 2022*).

Tableau 5: Pour 100 g de boisson de soja

Nutriments	Teneur moyenne
Calories	37,1 kcal
Eau	93 g
Protéines	3,31 g
Glucides	0,7 g
Lipides	2,07 g
Fibres alimentaires	0,6 g
Calcium	12 mg

(*Claire, 2023*)

Synthèse bibliographique

3.7. Les bienfaits de la boisson de soja

La boisson de soja est une boisson végétale populaire fabriquée à partir de graines de soja et souvent utilisée comme alternative au lait animal. Cette boisson est appréciée pour sa texture lisse et sa saveur légèrement sucrée. Elle peut être utilisée dans de nombreuses recettes culinaires. C'est l'alternative au lait de vache, souvent choisie par les intolérants au lactose et les allergiques aux protéines de lait de vache (PLV), ou encore pour les personnes qui choisissent d'exclure les produits d'origine animale de leur alimentation, pour ceux qui n'aiment pas le lait ou qui fuient les produits d'origine animale et cette boisson végétale considéré aussi comme un choix écologique (*Claire, 2023*).

3.8. La différence entre le lait de vache et la boisson de soja

Attention toutefois : "le lait" de soja devrait en réalité avoir la dénomination systématique de "boisson à base" d'avoine pour ne pas associer les boissons végétales aux vertus nutritionnelles des produits laitiers. La boisson de soja n'a en effet rien de similaire avec le véritable lait de mammifère qui est riche en protéines, en calcium, en vitamines et en glucides simples (lactose). Pour exemple, la boisson de soja contient 12 mg de calcium pour 100 ml contre 120 mg de calcium pour 100 ml de lait de vache. Ainsi, ne considérez pas la boisson de soja comme une alternative végétalienne au véritable lait (*ANONYME, 2022*).

Tableau 6: Comparaison entre la boisson de soja et le lait de vache

Constituants	boisson 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

(*Ciquel 2020*).

Synthèse bibliographique

3.9. Procédé de fabrication de la boisson de soja

Le tableau suivant illustre les traitements à faire, les opérations y afférentes et les équipements.

Tableau 7: Production du jus de soja

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 boisson.	Marmite chauffée directe au bois de chauffe	
5. Filtrage	La boisson est filtré à travers une moustiquaire.	Tissu moustiquaire, égouttoir	Presse manuelle et filtre
6. Aromatiser	Pour donner un gout au boisson de soja, des arômes sont ajoutés pour		

Synthèse bibliographique

	des goûts divers de chocolat, de vanille, etc.		
7. Conditionnement	La boisson de soja est mis en sachets de 200 ml et 500 ml	Sachets soudeuse manuelle électrique	Thermo-soudeuse électrique de sachets plastiques
8. Stockage	La boisson est conservé à l'état frais.	Réfrigérateur	Réfrigérateur

(Juvenal, 2010)

4. L'amande

4.1. Définition de la graine d'amande

L'amande est un terme appliqué à la graine de l'amandier, 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 le bassin méditerranéen, en Asie centrale et en Australie, il existe au moins 30 espèces d'amandes sauvages décrites qui sont généralement plus amères que les variétés cultivées (*Franklin & Mitchell, 2019*); c'est un fruit à coque. Elle renferme une graine, dont la chair sèche en mûrissant. Certaines variétés d'amande sont comestibles et utilisées dans différentes préparations culinaires. Particulièrement nutritives, les amandes renferment des lipides, des protéines, des vitamines et des minéraux. Il est également extrait de fruit une huile végétale d'amande qui est principalement employée pour les soins du visage, du corps et des cheveux. Cette huile présente des propriétés adoucissantes, assouplissantes, apaisantes et fortifiantes (*Franklin & Mitchell, 2019*).

Le fruit de l'amandier est de forme ovoïde, sa chair est mince et sèche, et sa peau est veloutée, duveteuse, un peu comme celle de la pêche. Sous la peau se trouve un noyau ligneux, qui renferme une ou deux graines : l'amande. L'amande est ainsi une graine oléagineuse (c'est-à-dire riche en lipides), et on la qualifie parfois de "fruit sec oléagineux". Si l'amande est cueillie avant maturité, sa peau est encore verte (le fameux vert amande) : les amandes vertes et fraîches ont une chair tendre et laiteuse, à la saveur délicate. En France, c'est en juin et juillet qu'on les récolte. Une fois complètement mûre, l'amande devient sèche (récoltée en septembre et octobre sous nos climats). Elle peut alors être commercialisée en

Synthèse bibliographique

coque, ou décortiquée, ou encore mondée (après avoir ôté la mince peau brune qui la protège) (*Clémentine Des femmes, 2023*).

4.2. Botanique des graines d'amande

La graine ou le fruit d'amande est classé comme une drupe, avec un exocarpe (peau) pubescent, un mésocarpe (coque) charnu mais mince, et un endocarpe (coquille) distinct et durci. Charnu mais mince (coque), et un endocarpe distinct et durci (coquille). Le mésocarpe cane subit qu'un développement, devient sec et coriace, et se déhiscente à maturité. L'arbre, dont la croissance est relativement lente, peut survivre pendant 100 ans ou plus et atteindre une hauteur de plus de 20 mètres (*Mori et al., 2011*).

L'amandier est un arbre atypique au sein de l'espèce *Prunus*, ce qui a compliqué sa classification botanique. Actuellement, le nom scientifique le plus largement accepté, *Prunus dulcis*, reconnaît ses affinités taxonomiques avec d'autres *Prunus* sur la base d'une morphologie similaire, moléculaire-génétique, et l'hybridation signalée avec la pêche, l'abricot et certains pruniers. Parce qu'il a été le premier à être proposé dans la littérature, *Prunus dulcis* a remplacé le nom scientifique *Prunus amygdalus*. scientifique *Prunus amygdalus* encore couramment utilisé dans la littérature européenne Dans son centre d'origine et de diversité d'Asie centrale, les experts taxonomiques qui connaissent le mieux les espèces d'amandes dans leurs écosystèmes d'origine sont les suivants les espèces d'amandes dans leurs écosystèmes d'origine ont préféré les classer dans un dans un genre distinct, *Amygdalus communis*, arguant que l'évolution de leurs structures botaniques spécialisées et de leurs modes de développement dans les écosystèmes de l'Asie centrale est un facteur déterminant de leur succès. Structures botaniques spécialisées et des modes de développement dans ces environnements souvent extrêmes justifient un genre distinct. Un genre à part (*Mori et al., 2011*).

Tableau 8: Fiche de synthèse de l'amande

Nom commun	Amande
Nom(s) scientifique (s)	<i>Prunus amygdalus</i>
Famille	Rosaceae
Origine	Asie centrale et occidentale
Partie(s) utilisée(s)	Graine (amande)

Synthèse bibliographique

Principaux actifs	Acide gras insaturés (oméga 6 et 9) vitamines E et groupe B , minéraux
Propriété associée	Nutritionnel, soin cutané et capillaire, adouçissant, assouplissant, fortifiant

(Clémentine Des femmes, 2023).

Tableau 9: La composition de l'amande

NOM	Teneur moyenne
Protéines, N x 6.25 (g/100 g)	22,6
Glucides (g/100 g)	9,51
Lipides (g/100 g)	51,3
Sucres (g/100 g)	4,2
Ag satures (g/100 g)	4,11
Sel chlorure de sodium (g/100 g)	0,013

(Ciquel 2020).

4.3. Propriétés biochimiques des amandes

4.3.1. Les lipides :

La majorité des recherches sur la composition de l'amande au niveau mondial s'est concentrée sur les fractions de lipides et d'acides gras. Les lipides des amandes sont principalement des lipides de stockage, présents sous forme de gouttelettes d'huile intracellulaires (d'un diamètre d'environ 1 à 3 mm) dans les tissus du cotylédon des amandes cotylédons des amandes. Les amandes et de nombreux autres fruits à coque comestibles sont une riche source de lipides composés principalement d'acides gras mono- et polyinsaturés (Yada et al., 2011).

Des études sur les amandes cultivées en Californie ont observé des teneurs en lipides allant de 35 à 54 %, avec des résultats variables, entre les cultivars. Une étude récente de la composition en acides gras des principaux cultivars de différents comtés californiens sur une période de deux ans, a indiqué que les lipides totaux représentaient de 49 à 66 % du poids de l'amande comestible. Les échantillons de Ferragnes cultivée ont France les teneurs sont (62%) et Marcona avec 58% et Ramillete avec 60% de lipides cultivées on Espagne (Yada et al., 2011).

Synthèse bibliographique

La teneur en lipides est un facteur très important dans l'industrie de la confiserie, car une teneur en huile plus élevée réduit l'absorption d'eau par la pâte d'amande. Les amandes ayant un pourcentage élevé d'huile peuvent être utilisées pour produire du nougat ou pour extraire l'huile, qui est utilisée dans les industries cosmétiques et pharmaceutiques. En revanche, les amandes à faible pourcentage d'huile sont nécessaires pour produire du lait d'amande, un produit diététique, car le niveau calorique du lait d'amande doit être similaire à celui du lait de vache. Elles sont également adaptées à la production de farine d'amande et plusieurs types d'aliments en raison de leur teneur protéique (*Socias I Company & Gradziel, 2017*).

Au cours du développement des amandes, la teneur en huile reste faible (<10% de la matière sèche) pendant plusieurs mois après la nouaison, augmente ensuite rapidement jusqu'à environ un mois avant la récolte, puis continue d'augmenter progressivement (ou reste constante). Au fur et à mesure que l'huile s'accumule dans les grains en développement, on observe une augmentation régulière d'acide oléique jusqu'à la récolte, avec une diminution concomitante de l'acide linoléique ainsi que des principaux acides gras saturés (palmitique et stéarique) ; la teneur en acide linoléique augmente seulement au cours des premiers mois de développement de l'amande, puis se stabilise avant de diminuer (*Yada et al., 2011*).

Des études suggèrent que la teneur et la composition en lipides dépendent principalement du génotype de l'amande (constitution génétique), mais sont également influencées par des facteurs tels que la région de culture, les conditions climatiques pendant la saison de culture et l'année de récolte, ou encore. Les interactions entre ces facteurs. Par exemple, ont étudié les principaux cultivars et sélections américaines (représentant 21 génotypes) provenant d'un seul site d'essai californien, et ont constaté que la teneur en huile était systématiquement faible ou élevée dans les cultivars et les sélections que la teneur en huile était constamment faible ou élevée dans certains cultivars seulement au cours des deux années de récolte étudiées les deux années de récolte étudiées (Price à 38 % ou Padre à 52 %, respectivement), tandis que d'autres cultivars avaient une teneur en huile avec une certaine variation d'une année à l'autre (*Yada et al., 2011*).

Dans une étude distincte, ce sont également constaté que parmi les quatre régions de production californiennes, les régions les plus septentrionales et méridionales avaient des teneurs beaucoup plus élevées (attribués à des différences de conditions météorologiques lors de la

Synthèse bibliographique

floraison printanière). Ces rendements plus élevés ont été associés à une teneur en huile plus élevée dans les quatre principaux cultivars d'amandes testés (*Yada et al., 2011*).

4.3.2. Les acides gras

Dans l'huile d'amande, comme l'indique la littérature, les cinq principaux acides gras, par ordre décroissant, sont l'oléique (18:1), le linoléique (18:2), le palmitique (16:0), le stéarique (18:0) et le (18:2), palmitique (16:0), stéarique (18:0) et palmitoléique (16:1). Dans les cultivars commerciaux d'amandes cultivés dans diverses régions, les acides oléique et linoléique représentent généralement environ 90 % des lipides totaux, et les teneurs en acides gras saturés sont très faibles (<10%). En général, un profil d'acides gras similaire a également été signalé parmi les sélections d'Afghanistan, d'Inde, d'Iran et du Portugal. L'acide oléique, acide gras monoinsaturé, prédomine et se situe généralement dans une fourchette de 62 à 80 % des acides gras totaux, en fonction du génotype, de l'âge et de la taille de l'arbre. Selon le génotype, comme cela a été démontré dans les amandes provenant de diverses régions de culture citées (*Yada et al., 2011*).

Le profil des acides gras est considéré comme le plus intéressant dans le processus d'oxydation de l'huile. Kester et al. (1993) ont suggéré que le rapport acide oléique/acide linoléique (O/L) était un bon indice de résistance à la rancidité de l'huile, les rapports élevés étant préférables. Les rapports élevés étant préférables. Pour d'autres espèces de fruits à coque, comme la noisette, le critère retenu a été le rapport acide gras insaturés/acide linoléique. Rapport acides gras insaturés/acides gras saturés (*Socias I Company & Gradziel, 2017*).

Les teneurs en acides oléique et linoléique dépendent principalement du génotype, mais sont également dépendent des conditions climatiques de l'année et des conditions environnementales de la région de culture, Font i Forcada et al. ont indiqué que l'héritabilité des composants ces sont lents à la moyenne, ce qui indique qu'ils sont sous contrôle polygénique qu'ils sont sous contrôle polygénique. Récemment des études ont identifié des *locus de caractères quantitatifs (QUANTITATIVE TRAIT LOCUS QTL)* dans deux groupes de liaison différents (LG2 et LG7) dont on pense qu'ils contrôlent à la fois les composants oléiques et les composants de l'huile. En règle générale, le rapport O/L varie considérablement entre les génotypes et cultivars d'amandes permettant à la sélection des amandes de se concentrer sur l'amélioration de la composition de l'huile de l'amande. Se

Synthèse bibliographique

concentrer sur l'amélioration de la composition de l'huile de l'amande (*Socias I Company & Gradziel, 2017*).

4.3.3. Les vitamines :

Presque toutes les études réalisées sur la teneur en vitamines des amandes se limitent à celles qui ont un effet antioxydant, principalement les tocophérols. Ces derniers jouent un rôle important dans la protection d'huile contre l'oxydation et la détérioration. Les tocophérols sont des monophénols naturels qui présentent des activités antioxydantes homologues en fonction de la position et du et du nombre de groupes méthyles. Les principaux homologues du tocophérol détectés dans l'amande sont par ordre décroissant d'importance, l' α -, le γ -, le δ - et le β -tocophérol. Leur principale fonction biochimique serait la protection des acides gras polyinsaturés contre la peroxydation et ils jouent un rôle protecteur dans les systèmes biologiques. Des données récentes indiquent qu'ils ont également des propriétés hypocholestérolémiantes, anticancéreuses et neuroprotectrices. Les concentrations de tocophérols ont été déterminées (*Socias I Company & Gradziel, 2017*).

L' α -tocophérol est la forme biologiquement la plus active de la vitamine E et est utilisée préférentiellement dans le corps humain par rapport aux autres formes. L'USDA SR rapporte l'activité naturelle de la vitamine E en termes d' α -tocophérol (ou RRR- α -tocophérol, d- α -tocophérol) et présente également des valeurs pour les autres tocophérols lorsque les données sont disponibles. Les amandes sont considérées comme l'une des sources alimentaires les plus riches en α -tocophérol (*Yada et al., 2011*).

Les amandes sont également une source de vitamines B1 (thiamine), B2 (riboflavine), B6 (pyridoxine) et de niacine. La vitamine B6 contribue à réduire les niveaux d'homocystéine, un acide aminé qui s'il est présent en grande quantité dans l'organisme, peut entraîner des effets néfastes sur la santé cardiovasculaire (*Socias I Company & Gradziel, 2017*).

Hall et al. (1958) ont analysé les composants vitaminiques des amandes « Nonpareil » de Californie et évalué la thiamine, la riboflavine, la niacine, la pyridoxine, la pantothénine et la vitamine B6, l'acide pantothénique, l'acide folique (folate) et la biotine dans les amandes crues non blanchies. Ont rapporté dans une revue récente de la composition chimique des amandes que les valeurs rapportées par ces auteurs sont généralement comparables aux valeurs SR du Département de l'agriculture des États-Unis (USDA) ont rapporté que la concentration en vitamines B1 et B2 varient respectivement de 0,19 à 0,25 mg/100 g d'amandes et de 1,0 à 1,1

Synthèse bibliographique

mg/100 g d'amandes, et que la teneur en vitamine B6 des amandes naturelles et transformées variait entre 0,08 et 0,16 mg/100 g d'amandes. Environ 12 % de la vitamine B6 a été perdue après le blanchiment, tandis qu'environ 25 % a été perdue après la torréfaction. Seule une perte mineure est observée lorsque l'on compare les des amandes crues entières avec des amandes blanchies (pelées). Les fourchettes de teneur en biotine de plusieurs cultivars d'amandes italiens varient entre 0,12 mg/100 g et 0,90 mg/100 g d'amandes ; toutefois, cette fourchette est plus faible dans les cultivars d'amandes californiens et varie de 0,01 mg/100 g à 0,05 mg/100 g d'amandes (*Socias I Company & Gradziel, 2017*) .

4.3.4. Les minéraux :

Les minéraux présents dans les tissus des plantes, y compris les graines telles que les amandes, sont obtenus par la plante à partir du sol dans lequel elle pousse et de l'eau utilisée pour la production. Ainsi, la teneur en minéraux des tissus végétaux peut être affectée par de nombreux facteurs environnementaux et pratiques agronomiques, notamment : la situation géographique des plantes ou des arbres, la composition du sol, la source d'eau, l'irrigation, ainsi que la teneur en minéraux (**Yada et al., 2011**).

Comme composants d'engrais et d'autres aides agronomiques à la production. La teneur en minéraux peut également être influencée par les caractéristiques d'une espèce végétale et par la distribution dans certains tissus pour la production d'engrais. Pour le rôle physiologique de cette partie de la plante ; Les éléments minéraux les plus abondants que l'on trouve généralement dans les plantes sont le potassium, le calcium, le magnésium, le fer, le phosphore, le soufre et l'azote. La teneur en minéraux est parfois exprimée en termes généraux comme la teneur en cendres résidu inorganique restant après l'incinération du tissu végétal. Tissu végétal. Les amandes contiennent environ 3 g de cendres/100 g (poids frais) ; les quelques données rapportées dans la littérature concernant la teneur en cendres comprennent une moyenne de 3,05 g/100 g obtenue pour un mélange de trois cultivars d'amandes cultivés dans le monde entier de trois cultivars d'amandes cultivés en Espagne , 3,4 g/100 g pour des amandes cultivées au Liban, 2,3-3,7 g/100 g dans divers cultivars d'amandes cultivés en Italie et 3,8 g/100 g (moyenne) dans certains types d'amandes turques sélectionnées . La teneur en cendres de divers cultivars commerciaux cultivés en Californie ont été cultivés en Californie varient de 2,6 à 4,6 g/100 g. Dans les peaux d'amandes, des teneurs en cendres de 3,4 % et de 4,0 % ont été mesurées (**Yada et al., 2011**).

Synthèse bibliographique

Tableau 10: Teneurs en minéraux dans les amandes

Elément nutritif	Plage de variabilité mg /100
Calcium	1p6-670
Cuivre	0.9-1.3
Fer	2.6-4.9
Magnésium	166-610
Manganèse	1.2-3.04
Phosphore	360-1235
Potassium	430-940
Sodium	1.0-20
Zinc	2.0-4.0

(*Socias I Company & Gradziel, 2017*).

4.3.5. Les protéines

Sathe (1993) a démontré que les cultivars commerciaux d'amandes cultivés en Californie ont des compositions protéiques et polypeptidiques similaires. Avec une seule protéine de stockage qui domine le total des protéines de l'amande. Cette « protéine majeure de l'amande » (AMP ; également appelée amandine) est une globuline composée d'au moins deux types de polypeptides (MW 20 000-22 000 et 38 000-42 000) liés par des liaisons disulfures ; il ne s'agit pas d'une glycoprotéine. Dans une étude ultérieure, 60 génotypes d'amandes de la collection expérimentale de germoplasmes d'amandes de l'Université de Californie, Davis, ont été analysés pour leur contenu en protéines et en polypeptides (*Yada et al., 2011*).

Ces génotypes représentaient les principaux cultivars californiens et un certain nombre d'hybrides résultant de croisements contrôlés avec du germoplasme d'Asie centrale qui ont probablement contribué à l'origine de l'amande douce cultivée. Dans d'autres travaux ont identifié les globulines et les albumines comme les principales fractions protéiques (88-91% des protéines totales) dans cinq cultivars d'amandes espagnols, ainsi que de faibles teneurs en glutéline et des teneurs négligeables en prolamine. et des teneurs négligeables en prolamine. Parmi les neuf principaux cultivars d'amandes d'Espagne, ont trouvé qu'environ 95 % des protéines totales étaient constituées de deux protéines totales étaient constituées de deux fractions principales, la globuline (74%) et l'albumine (21%), alors que la glutéline et la prolamine ne représentent que des fractions mineures (*Yada et al., 2011*).

Synthèse bibliographique

Dans les amandes, les flavonoïdes prédominants étaient l'isorhamnétine-3-o-rutinoside et l'isorhamnétine-3-o-glucoside (en combinaison), la catéchine, le kaempférol-3-o-rutinoside, l'épicatéchine, la quercétine-3-o-galactoside et l'isorhamnétine-3-o-galactoside à 16,81, 1,93, 1,17, 0,85, 0,83 et 0,50 mg/100 g de poids frais de l'amande (FW), respectivement. Plus tard, ont rapporté que l'isorhamnétine-3-O-rutinoside était le flavonoïde le plus abondant dans les amandes, présent à hauteur de 28 à 49 % des polyphénols totaux dans différentes cultures. Polyphénols totaux entre les différents cultivars. Les flavonoïdes et les polyphénols totaux seraient dépendent davantage du cultivar que des conditions environnementales. Une étude portant sur dix cultivars d'amandes portugais a révélé des différences de quatre et 18 fois dans les flavonoïdes et les phénols totaux entre les cultivars. Et de phénols totaux entre les cultivars, respectivement. L'analyse de 18 génotypes d'amandes iraniennes a montré une variation de 4,6 fois dans la teneur phénolique des coques, et une variabilité similaire dans l'activité antioxydante des extraits. Chez les cultivars californiens, les phénols et polyphénols totaux varient d'un facteur 2,7 et 1,9, respectivement, dans les cultivars californiens. et de 1,9 fois, respectivement, au cours d'une seule année. Sur huit cultivars d'amandes (*Socias I Company & Gradziel, 2017*).

4.3.6. Acides aminés libres

La teneur en acides aminés libres des amandes mûres est très faible (<200 mg/100 g d'amandes), et aussi ils ont démontré comment la teneur augmente d'abord dans les amandes en développement, atteignant 7 g/100 g d'amandes environ trois mois après la nouaison. Des chercheurs espagnols ont comparé les profils d'acides aminés libres des cultivars d'amandes et on utilise des techniques statistiques pour classer les cultivars en groupes sur la base des similitudes de profil. L'étude de la teneur en asparagine libre dans les amandes pour déterminer son rôle possible dans la formation d'acrylamide lors de la torréfaction des noix. Les chercheurs ont constaté que l'asparagine était le principal acide aminé libre dans les amandes brutes, représentant 20 à 50 % du total des acides aminés libres dans des échantillons de cultivars sélectionnés provenant de Californie, d'Espagne et d'Italie. L'analyse d'amandes individuelles provenant des mêmes lots de certains cultivars a révélé des variations considérables dans la teneur en acides aminés libres totaux, qui a été attribuée aux différents stades de maturité de l'amande. En moyenne, les amandes d'origine européenne contenaient beaucoup moins d'acides aminés libres totaux et d'asparagine libre que les amandes d'origine américaine, cependant, l'identification des différences statistiques entre les cultivars d'amandes n'a pas été possible. Toutefois, l'identification de différences statistiques entre les

cultivars d'amandes nécessiterait un échantillonnage supplémentaire sur d'autres années de récolte (*Yada et al., 2011*).

4.3.7. Glucides et fibres

Les seules formes d'hydrates de carbone 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 ne sont donc pas disponibles comme source d'énergie, mais ils ont des effets physiologiques bénéfiques pour la santé humaine ; Les sucres solubles, bien qu'ils soient présents en quantités relativement faibles, ont un effet positif sur la santé relativement faible, suffisent à donner un goût sucré aux amandes. La teneur en sucres solubles variait entre 1,8 g/100 g pour le 'Desmayo Largueta' d'Espagne et 13 g/100 g pour les sélections locales de Turquie. La plupart des sucres solubles sont non réducteurs, le saccharose représentant plus de 90 % du total. D'autres sucres comprennent la raffinose, le glucose, le fructose, le sorbitol et l'inositol (*Socias I Company & Gradziel, 2017*).

Différentes études ont rapporté que les hydrates de carbone varient au cours du développement de l'amande, ce qui se traduit par une diminution drastique de tous les sucres au cours des 2 mois précédant la maturité finale. Au moment de la récolte, on constate que le saccharose était le principal composant sucré (1,6-2,6 g/100 g, DW) ; les teneurs en glucose et en fructose étaient insignifiantes ; et le mannose et l'arabinose n'étaient plus détectés. Les teneurs de ces composants seraient influencées par les stratégies d'irrigation. On a signalé que les teneurs en saccharose et en glucose dans les grains de 'Guara' cultivés dans des vergers irrigués au goutte-à-goutte étaient plus élevées que dans les vergers non irrigués. L'effet de l'année et du lieu n'est pas significatif sur l'expression de la teneur en saccharose. Considéré comme le principal composant du sucre (*Socias I Company & Gradziel, 2017*).

En plus des polysaccharides, il y a 10 g de fibres alimentaires/100 g d'amandes. Environ 80 % des fibres sont insolubles et 20 % sont solubles. Ce mélange de fibres a un effet positif sur la santé et le taux de cholestérol. On a rapporté que la somme des fibres brutes et des pentosanes est considérée comme une fibre alimentaire. Les fibres d'amande sont principalement composées de polysaccharides, de cellulose, d'hémicelluloses et de lignine, hémicelluloses et de lignine, souvent accompagnées de substances pectiques, d'impuretés et de groupes latéraux liés à la chaîne acide. Groupes latéraux liés à la chaîne acide, la comparaison et les déterminations des fibres au détergent neutre (NDF) et des fibres au

Synthèse bibliographique

détergent acide (ADF) avec l'analyse des fibres brutes. L'analyse des fibres brutes. La valeur des teneurs en fibres alimentaires dans les amandes varie entre 10,8 g/100 g et 13,5 g/100 g (*Socias I Company & Gradziel, 2017*).

4.4. La boisson d'amande

4.4.1. Définition de boisson d'amande

Les boissons à base d'amandes sont consommées depuis des siècles. La boisson d'amande est une dispersion colloïdale obtenue en désagréant des amandes avec de l'eau. Ces dernières années, la boisson d'amande s'est imposé comme une boisson alternative non laitière sur les marchés américains, européen et australien. Cette boisson d'origine végétale s'adresse aux consommateurs souffrant d'intolérance au lactose et d'hypersensibilité aux produits laitiers, et à ceux qui recherchent des boissons à base de plantes comme alternative au lait de vache (*Dhakal et al, 2014*).

4.4.2. Composition de boisson d'amande

La boisson d'amande est également riche en nutriments essentiels et non essentiels tels que l'alpha-tocophérol, les acides gras essentiels, les fibres alimentaires et une variété d'autres composés phytochimiques. La consommation de la boisson d'amande peut également réduire le risque de maladie coronarienne en abaissant les taux plasmatiques de cholestérol LDL (*Dhakal et al, 2014*).

Tableau 11: Composition de boisson d'amande

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

(*Alozie et al., 2015*)

Tableau 12: Des produits à base d'amande

Synthèse bibliographique

Produits	Caractérisation
Boisson d'amande	Il s'agit d'une boisson lactée contenant des amandes moulues. Annonce comme une option pour les personnes allergiques au soja en remplacement du lait de soja(<i>McGee, 2007</i>)
Le sirop d'amande	Les sirops modernes sont souvent composés exclusivement d'amandes douces et amères, étant une émulsion d'amandes douces et amères(<i>Ward, 1911</i>)
L'huile d'amande	Depuis les anciennes civilisations de l'Inde, de la Chine et de la Grèce, elle a été utilisée pour ses multiples avantages pour la santé et la beauté(<i>Puri, 2013; Zohary & Hopf, 2000</i>)
Ajo blanco	Une soupe froide originaire d'Andalousie (<i>Jacqueline et al, 2013</i>).
Macarons	Un délicieux gâteau très sucrés à l'amande français(<i>Glasse & Wilson, 2022</i>)
Nougat	Une confiserie caractéristique des pays méditerranéens (<i>Moncorgé, 2013</i>).
Le turrón	Bonbons aux amandes espagnols (<i>Jacqueline et al, 2013</i>).

4.5. Le bien fait de l'amande

L'amande, connue sous le nom de reine des noix, est un aliment puissant pour préserver la santé physique et mentale. En consommant quotidiennement 30g d'amandes, on peut atteindre 60% des Apports Nutritionnels Conseillés (ANS) en glycogène. Différentes propriétés pharmacologiques sont présentes, telles que son effet anti-stress (*Bansal et al., 2009*). L'huile a des propriétés anti-inflammatoires, immunitaires, anti-hépatotoxiques et peut également diminuer le risque de cancer du côlon, réduit les symptômes du syndrome du côlon irritable, augmente le taux de "bon cholestérol", les lipoprotéines de haute densité (HDL), tout en réduisant les lipoprotéines de basse densité (LBD) (*Ahmad, 2010*).

Depuis plus de 2 000 ans, les amandes importées (graines d'*Armeniaca Mill*) sont les plantes médicinales les plus fréquemment utilisées en phytothérapie. Elles ont démontré une efficacité clinique remarquable pour soulager la toux et l'asthme (Chen et al., 2006). Avec le contrôle des lipides, plusieurs recherches ont démontré que l'incorporation d'amandes dans l'alimentation améliore considérablement le contrôle de la glycémie et de l'insuline et diminue les dommages protéiques causés par le stress oxydatif, qui se produisent généralement lors d'une hyperglycémie prolongée (*Jenkins et al., 2002*).

Une grande étude épidémiologique réalisée par des experts en santé sur la consommation générale de noix a montré que la consommation de noix, y compris les amandes, deux fois ou plus par semaine était liée à un risque de maladies cardiovasculaires inférieur de 13 % et à un risque de maladies coronariennes inférieur de 15 % (*Guasch-Ferré et al., 2017*).

5. L'avoine

5.1. Définition de flocon d'avoine

L'avoine est une céréale récoltée en grains secs, assez champêtre avec de multiples fonctions, offre principalement deux débouchés, utilisée depuis des siècles pour l'alimentation des animaux, et sert de plus en plus à l'alimentation humaine, sous différentes formes mais les flocons restent la forme la plus connue (*Chabane Sari & Atmani, 2023*).

L'avoine est une espèce de céréale cultivée connue sous le nom scientifique *Avena sativa*. L'également appelée « avoine commune », « avoine byzantine », classée parmi les graminées. Cette céréale, est une plante prometteuse pour l'avenir. Elle est comestible et bénéfique grâce à ses utilisations nutritionnelles, médicinales et pharmaceutiques et par conséquent, reconnue pour être utile à un monde plus sain (*Chabane Sari & Atmani, 2023*).

L'avoine présente une variation de composition en fonction des différences génotypique et des conditions environnementales dans lesquelles elle est cultivée. En conséquence, il est possible d'améliorer cette compositions en utilisant des pratiques agronomiques appropriées ainsi que des approches génétique adaptées (*Halima et al, 2015*).

5.2. Composition biochimique de l'avoine

L'avoine est une des céréales les plus riches en nutriments qui soient. Elle apporte des glucides complexes et près de 12 % de protéines végétales. En outre, il contient beaucoup de vitamines et de minéraux, tels que le magnésium, le potassium, le calcium, le zinc et le phosphore. Sa teneur en fer équivalente à 43 mg/100g ; est comparable à celle de certains types céréales comme le Riz, blé, et le Maïs. Avec sa fibre alimentaire nommée bêta glucane, il contribue même à réduire le taux de cholestérol (*Chabane Sari & Atmani, 2023*).

L'avoine est une source de nombreux composés qui présentent une activité antioxydant. La vitamine E, l'acide phytique, les composés phénoliques sont les antioxydants les plus abondants dans l'avoine. Ces derniers sont concentrés dans les couches externes du grain. Plusieurs tests *in vitro* ont été utilisés pour évaluer l'activité antioxydant des extraits d'avoine.

Synthèse bibliographique

Quelques exemples montrent qu'un régime alimentaire contenant de l'avoine a augmenté la capacité antioxydant du sérum ou de la viande chez les animaux. Ils contribuent à maintenir la stabilité des produits transformés à base d'avoine, et l'avoine peut stabiliser les huiles et les graisses contre le rancissement (*Peterson, 2015*).

- **Les sucres solubles :** la concentration totale en sucre libre de l'avoine est faible par rapport à l'orge, et au blé, mais elle est similaire à celle du maïs et supérieure à celle du riz (*Peterson, 2015*).
- **Fibres :** les fibres alimentaires sont définies comme des polysaccharides végétaux et de la lignine qui résistent à l'hydrolyse par les enzymes digestives humaines. La plupart des données indiquent que l'amidon est le seul polysaccharide végétal digestible par l'homme. Un point de vue analytique, les fibres alimentaires comprennent donc tous les polysaccharides non amylacés (nsp) plus la lignine. Les hydrates de carbone qui sont composants des fibres alimentaires comprennent la cellulose, les hémicelluloses, les gommes, les pectines et les mucilages. La cellulose, l'hémicellulose et la lignine sont insolubles dans l'eau, tandis que les autres composants des fibres sont plus hydrophiles et sont classés solubles. Cette distinction a des implications importantes pour la fonction physiologique (*Peterson, 2015*).
- **Les protéines :** Contrairement à la plupart des autres céréales, les principales protéines de stockage de l'avoine sont les globulines. La répartition inhabituelle des protéines dans l'avoine a des implications importantes pour sa valeur nutritionnelle. Les globulines sont des protéines multimériques avec un coefficient de sédimentation ($s_{20, w}$) de 12,1 et un poids moléculaire d'environ 322 000 (*Peterson, 2015*).
- **Les minéraux :** la pratique de l'enrichissement en vitamines et en minéraux des produits à base de céréales par les fabricants de produits alimentaires a élargi la base de l'apport en vitamines et en minéraux sélectionnés. Les minéraux par les fabricants de denrées alimentaires a élargi la base d'apport de certaines vitamines et minéraux. Une portion typique de produit d'avoine non enrichi fournit une proportion importante de plusieurs minéraux essentiels. L'avoine est une bonne source de : Mg et Fer ainsi que de Ca, Zn et Cu (*Peterson, 2015*).
- **Les vitamines :** la teneur en vitamines de l'avoine a été déterminée dans plusieurs laboratoires. L'avoine contient des quantités faibles mais significatives de plusieurs

Synthèse bibliographique

vitamines essentielles, en particulier la thiamine, l'acide folique la biotine et l'acide pantothénique. L'avoine contient peu ou pas de vitamines A, C et D. Ces chercheurs ont constaté que la concentration en vitamines variait considérablement d'un échantillon à l'autre en raison de la diversité des cultivars et des modes de culture (Peterson, 2015).

Tableau 13: Composition nutritionnelle d'avoine

Composants	Avoine(100g)
Energies (kcal)	401
Carbohydate(g)	72.8
Protéines (g)	12.4
Matiere grasse (g)	8.7
Fibre alimentaire (g)	6.8
P (mg)	380
K (mg)	370
Mg (mg)	110
Ca (mg)	55
Se(mg)	8.6
Fe (mg)	4.1
Zn (mg)	3.3
Vitamine b3 (mg)	3.8
Vitamine (mg)	1.7

(Chabane Sari & Atmani, 2023)

5.3. Les bienfaits de l'avoine

De nombreuses données cliniques suggèrent que la consommation de 3 g ou plus par jour de β -glucane provenant de l'avoine ou de l'orge, dans le cadre d'un régime pauvre en graisses saturées et en cholestérol, peut réduire le risque de maladie coronarienne. L'analyse de ces céréales et d'autres grains indique que l'avoine est une bonne source de fibres alimentaires solubles sous forme de β -glucane, un composant clé responsable des bienfaits de l'avoine pour la santé (Clemens et Klinken ,2014).

Synthèse bibliographique

Les propriétés physico-chimiques uniques de l'avoine, par rapport à d'autres céréales, et les réponses physiologiques à la consommation d'avoine contribuent à leur spectre de bienfaits démontrés pour la santé et peut-être à d'autres attributs de santé encore en cours d'évaluation. Bon nombre de ces avantages, tels que ceux associés à une réduction du risque de maladies cardiovasculaires, sont codifiés dans des allégations de santé par plusieurs agences réglementaires, telles que la Food and Drug administration aux Etats-Unis et l'autorité européenne de sécurité des aliments en Europe (*Clemens et Klinken, 2014*).

Il peut être efficace pour :

- Réduire la glycémie chez les personnes atteintes de diabète lorsque le son d'avoine est utilisé dans le régime alimentaire. La consommation d'avoine et de son d'avoine pendant 6 semaines diminue considérablement la glycémie avant les repas, la glycémie à 24 heures et le taux d'insuline chez les personnes atteintes de diabète de type 2. Il a été prouvé que la consommation quotidienne de 50 grammes de son d'avoine, contenant 25 grammes de fibres solubles, pourrait être plus efficace que le régime modéré en fibres de 24 grammes recommandé par l'American Diabètes Association.
- Cancer de l'estomac : Les personnes qui consomment des aliments riches en fibres, comme l'avoine et le son d'avoine, semblent avoir un risque moins élevé de cancer de l'estomac.
- Cancer du côlon : Les personnes qui mangent du son d'avoine ou de l'avoine ne semblent pas avoir un risque plus faible de cancer du côlon. En outre, la consommation de fibres de son d'avoine n'est pas associée à un risque moins élevé de récurrence tumorale du côlon.
- Hypertension artérielle : Manger de l'avoine sous forme de farine d'avoine ou de céréale d'avoine ne réduit pas la tension artérielle chez les hommes souffrant d'hypertension légèrement.
- Peau sèche : L'application d'une lotion contenant de l'avoine (lotion hydratante pour la peau 24H) semble réduire les symptômes de la peau sèche.
- Prévenir le syndrome de redistribution des graisses chez les personnes atteintes du sida (VIH). Une alimentation riche en fibres, comprenant de l'avoine, avec une énergie et des protéines suffisantes, pourrait prévenir l'accumulation de graisse

Synthèse bibliographique

chez les personnes vivant avec le VIH. Une augmentation d'un gramme du total des fibres alimentaires peut réduire de 7% le risque d'accumulation de graisse.

- Colite ulcéreuse : Les premières recherches ont montré que la prise orale d'un produit spécifique à base d'avoine peut réduire les symptômes et prévenir la récurrence de la colite ulcéreuse.
- Démangeaisons de la peau chez les personnes atteintes de maladie rénale. Les premières recherches montrent que l'application d'une lotion contenant de l'avoine réduit les démangeaisons de la peau chez les personnes atteintes de cette affection.
- Faiblesse de la vessie
- Empêcher l'absorption des graisses par l'intestin.
- Constipation.
- Goutte.
- Maladie inflammatoire de l'intestin
- Conditions rénales.
- Troubles nerveux.
- Maladies de la peau.
- Stress (**L'avoine - Médicament - 2024**).

5.4. Boisson d'avoine

La boisson d'avoine est une sorte de boisson végétal, produit à partir de grains d'avoine et d'eau. La boisson d'avoine a naturellement une texture crémeuse et une saveur caractéristique d'avoine. Il est souvent vendu dans le commerce sous diverses variétés d'arômes, par exemple sucré, vanille ou chocolat. Contrairement à d'autres boissons végétales, dont les origines remontent au XIII^e siècle, la boisson d'avoine est une création moderne mise au point par le scientifique suédois Rickard Öste au début des années 1990 (**Lait d'avoine 2022**).

Cet aliment possède un indice glycémique assez faible le rendant intéressant pour les diabétiques. Il ne contient pas de lactose ni de cholestérol. Il peut remplacer le lait écrémé pour les intolérants au lait de vache En revanche, il contient du gluten (**Lait d'avoine 2022**).

Tableau 14: Composition biochimique de boisson d'avoine

Noms	La teneur moyenne
Protéines N*6.25 (g/100)	14.2

Synthèse bibliographique

Glucides (g/100)	57.9
Lipides (g/100)	6.51
Sucres (g/100)	0.97
Lactose (g/100)	0
Eau (g/100)	10.1

(Ciqual ,2024).

5.5. Procédé de fabrication de la boisson d'avoine

Il suffit de faire tremper une nuit les flocons d'avoines dans de l'eau. Le lendemain, égoutter, rincer puis placer les flocons d'avoines dans un blinder et ajouter 1 litre d'eau, mixer la préparation. Le produit fini est généralement filtré à travers un filtre fin pour éliminer les particules les plus grosses une fois le mélange bien homogène, verser dans une bouteille en verre ensuite conserver au frigo à 5°C (MEDADOM 2023) et (Chabane Sari & Atmani, 2023).

6. La noix de coco

6.1. Définition de noix de coco

La noix de coco, *cocos nucifera* est un arbre cultivé pour ses multiples utilités, principalement pour ses valeurs nutritionnelles et médicinales (DebMandal et Mandal, 2011).

Les différents produits à base de noix de coco comprennent l'eau de coco tendre, le coprah, l'huile de coco, les noyaux crus, le gâteau à la noix de coco, le grog à la noix de coco, les coques de noix de coco et les produits à base de bois, les feuilles de noix de coco, la moelle de coco, etc. Toutes ses parties sont utilisées d'une manière ou d'une autre dans la vie quotidienne des habitants des zones traditionnelles de culture de la noix de coco (Debmandal et mandal, 2011).

La noix de coco est la source unique de divers produits naturels pour le développement de médicaments contre diverses maladies mais aussi pour le développement de produits industriels. Les parties de son fruit comme le noyau de noix de coco et l'eau tendre de coco possèdent de nombreuses propriétés médicinales telles que antibactériennes, antifongiques, antivirales, antiparasitaires, antidermatophytiques, anti oxydantes, hypoglycémiques, hépato protectrices, immunostimulantes. L'eau de coco et le noyau de noix de coco contiennent des micros minéraux et des nutriments essentiels à la santé humaine. C'est pourquoi la noix de coco est utilisée comme aliment par les peuples du monde entier, principalement dans les pays

tropicaux. Le cocotier est donc salué sous le nom de « *kalpavriksha* » (l'arbre qui donne tout) dans les classiques indiens, et c'est pourquoi la revue actuelle décrit les faits et les phénomènes liés à son utilisation dans la santé et la prévention des maladies (*debmandal et mandal, 2011*).

6.2. Botanique de noix de coco

Le cocotier, ou *cocos nucifera*, appartient à la famille des aracées ou palmacées. Comme tous les membres de la famille des palmiers, le cocotier porte des palmes (feuilles pennées). Le nom d'espèce du cocotier, *nucifera*, provient du latin *nux* (noix) et *fero* (je porte) : porteur de noix. Malgré leur apparence, les cocotiers ne sont pas des arbres au sens botanique du terme, mais plutôt des herbes géantes pouvant mesurer jusqu'à 30 mètres de hauteur. On ne parle pas de tronc mais plutôt de stipe, qui résulte de la cicatrisation des palmes tombées les années précédentes. Celui-ci est constitué d'un unique bourgeon terminal qui émet en continu des palmes mesurant jusqu'à 7 mètres. Elles sont disposées en spirale pour former la couronne du palmier (*Pierre Gerbaud, 2011*).

On peut déterminer le nombre de régimes de noix en dénombrant les feuilles, car à l'aisselle de chaque palme se trouve une inflorescence. Celle-ci est composée d'une quarantaine de tiges (épillet), chacune portant des fleurs mâles et des fleurs femelles. Le mode de reproduction varie en fonction des espèces. Le cocotier est une plante qui fructifie toute l'année. Les fruits mettent entre 11 et 12 mois pour arriver à maturité. Entre 50 et 150 noix sont produites par plant et par an (*Pierre Gerbaud, 2011*).

Les cocotiers sont des herbacées qui fructifient pendant plus de cent ans, mais les rendements maximaux sont généralement atteints au bout de 10 à 20 ans. Le fruit est une drupe globuleuse, de forme ovoïde ou ellipsoïde, qui pèse en moyenne 1.5 kg. Il renferme une graine unique, la noix de coco, qui représente environ 60 % du poids total du fruit. Lorsqu'on achète une noix dans le commerce, on peut voir sur sa coque des fibres qui ne sont autres que les restes d'une enveloppe épaisse (la bourre) que l'on a pris soin de retirer (le débouillage). Une seconde enveloppe très mince recouvre la bourre. Cette peau lisse est de couleur verte, orange, jaune ou ivoire lorsque le fruit est à maturité. La noix jeune contient beaucoup d'eau de coco ainsi qu'une fine pellicule blanche gélatineuse collée à la paroi interne de la coque. En mûrissant, cette pellicule gélatineuse s'épaissit et se solidifie, donnant une pulpe d'un blanc éclatant, l'amande. Différentes techniques d'extraction permettent d'obtenir, à partir de cette pulpe, divers sous-produits huileux : coprah, lait, crème, huile (*Pierre Gerbaud, 2011*).

6.3. Les compositions biochimiques de 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.
- **Les lipides** : La graisse de coco est composée de près de 90% d'acides gras saturés. Parmi ceux-ci, l'acide l'aurique 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 acide linoléique) 2 à 4 %. A noter absence de cholestérol dans la noix de coco. Ce sont les lipides extraits de la noix de coco séchée qui donnent huile - ou graisse - de coco (Souvent appelée huile de copra) (*anonyme,2023*).
- **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 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 (*anonymes,2023*).
- **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 100 g, la noix de coco fait partie des végétaux qui en fournissent des quantités appréciables 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 d'iode et du sélénium à état de traces oxydation (*anonymes,2023*).

- **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) est présente à état de traces : la chair de la noix de coco, parfaitement blanche, ne contient bien sûr pratiquement aucun pigment coloré de la famille de la caroténoïde oxydation (*anonymes,2023*).

6.4. Différentes utilisations des composantes de la noix de coco

Le cocotier compte parmi les plus anciennes plantes utiles, et on l'exploite de multiples façons :

- **La pulpe séchée** : se composant à 60-70% de lipides, est appelée Coprah. Celui-ci sert à la fabrication de l'huile de coco utilisée dans la confection de margarine, et du savon.
- **Le bois** : est utilisé pour la construction, il présente un grain très fin et présente un aspect marbré très décoratif.
- **La sève** : est consommée fraîche ou sous forme de sirop fermentée, elle peut se conserver et devenir une sorte d'alcool, appelé en anglais Toddy. La sève concentrée et séchée est utilisée pour produire un sucre appelé jaggery en Inde.
- **Le Coir, ou bourre de coco**, fibres entourant la coque de la noix de coco, est utilisé pour faire des brosses, des paillassons, des matelas et des cordes.
- **Les noix de coco immatures** contiennent un liquide sucré, l'eau de coco, qui est une boisson rafraîchissante.
- **La pulpe** de la noix de coco fraîche est comestible. Elle peut également être râpée puis pressée pour en extraire le lait de coco.
- **Le bourgeon** terminal ou « chou » du cocotier est comestible.
- **La palme de cocotier** est tressée et plongée dans l'eau de mer salée pour se conserver, puis séchée au soleil. Elle servait comme matériaux de construction, pour les murs et les toits d'habitations. Divers objets peuvent être également tressés : chapeaux, sacs, ou servir de décoration de fête.

- **La tige** centrale de la feuille est séparée et séchée, appelée *Niau* par les polynésiens, elle sert notamment à la confection de balais ou de décorations comme les costumes de danse (*Pichon, 2023*).

6.5. Définition du lait de coco

Le lait de coco est un lait à base de végétaux, c'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. 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 (*anonyme, 2023*).

6.6. Composition nutritionnelle du lait de coco

Boire de l'eau (lait) de coco régulièrement permet de mieux s'hydrater, car sa composition nutritionnelle est très proche de celle de notre plasma sanguin. En d'autres termes, notre organisme l'assimile quasi immédiatement et elle fait profiter de ses nutriments à nos muscles, et à nos organes de façon quasi instantanée. D'autre part, il s'agit d'une boisson naturelle, et donc dépourvue des effets secondaires que l'on retrouve souvent après avoir bu certaines boissons énergisantes (nausées, maux d'estomac, maux de tête...) (*Pichon, 2023*).

Pour toutes ces raisons, et parce qu'elle contribue à restaurer l'énergie musculaire après un effort, l'eau de coco est aussi considérée comme une excellente boisson de récupération. On peut donc la consommer avant, pendant et après un entraînement sportif (*Pichon, 2023*).

Les boissons à base de noix de coco présentent des quantités plus élevées de fer, de calcium, de potassium, de magnésium et de zinc, ainsi que de la vitamine C et E. Dans ce cas, la vitamine C peut renforcer la biodisponibilité du fer et le calcium peut gêner son absorption par effet de concurrence. Cela peut aussi concerner les boissons à base de riz, qui contiennent du calcium, du magnésium, du fer, de la vitamine A et de la vitamine E (*Kopf-Bolanz, 2022*).

Synthèse bibliographique

Tableau 15: Compositions biochimiques du lait de coco

Les noms	La teneur moyenne
Protéines N*6.25 (g/100g)	1.77
Glucides (g/100g)	3.4
Lipides (g/100g)	18.4
Sucres (g/100g)	2.1
Ag satures (g/100g)	16.5

(*Ciquel, 2024*).

6.7. L'effet de noix de coco pour la sante

L'allergie aux protéines du lait de vache est l'une des allergies alimentaires les plus fréquentes en pédiatrie. Elle est responsable d'allergie chez les enfants. Le lait de noix de coco fournit à l'organisme de nombreux avantages, dont la plupart aux actions enzymatiques et au fonctionnement du système immunitaire et joue un rôle bénéfique surtout énergétique sur la santé. Le lait de noix de coco est extensivement utilisé dans la nutrition humaine et joue un rôle bénéfique surtout énergétique sur la santé (*Benaissa et al, 2018*).

6.8. Les bienfaits du lait de coco

Dans le langage commun, les termes « eau de coco » et « lait de coco » sont confondus à tort, or la distinction entre ces 2 constituants est indispensable car leur mode d'obtention et leur composition diffèrent. L'eau de coco étant l'albumen liquide de la drupe du cocotier constitué comme vu ultérieurement d'environ 94% d'eau. Le lait de coco quant à lui est obtenu par pression de l'albumen solide, chair comestible, et contient 50% d'eau mais aussi des lipides et des protéines (*Pichon, 2023*).

Lait de noix de coco va permettre au corps de récupérer après l'effort, dans un premier temps au niveau musculaire.

D'autre part, il faut savoir que le potassium se trouve dans la liste des minéraux qui jouent un rôle de grande importance dans le fonctionnement de l'organisme. Il contribue au processus de conversion du glucose en glycogène et sans ce dernier, le corps est affaibli après un effort (*Pichon, 2023*).

Cette boisson permet donc une meilleure récupération musculaire après une compétition, un entraînement ou toute autre activité demandant un effort physique. Elle est idéale après un

effort physique et de ce fait, elle est très recherchée du côté des sportifs. Outre ses propriétés anti oxydantes, elle facilite la recharge en glycogène, réserve d'énergie (*Pichon ,2023*).

7. L'intolérance au lactose

7.1. Définition du lactose

Le lactose : est un diholoside présent en quantité importante dans le lait des mammifères. Au niveau du tube digestif humain il est dégradé par la lactase intestinale (β galactosidase) en glucose et galactose (*Koiche ,2024*).

La quantité du lactose que chacun d'entre nous peut ingérer est variable d'une personne à l'autre (*Marteau et Olivier ,2017*).

L'intolérance au lactose se définit comme l'inconfort (digestif) lié à une consommation de lactose dépassant la capacité propre de digestion et de tolérance d'une personne. Si certaines personnes y sont effectivement intolérantes, d'autres se pensent à tort intolérantes au lactose et s'imposent un régime inutile n'apportant pas assez de calcium, ce qui est, parmi d'autres, un facteur de risque d'ostéoporose. Le but de l'épidémiologie et d'en décrire la prise en charge diagnostique et diététique (qui permet le plus souvent de maintenir des apports de produits laitiers) (*Marteau et Olivier, 2017*).

7.2. Symptômes et mécanismes

L'apparition de symptômes désagréables après ingestion de lactose définit l'intolérance au lactose et il a été montré dans des études en aveugle que cette dernière ne se manifeste que quand la capacité de digestion d'une certaine dose de lactose est dépassée (ce qui définit la maldigestion – malabsorption). La conséquence clinique de la malabsorption au lactose est l'intolérance au lactose. Les symptômes, générés par l'arrivée dans le côlon du lactose non hydrolysé, sont nombreux : douleurs abdominales, diarrhée, nausée, mais aussi céphalée et constipation (*Dainese-Plichon et al. ,2014*).

7.3. Le traitement

En cas d'intolérance au lactose, le traitement repose sur la diminution des apports en lactose dans l'alimentation afin de minimiser l'incidence et l'intensité des symptômes. Cette stratégie doit être pondérée en raison des conséquences nutritionnelles potentielles liées à la réduction des apports en calcium, phosphore et en vitamines (b2, d). Cette approche thérapeutique doit être réservée uniquement aux sujets mal absorbants symptomatiques (c'est-à-dire intolérants).

La malabsorption du lactose est la conséquence de l'hypolactasie dont l'expression clinique est l'intolérance au lactose. Il est fréquent que les patients présentant surtout des symptômes digestifs imputent la responsabilité de leurs symptômes au lait et aux produits laitiers et, par conséquent, les éliminent de façon inappropriée de leur alimentation (**Dainese-Plichon et al 2014**).

8. 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. 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 (mémoire lait végétal 2023).
 - **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 (mémoire lait végétal 2023).

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.

Synthèse bibliographie

- 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 (mémoire lait végétal 2023).

8.1. 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 (mémoire lait végétal 2023).

8.2. Le panel sensoriel

Le panel sensoriel est un ensemble de personnes qui ont la capacité de tester et de juger des produits en respectant les règles établies. Le tableau est constitué de :

- Les sujets "naïfs" ne sont ni au courant du produit ni de l'analyse sensorielle.
- Sujets abordés : connaissance du produit et étude sensorielle.
- Sujets compétents : connaissance du produit, expérience sensorielle / formation, suivi, approuvé.
- Sujets spécialisés : personnes compétentes qui possèdent une acuité sensorielle exceptionnelle, qui sont formées à l'utilisation des techniques sensorielles et qui sont capables d'analyser de manière fiable différents produits.

Propos d'ordre général :

- Être en bonne condition physique, signaler une maladie.
- Éviter les parfums du corps et de la peau

Synthèse bibliographie

Au moins une heure avant les épreuves, il est recommandé de ne pas fumer, consommer ou utiliser des produits forts.

- Être précis dans toutes les situations.
- Maintenir le silence - Prendre le temps de lire attentivement les questionnaires
- Se rincer la bouche chaque fois que possible.

Selon AFNOR (2007), SSHA et Depledt (2009) et ACTIA (1999).

Effectivement, afin de distinguer ou de décrire les boissons végétales d'un point de vue aromatique, il est envisageable de réaliser des tests descriptifs en analyse sensorielle à l'aide d'un panel constitué. Il existe déjà plusieurs études sensorielles sur les boissons végétales et les produits transformés à partir de végétaux (boisson farines, confiture, compote, jus, etc.). Le tableau 13 présente une liste des descripteurs sensoriels fréquemment employés pour décrire l'odeur, l'arôme, la texture, les saveurs et la sensation en bouche des boissons végétales (**mémoire lait végétal 2023**).

Tableau 16: Descripteurs sensoriels couramment utilisés en analyse sensorielle sur les boissons

Descripteurs	Définition
Couleur	La couleur est définie comme la sensation obtenue par la détection de la lumière qui interagit avec l'objet (<i>Clark et al, 2009</i>).
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 (<i>Clark et al, 2009</i>).
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 (<i>Delacharlerie et al., 2008</i>).
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 (<i>Vaclavik & Christian, 2014</i>).

8.3. Sensorielle de quelques laits végétaux :

8.3.1. Le lait de 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*).

L'arôme joue un rôle essentiel dans la qualité et l'acceptabilité des produits à base de noix de coco. L'étude des composants de l'arôme aiderait à mieux comprendre et contrôler les paramètres de qualité critiques du lait de coco, de la transformation et du stockage tout en tenant compte de la saveur du produit. Certains chercheurs ont étudié les caractéristiques sensorielles du lait de coco, notamment l'aspect (onctuosité), l'odeur (lait de coco dans son ensemble, cuit, noisette), la saveur, et la texture (viscosité et siccité) (*Wang et al, 2020*).

Aucune étude scientifique n'a enregistré ou rapporté sur la définition sensorielle et les techniques d'évaluation des produits à base de lait de coco. Il est essentiel de comprendre les caractéristiques sensorielles du lait de coco est essentielle pour les fabricants et les chercheurs. L'une des techniques les plus efficaces pour caractériser les propriétés sensorielles des produits est l'analyse sensorielle descriptive (AD). L'AD est l'un des outils les plus complets et les plus instructifs de l'analyse sensorielle (*Wattanapahu et al,2012*).

8.3.2. Boisson de soja

Les attributs sensoriels de la couleur et de la saveur perçue sont les caractéristiques les plus importantes de la boisson de soja car ils sont facilement évalués par les consommateurs. Les mauvais goûts de la boisson de soja sont généralement décrits comme suit : « *bique* », « *vert* », « *amer* », « *herbe* », Le groupe d'experts peut être amené à se prononcer sur la question de savoir si la boisson de soja peut être considéré comme un produit de consommation courante ou comme un produit de consommation courante. Le jury peut décrire une texture médiocre comme suit : "granuleuse", "farineuse", "crayeuse". La boisson de soja, lorsqu'il est soumis à un chauffage intense, acquiert une couleur brune et un goût de cuit (*Kaneko et al, 2011*).

La boisson de soja ressemble au lait de vache, mais son odeur verte typique limite son utilisation par les consommateurs. Son odeur verte typique limite son utilisation par les consommateurs. On pense que les composants malodorants de la boisson 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. De nombreuses recherches ont été rapportées depuis plus de 30 ans pour spécifier les composants off-odor générés à partir des lipides, leurs mécanismes de formation, leurs différences de quantité entre les plusieurs cultivars de soja, et leurs changements dans différentes conditions de stérilisation à la chaleur. Pour réduire ces composants de la lipoxygénase dans le caillé de soja et la boisson de soja, les cultivateurs de soja améliorent la boisson de soja. Ils ont élaboré des boisson dépourvus de lipoxygénase qui ont été développés ces dernières années (*Kaneko et al, 2011*).

8.3.3. L'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 & Mitchell, 2019*).

Comme les principaux aspects gustatifs des amandes douces crues se limitent sans doute aux dimensions tactiles du goût lié à la texture de l'amande, la plus grande source de variabilité de la saveur de l'amande peut être liée aux les substances volatiles odorantes 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. En outre, les produits naturels peuvent contenir de quelques centaines de composés odorants, ce qui accroît encore la variabilité des aliments uniquement en termes d'arôme (*Franklin & 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 basse (*Franklin & Mitchell, 2019*).

Matériels et méthodes

Cette étude vise à améliorer la qualité nutritionnelle et sensorielle des laits végétaux, dans le but de créer un mélange à base de ses laits qui offre une meilleure qualité nutritionnelle et sensorielle.

Ce travail est effectué au sein du laboratoire de la faculté des sciences biologiques et sciences agronomiques, université mouloud mammerie tizi ouzou ; et le laboratoire de de la laiterie le semeur.

1. Présentation de l'unité d'étude

L'unité de transformation ayant fait objet de cette étude est la SARL Le « Semeur ». Une laiterie et fromagerie à responsabilité limitée crée en 2012 et mise en activité le 01/06/2014. Cette unité se trouve dans la zone d'activité de TALA ATHMANE. Elle se situe à l'est de Tizi-Ouzou et s'éloigne de cette dernière de 11 km. Elle dispose d'une gamme variée de produits à base de 100% lait de vache, parmi lesquels, figure le fromage à pâte molle type camembert, crème de camembère, beurre et lait caillé.

La minoterie emploie 70 personnes ou plus toutes catégories socioprofessionnelles Elle a une capacité de production d'environ 70000 Litres du lait par jour et 5000 Pièces de fromage à pâte molle par jour. Ce contexte favorable à inciter les promoteurs, en l'occurrence RAMDANE Hamid et Mohamed à investir le secteur de l'agro-alimentaire dont les perspectives sont assez prometteuses. Il y a lieu de noter que ces promoteurs sont déjà dans le créneau de l'agro-alimentaire, ils possèdent déjà une minoterie dénommée « LE SEMEUR », également qui demeure un fleuron de l'industrie dans la région.

L'unité se compose de 2 laboratoires d'analyse :

- **Laboratoire physico-chimique** : où le lait récoltes subi un test rapide de l'acidité utilisant le réactif « Optim Jam ». Si après l'ajoute de 2 à 3 gouttes de réactif la couleur bleu-violette apparait le lait sera donc accepté, et une analyse rapide d'antibiotiques avec un MILKSAFETM3BTC pour les Beta-lactames, Cephalexin et Tétracyclines si le teste et négatif dans il y a pas d'antibiotique , et la densités est déterminée à l'aide d'un thermo lactodensimètre étalonné de manière à donner (par simple lecture du trait correspondant au point d'effleurement) la densité de l'échantillon à analyser dans lequel il flotte. Elle est ramenée à 20°C par la formule suivante : Densité corrigée = densité lue ± 0,2 (température du lait à 20°C).

- **Laboratoire de microbiologie**

2. Préparation des échantillons

Le matériel biologique utilisé est essentiellement constitué de soja, d'amandes, de noix de coco râpée, d'avoine, d'arômes (d'amande, de vanille et de coco) et de dattes, achetés sur le marché local de Tizi Ouzou.

2.1. Les matières premières

Les graines de soja, les amandes douces, la noix de coco râpé et l'avoine 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 quelques analyses physico-chimiques.

2.2. Préparation des boissons

Les boissons ont été fabriquées à partir de jus lait du soja, jus d'amande, lait de noix de coco et jus d'avoine selon les pourcentages suivants :

- Boisson 1 : 60% boisson d'amande, 20% boisson du soja, 20% lait de noix de coco.
- Boisson 2 : 20% boisson d'amande, 40% boisson du soja, 40% lait de noix de coco.
- Boisson 3 : 40% boisson d'amande, 40% boisson du soja, 20% lait de noix de coco.
- Boisson 4 : 20% boisson d'amande, 40% boisson du soja, 40% boisson d'avoine

D'abord, on a commencé par la préparation des 4 boissons de chaque matière première (boisson du soja, boisson d'amande, le lait de noix de coco et le boisson d'avoine).

2.2.1. Fabrication de la boisson de soja

NB : cette étape de l'affinage est spécifique pour la dégustation (analyse sensorielles)

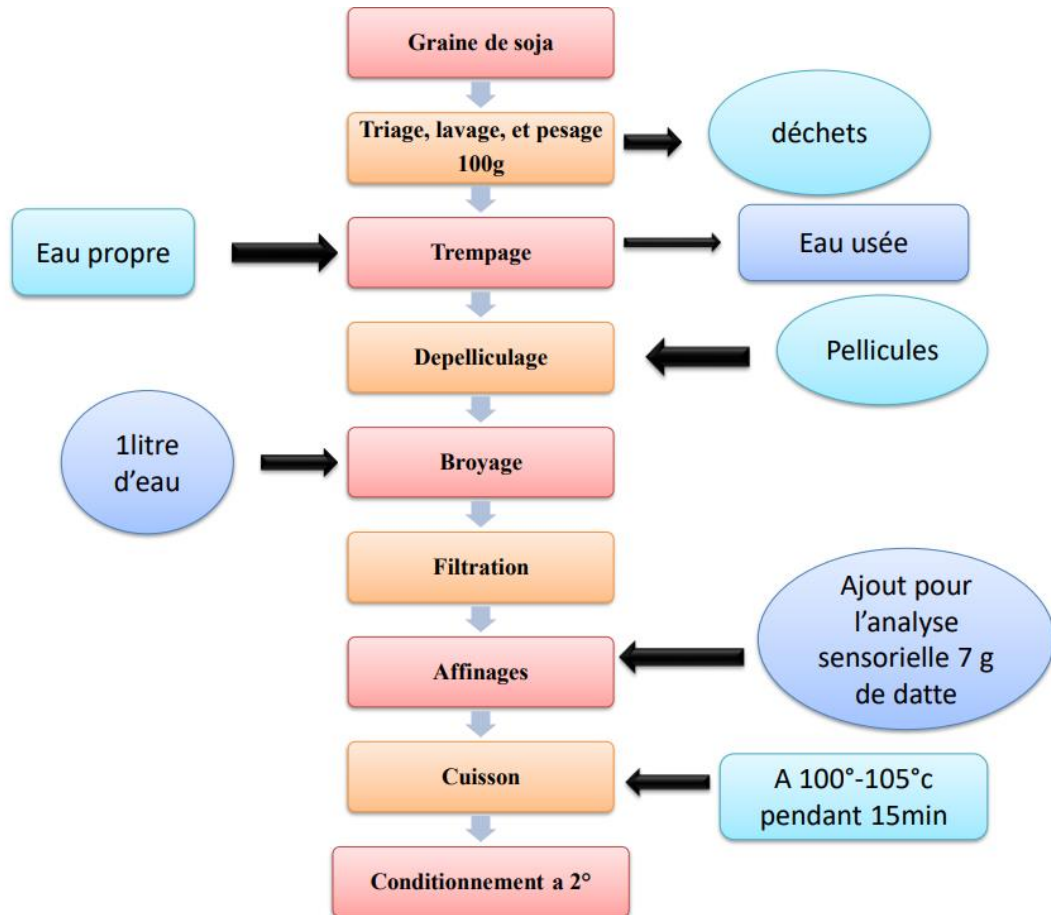


Figure 2: schéma de transformation de la graine de soja en boisson de soja

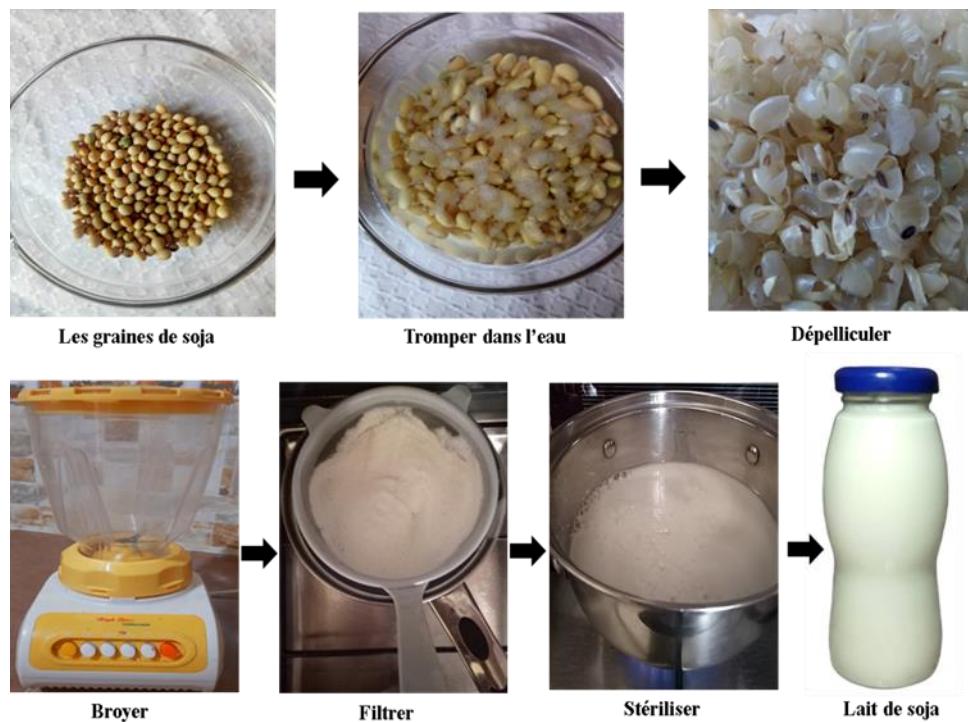


Figure 3: Les étapes de la préparation de boisson de soja

2.2.2. Fabrication de la boisson d'amande

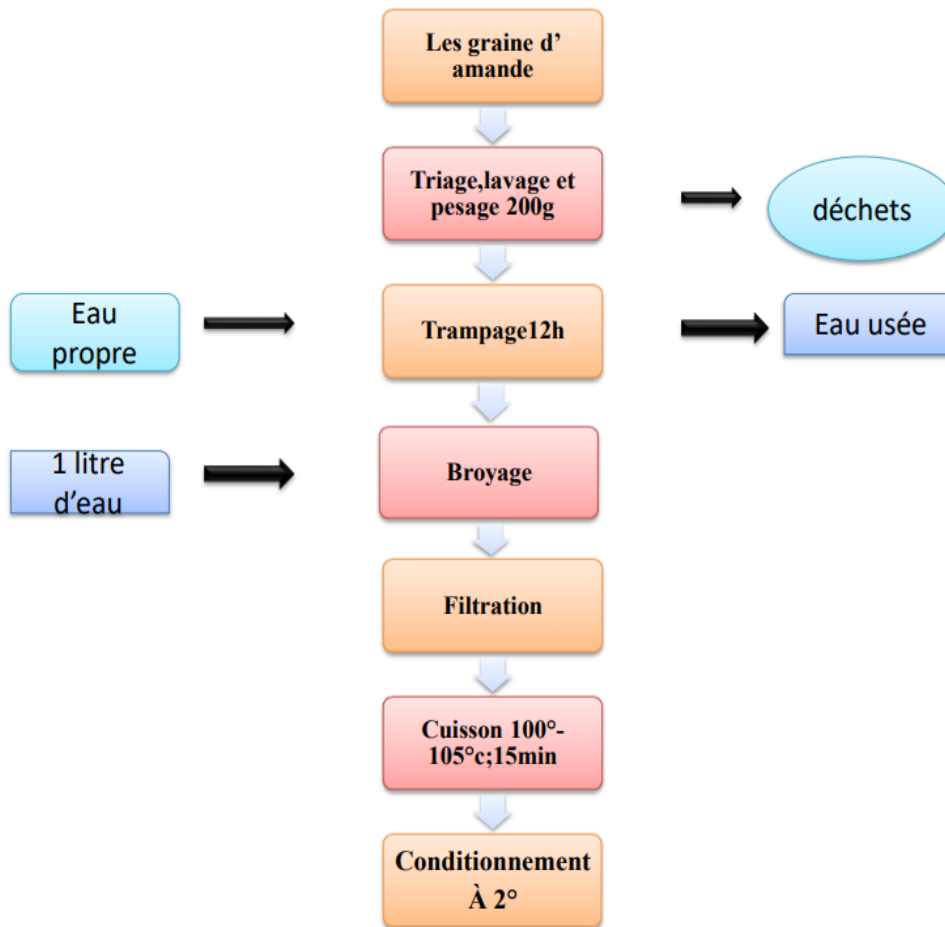


Figure 4: schéma de transformation des graines d'amande en boisson d'amande



Figure 5: Les étapes de la préparation de boisson d'amande

2.2.3. Fabrication du lait de noix coco

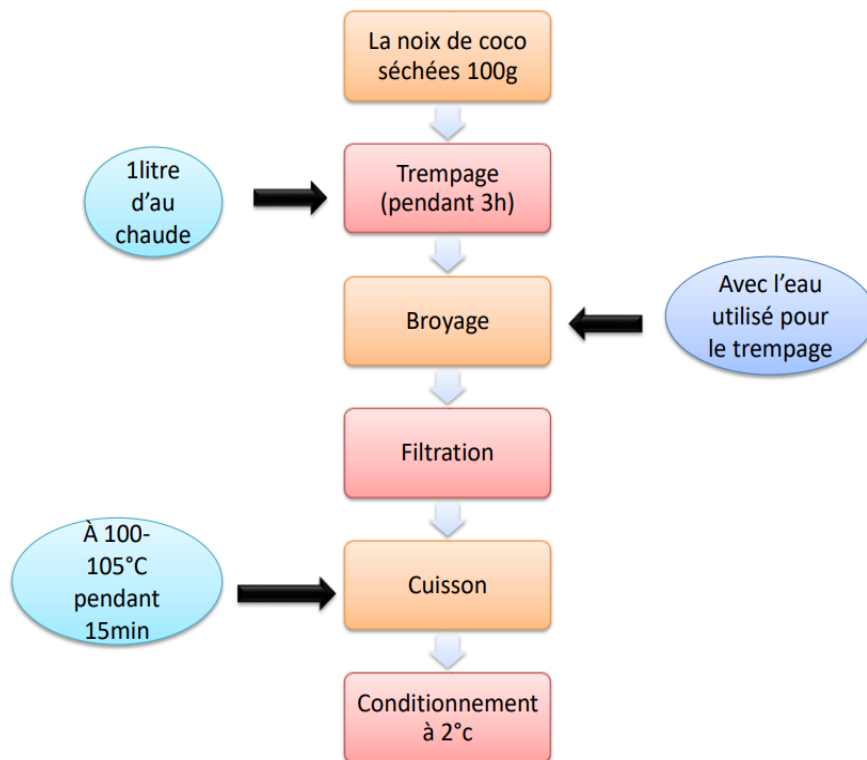


Figure 6: schéma de transformation du la noix de coco séchées en lait de noix de coco



Figure 7: Les étapes de la préparation de lait de la noix de coco

2.2.4. Fabrication de la boisson d'avoine

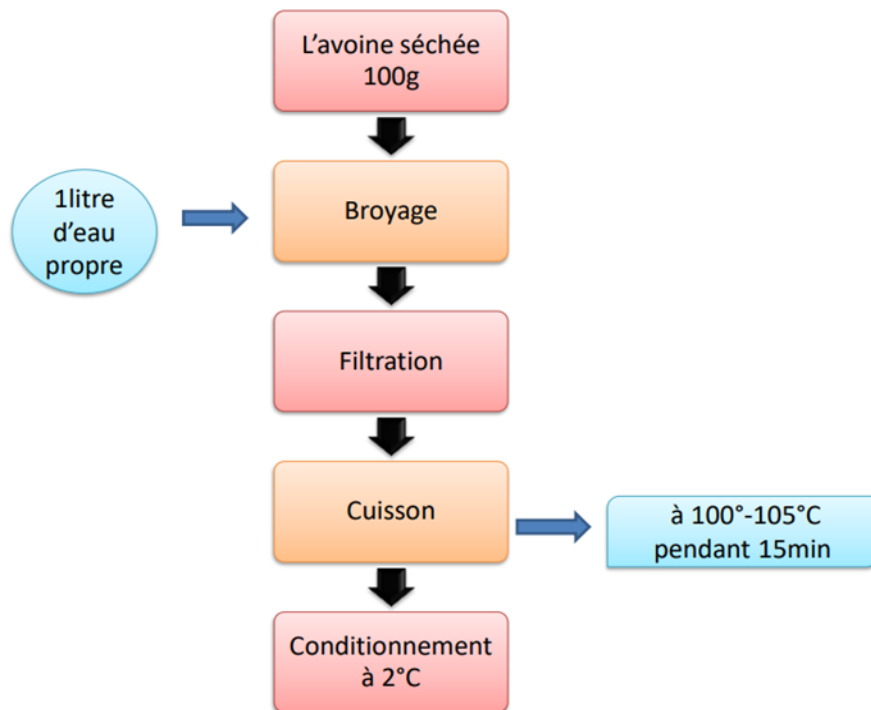


Figure 8: schéma de transformation du l'avoine séchée en boisson d'avoine

Ensuite afin de réaliser l'analyse sensorielle nous avons sélectionnés la boisson 2 (qualité nutritionnel et organoleptique optimal). Nous avons fait ce choix après le traitement de quelques résultats obtenus cette année et l'année passée.

Nous avons prévu 4 déférentes formulations de cette boisson végétale (boisson 2), selon l'arôme utilisé correspondante :

- a. Boisson 2 (contrôle sans ajout) « boisson C »
- b. Boisson 2 aromatisé vanille « boisson V »
- c. Boisson 2 aromatisé noix de coco « boisson CC »
- d. Boisson 2 aromatisé amande «boisson A »

Ces 4 formulations sont spécifiques pour effectuer l'analyse sensorielle

3. Analyses physico-chimiques

Matériels et méthodes (laboratoire de l'usine, analyses effectuées sur le lait de vache)

Détermination de la densité (dans l'usine) pour le lait de vache

• Principe et définition : La densité du lait est une mesure indéterminée qui correspond à la proportion entre la masse d'un volume spécifique de lait à une température de 20 °C et la masse du même volume d'eau. (*POINTURIER, 2003*).

On détermine sa densité en utilisant un thermo lactodensimètre étalonné de manière à fournir (en simplement lisant le trait correspondant au point d'effleurement) la densité de l'échantillon à analyser dans lequel il flotte.

On la réduit à 20°C en utilisant la formule suivante :

Degré de correction = degré de lecture \pm 0,2 (température du lait à 20°C) (*MATHIEU, 1998*).

Lecture :

On peut lire directement la valeur de la densité sur la graduation du thermo lactodensimètre. Il est possible de corriger la densité enregistrée si la température du lait dépasse 20°C en utilisant la formule suivante : $MV = MV_1 + ((20 - X) \cdot 0,0002)$

MV : Masse volumique finale.

MV1 : la masse volumique lue sur lactodensimètre

20°C: la température référence

X : la température lue sur lactodensimètre (C°)

0,0002 : constante

3.1. Détermination de l'acidité de lait de vache

Définition La quantité d'acide lactique dans un litre de lait est appelée acidité titrable.

Principe Analyse de l'acidité à l'aide de NaOH à 0,1 N en utilisant la phénolphthaléine comme indicateur de teinte. Réaction impliquée :

$CH_3-CHOH-COOH$ (Acide lactique) + NaOH (Soude) \rightarrow $CH_3-CHOH-COONa$ (Lactate de soude) + H₂

3.2. Dosage des sucres totaux des boissons végétale

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.

Une quantité de 0,5 g est pesée de chaque échantillon dans un bêcher, 20 ml d'acide sulfurique 0,5 M sont ajoutée puis l'ensemble est placé dans l'étuve à 105°C pendant 3 heures.

Le contenu du bêcher est transféré dans une fiole de 500 ml (ajusté le volume avec de l'eau distillée jusqu'à 500ml), puis la solution est filtrée conservée à 4°C. A partir de ce filtrat, nous avons réalisé des dilutions de 1/3 ; 6 essais ont été préparé :

- Dans des tubes en pyrex (Ø 2cm), on a placé soigneusement 1 ml de chaque essai, puis on a ajouté 1 ml de phénol à 5% et 5ml d'acide sulfurique concentré(H₂SO₄).

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

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

3.3. Détermination de la teneur en lipides des boissons végétales

Elle se fait par la méthode d'extraction réalisée dans un extracteur de type soxhlet à l'aide d'un solvant organique (le n hexane) (Lecoq, 1965).

Cette analyse est réalisée en plaçant l'extracteur sur un ballon contenant le solvant d'extraction (hexane) dans lequel on insère une cartouche d'extraction de cellulose 10g de l'échantillon à extraire.

Nous avons pris la cartouche, pesée étant vide dans laquelle nous avons mis 7g de l'échantillon, ensuite la cartouche avec l'échantillon a été mise dans le ballon d'extraction. Après 6 h, cette dernière contenant l'échantillon a été pesés après l'extraction, puis nous avons déterminé la teneur en lipides avec une méthode de calcul.

Taux de lipide% de matière sèche = (PA – PB/m) 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

3.4. Dosage de l'azote total et les protéines brutes

Principe

Il est réalisé par la méthode de Kjeldahl(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.

Matériels et méthodes

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 modérée.

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 :

L'azote total (%) = N % = (V b - Ve) x N x f x 0.014x 10x 100/m

Matériels et méthodes

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 : $F=100/16=6.25$

Les protéines brutes (%) = PB% = N % x 6.25

3.5. Détermination de la densité

La densité d'une huile est le rapport entre sa masse volumique et la masse volumique d'un liquide de référence (eau distillée).

La densité d'une huile d'olive consiste à peser, à l'aide d'un pycnomètre, un volume connu de l'huile par rapport à la masse de même volume en eau distillée.

- Peser le poids du pycnomètre vide
- Peser le poids du pycnomètre contenant l'eau distillée
- Peser le poids du pycnomètre contenant huile d'olive
- La densité est calculée par la relation suivante :

$$\text{Densité} = \frac{(m1-m0)}{(m2-m0)}$$

m0 : masse du pycnomètre vide

m1 : masse du pycnomètre contenant l'huile d'olive

m2 : masse du pycnomètre contenant l'eau distillée

3.6. Détermination de la viscosité

La viscosité est une grandeur physique qui caractérise la résistance d'un liquide à son écoulement laminaire. La viscosité d'une huile dépend de sa composition chimique et de la température. La viscosité d'huile d'olive est mesurée à l'aide d'un viscosimètre à bille métallique par la mesure du temps pris par la bille pour atteindre le trait inférieur de viscosimètre.

- Introduire la bille métallique dans le tub de viscosimètre
- Remplir le tube de viscosimètre d'huile d'olive
- Renfermer le bouchon et mettre le tube en position horizontal
- Redresser le viscosimètre en position verticale doucement en faisant attention à la bille
- Déclencher le chronomètre dès que la bille atteint le trait supérieur du viscosimètre
- Arrêter le chronomètre dès que la bille atteint le trait inférieur du viscosimètre
- La viscosité est calculée par la relation suivante :

$$\text{Viscosité} = k \cdot (d_1 - d_2) \cdot t$$

Viscosité en centpoise (milli-pascal/seconde)

d1 : densité de la bille métallique (8.02)

d2 : densité de l'huile

t : temps de la chute de la bille

k : constante de la bille (35)

3.7. Analyse sensorielle :

Les tests sensoriels ont été réalisés dans une salle de réunion de la Faculté d'agronomie. 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

Matériels et méthodes

matériel nécessaire à l'analyse tel que des fiches de dégustation, des gobelets en plastique, de l'eau et des échantillons (boisson c, boisson v, boisson a et boisson cc),(voir annexe 6) .

Les caractéristiques sensorielles (couleur, odeur, saveur, arôme, impression, texture et persistance en bouche) des échantillons ont été évaluées par un panel de 8 dégustateurs selon l'échelle d'appréciation graduée suivante :

0= absence, 2= très faible, 4= faible, 6= nette, 8= prononcé, 10= très prononcée.

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 "

Résultats et discussions

Résultats et discussions

Les données obtenues sont interprétées et traitées en fonction des objectifs et des hypothèses du travail et discutées en fonction de la revue littérature sur le sujet.

1. Les résultats physicochimiques

1.1. Dosage des sucres totaux

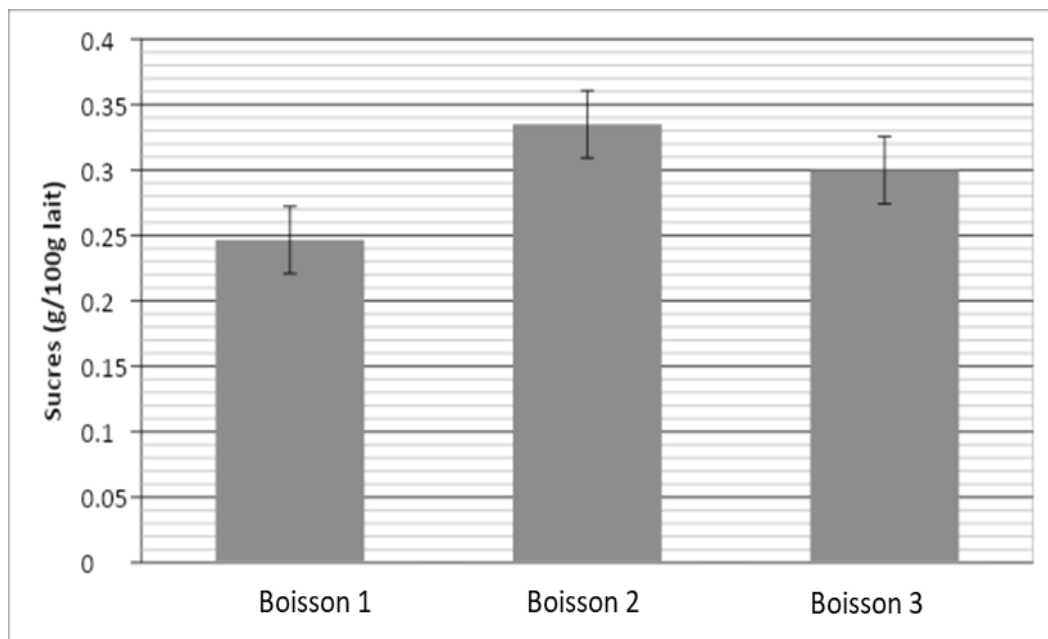


Figure11: Taux de sucres dans les trois boissons végétales

La figure 12 présente le taux de sucres dans les trois boissons végétales (boisson1, boisson 2, boisson 3).

Les teneurs en sucres dans les trois boissons sont (0.25 ± 0.04 , 0.34 ± 0.06 , 0.3 ± 0.05) respectivement. La concentration en sucres de nos boissons dépend de sa concentration dans les matières premières (amande, soja et noix de coco) et de ces pourcentages.

Nous remarquons que la quantité de sucres dans la boisson 2 est la plus élevée par rapport aux autres boissons, ce qui est dû au fait qu'il contient un pourcentage élevé de noix de coco et de soja dans cette boisson 2 (40 % soja, 40% noix de coco) .La boisson ayant une quantité importante de sucre, ce qui est dû au pourcentage de soja Qu'il contient (40 %) Pour la première boisson, la quantité de sucre est la plus basse par rapport aux autres boissons, ce qui est dû aux pourcentages plus faibles de soja et de noix de coco (20 % soja ,20% noix de coco).

Conclusion

La teneur en sucre de nos boissons est proche de celle de boisson de soja, de la boisson d'amande et du lait de coco cités dans la littérature.

1.2. La densité et viscosité

Tableau 17: densité, viscosité, ESS, AT des 4 laits végétaux et du lait de vache

	Boisson 1	Boisson 2	Boisson 3	Boisson 4	Lait de vache
Densité kg/m ³	1006	1006	1006	1007	1025
Viscosité (MPA/S)	12,27	8,10	20,38	4,91	7,34
ESS	3,00	2.5	3,00	3,00	10,00
AT (G AC /100ml lait)	0,10	0,15	0,23	0,17	0,29

L'extrait sec soluble, degré brix (ESS), acidité titrable (AT) et acide citrique pour 100 ml du lait (AC/100ml lait)

Le tableau ci-dessus présente les résultats de différents composants dans les boissons végétales et le lait de vache :

Nous apercevons que les densités des quatre boissons végétaux sont très proches entre elles {1006~1007 kg /m³} mais très faibles par rapport au lait de vache qui est très dense (1025kg /m³). Cela est dû à la composition en matières solides de lait de vache, ce qui contient une plus grande quantité de matières solides, notamment des protéines, des graisses, et du lactose. Ces composants augmentent la densité globale du lait de vache

Ce qui concerne la viscosité nous observons une variation entre les différentes boissons végétales. La boisson 3 a une viscosité plus élevée 20,38 tant dit ce que la boisson 4 a la viscosité la plus basse 4,91. Le lait de vache a une viscosité intermédiaire de 7,34 cette différence peut être attribuée à la présence de composants tels que les protéines, les matières grasses et les hydrates de carbone, qui influent sur la friction interne du liquide.

Le facteur ESS (Extrait Sec Solubles) semble être relativement constant pour les boissons végétales testées, avec des valeurs autour de 3, tandis que le lait de vache a un ESS

Conclusion

plus élevé à 10. Cela est dû à une concentration plus élevée des solides solubles dans le lait de vache. Le lait de vache contient naturellement une proportion plus élevée de solides totaux, incluant des protéines, des graisses, des sucres (principalement du lactose), des minéraux, et des vitamines. Ces composants augmentent la quantité d'extrait sec soluble. Le lactose, le sucre naturel du lait de vache, est présent en quantités considérables et est entièrement soluble dans l'eau, augmentant ainsi l'extrait sec soluble

Enfin, en ce qui concerne l'**Acidité Totale (AT)**, nous observons à nouveau des variations entre les boissons végétales, avec des valeurs allant de 0,10 à 0,23. Le lait de vache a une valeur d'AT de 0,29, indiquant une acidité légèrement plus élevée que les boissons végétales testées. Le lait de vache a une acidité plus élevée que la boisson végétale en raison de la présence d'acide lactique produit par la fermentation du lactose, de la composition de ses protéines, et de sa microflore naturelle. En revanche, les boissons végétales ne contiennent pas de lactose, ont une composition protéique différente.

1.3. La teneur en lipide

Tableau 18: Teneur en lipides et protéines des boissons végétales et du lait de vache

	Boisson 1	Boisson 2	Boisson 3	Boisson 4	Lait de vache
Lipides (%)	5,86 ± 0,05	6,13 ± 0,03	4,86 ± 0,04	1,49±0,04	3,26±0,02
Protéines (%)	1,43 ± 0,02	2,11 ± 0,03	2,15 ± 0,02	0,81±0,00	3,03±0,01

Lipides (%) : nous observons que la boisson 2 présente la teneur la plus élevée en lipides (6,13%), suivie de la boisson 1 (5,86%). Le lait de vache a une teneur intermédiaire (3,26%), tandis que la boisson 3 et la boisson 4 ont des teneurs plus basses (4,86% et 1,49%) respectivement. Cela montre une grande variation dans la teneur en lipide entre les différents types de boissons.

Protéines (%) : La boisson 3 et la boisson 2 ont des teneurs les plus élevées en protéines (2,15% et 2,11%) respectivement. Le lait de vache a une teneur similaire (3,03%). La boisson 1 a une teneur légèrement plus basse (1,43%), tandis que la boisson 4 a une teneur la plus basse (0,81%).

2. Résultats d'analyse sensorielle

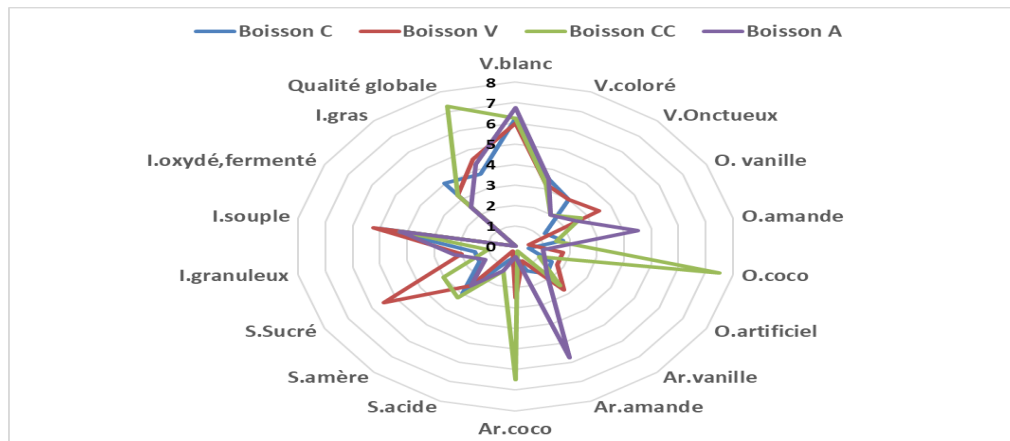


Figure 9: Diagramme en toile des boissons végétales

Le diagramme en toile des 4 boissons végétales obtenues pour la différente caractéristique sensorielle étudiée est présenté dans la figure :

Ce diagramme présente les résultats de dégustation après l'amélioration de nos produits par l'ajout des dattes et des arômes (arôme d'amande, de vanille, et de noix de coco).

Les quatre boissons ont une couleur blanche avec une intensité qui varient entre 6 et 6.8 et la même intensité de la couleur blanche a été rapportée par (TU, (2010)).

Chaque boisson est caractérisée par une odeur et un arôme, qui sont dus aux pourcentages d'arôme ajoutés. La boisson C présent des intensités des odeurs et des arômes (vanille, coco et amandes) très faibles. Les dégustateurs ont confirmé que les intensités des odeurs et aromes (vanille, coco et amandes) sont plus élevés dans les boissons avec les ajouts des arômes :

Boisson V présent les intensités arôme et odeur vanille les plus élevés (3.5 et 2.7 respectivement). La boisson CC avec une intensité la plus élevé d'odeur coco (7.5) et d'arôme coco (6.5).

Les boissons présentent une intensité d'amertume faible cela est dû à l'ajout des dattes (dans la boisson de soja) qui a augmenté la saveur sucré et diminué la saveur amère. Concernant la saveur sucrée la boisson V possède l'intensité la plus élevé (5.5) comparativement avec les autres boissons (varient entre 1 et 3). Cette différence est due à l'ajout d'arôme de vanille qui est un sucre vanillé.

Les différentes boissons végétales présentes des valeurs d'intensités (descripteur visuel onctueux) presque similaire qui varie entre 2 et 3. Ainsi les résultats ont montré que les

Conclusion

échantillons ne sont pas granuleux et possèdent des intensités de descripteur (Impression granuleux) très faibles qui varient entre 1 et 2.

Les intensités des descripteurs indésirables tels que l'arôme artificiel, l'oxydation/fermentation, la texture granuleuse sont absents (0 /10) dans les boissons (c'est pour cette raison nous ne l'avons pas intégré dans le diagramme en toile).

La figure 13 montre que la boisson CC présent une intensité élevé de la qualité globale (7,5), cela peut être expliqué par l'ajout d'arôme de coco, selon la figure nous remarquons que les dégustateurs ont donnés des intensités élevées de l'arôme et odeur coco pour la boisson CC. Et donc selon l'intensité de la qualité globale, boisson 2 avec arôme coco ajouté est le plus apprécié par le panel sensoriel.

Conclusion

Conclusion

L'objectif principal de cette recherche était d'améliorer la qualité nutritionnelle et sensorielle des boissons végétales. Quatre formulations à base de boisson d'amande, de soja, de noix de coco et d'avoine ont été développées, avec la boisson 2 sélectionnée pour des analyses sensorielles plus approfondies et améliorée par l'ajout de dattes et d'arômes naturels.

Les boissons végétales ont des teneurs en sucres variables, avec la boisson 2 ayant la teneur la plus élevée en raison de ses proportions élevées de soja et de noix de coco.

Les densités des boissons végétales sont proches entre elles mais inférieures à celle du lait de vache, attribuées à une moindre teneur en matières solides. La viscosité varie significativement entre les boissons végétales, influencée par la composition en protéines, matières grasses et hydrates de carbone.

Les ESS des boissons végétales sont relativement constants autour de 3, tandis que le lait de vache présente un ESS beaucoup plus élevé de 10, en raison de sa concentration plus élevée en solides solubles.

Le lait de vache montre une acidité plus élevée par rapport aux boissons végétales, principalement due à la présence d'acide lactique et à sa microflore naturelle.

La boisson 2 présente la teneur en lipides la plus élevée, tandis que la boisson 3 et la boisson 2 ont les teneurs les plus élevées en protéines, comparables à celles du lait de vache.

Ces résultats mettent en évidence les différences de composition entre les boissons végétales et le lait de vache, ainsi que l'impact des pourcentages de différents ingrédients sur les propriétés nutritionnelles et sensorielles des boissons végétales. La formulation avec un pourcentage plus élevé de noix de coco et de soja (boisson 2) s'est avérée la plus riche en sucres et en lipides, ce qui peut être favorable pour certaines applications alimentaires.

Les résultats ont montré des différences entre les formulations en termes de teneur en sucres, densité, viscosité, ESS, acidité titrable, lipides et protéines. Les analyses sensorielles ont révélé que l'ajout de dattes et d'arômes naturels améliore considérablement la saveur et l'acceptabilité des boissons végétales, avec la boisson 2 aromatisé à la noix de coco étant le plus apprécié.

Les recommandations pour les recherches futures incluent le développement de fromages et de yaourts végétaux, en utilisant ces formulations pour diversifier les produits disponibles sur le marché. Ainsi que des études sur la stabilité et la conservation des boissons végétales et des

Conclusion

produits dérivés pour optimiser les conditions de stockage. Optimisation sensorielle : Continuer à améliorer les caractéristiques sensorielles en testant d'autres arômes et ingrédients naturels.

En conclusion, cette étude a montré que les formulations de boisson végétaux peuvent être optimisées pour améliorer leur qualité nutritionnelle et sensorielle. La boisson 2, enrichi en dattes et arômes naturels, a particulièrement bien performé dans les analyses sensorielles. Ces résultats offrent des perspectives prometteuses pour le développement de nouveaux produits végétaux répondant aux attentes des consommateurs en matière de santé et de goût.

Références

Références

- **Addou, S., Benaissa, Y., Belmokhtar, A., Saidi, D., & Kheroua, O.** (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. <https://doi.org/10.1016/j.reval.2015.02.035>
- **Alozie, Y., Yetunde, A., & Udofia, E.** (2015). *Nutritional and Sensory Properties of Almond (Prunus amygdalu Var. Dulcis) Seed Milk*. <https://doi.org/10.5829/idosi.wjdfs.2015.10.2.9622>
- **ANONYME, 2022** : (*Lait de soja : Comment le choisir et le consommer ?*) (2022, septembre 30). Marmiton. <https://www.marmiton.org/shopping/lait-de-soja-s4049899.html>
- **AMROUCHE F.** 2020. *Génie Alimentaire—La science des aliments vulgarisée*. Consulté 26 avril 2024, à l'adresse <https://genie-alimentaire.com/>
- **Antunes, I. C., Bexiga, R., Pinto, C., Roseiro, L. C., & Quaresma, M. A. G.** (2022). Cow's milk in human nutrition and the emergence of plant-based milk alternatives. *Foods*, 12(1), 99.
- **Bahna, S. L.** (2002). Cow's milk allergy versus cow milk intolerance. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 89(6), 56-60.
- **Benaissa, Y., Addou, S., Boutaraa, L., Gheziel, C., Saidi, D., & Kheroua, O.** (2018). Le lait de noix de coco réduit la réponse des IgG anti- β -Lactoglobuline chez les souris Balb/c. *Revue Française d'Allergologie*, 58(3), 234. <https://doi.org/10.1016/j.reval.2018.02.029>
- **Chabane Sari, Mohammed el Amine, et Abdelwahab Atmani.** 2023. « Essai de formulation et fabrication d'un Lait de flocons d'avoine avec gout de caroube et de sirop de Datte ». Thesis. University of Tlemcen. <Http://dSPACE1.univ-tlemcen.dz//handle/112/20804> (26 avril 2024).
- **Chevalier, D., Debeuf, C., Joubrel, G., Kocken, M., & Planchenault, N.** (2016). Les aliments au soja : Consommation en France, qualités nutritionnelles et données scientifiques récentes sur la santé. *OCL*, 23(4), D405. <https://doi.org/10.1051/ocl/2016025>
- « **Ciqua** ». <https://ciqua.anses.fr/#/aliments/9311/flocon-d'avoine> (23 mai 2024).
- **Clemens, R., & Klinken, B. J.-W. van.** (2014). The future of oats in the food and health continuum. *British Journal of Nutrition*, 112(S2), S75-S79. <https://doi.org/10.1017/S0007114514002724>
- **Clémentine Desfemmes, 2023.** *Qu'est-ce que l'Amande ? Origine, Bienfaits et Posologie* |
- **Claire, D.** (2023, mars 20). *Lait de soja : Les bienfaits de cette boisson sans lactose*. <https://www.passeportsante.net/>
<https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=lait-soja>

Références

- **Culinaire, par P.** (2011, septembre 30). *Arômes alimentaires : Définition, achat et classification - Passion Culinaire*. <https://www.passionculinaire.fr/dossiers/aromes-alimentaires-definition-achat-et-classification/>
- **Culinaire, par P.** (2011, septembre 30). *Arômes alimentaires : Définition, achat et classification - Passion Culinaire*. <https://www.passionculinaire.fr/dossiers/aromes-alimentaires-definition-achat-et-classification/>
- **Dainese-Plichon, R., Schneider, S., Piche, T., & Hébuterne, X.** (2014). Malabsorption et intolérance au lactose chez l'adulte. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 28(1), 46-51. <https://doi.org/10.1016/j.nupar.2013.12.002>
- **Dayde, J., Grenier, G., Mosca, G., Gaset, A., Berger, M., & Purpan, E.-C. E.** (s. d.). *Etude 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]*.
- **DebMandal, M., & Mandal, S.** (2011). Coconut (*Cocos nucifera* L. : Arecaceae): In health promotion and disease prevention. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 4(3), 241-247. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(11\)60078-3](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(11)60078-3)
- **Debry, G.** (2001). *Lait, nutrition et santé*. Technique et documentation-Lavoisier.
- *Dieti Natura*. Consulté 11 mai 2024, à l'adresse <https://www.dieti-natura.com/plantes-actifs/amande.html>
- **Dupin, H., & Brun, T.** (1982). 2. Evolución de la alimentación en los países en vía de desarrollo. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 8, Article 8. <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/desarrolloRural/article/view/4274>
- **FAO, .org.**(2024). *La production laitière et les produits laitiers : Produits*. Consulté 3 mai 2024, à l'adresse <https://www.fao.org/dairy-production-products/products/fr/>
- **Fang, C., & Kong, F.** (2022). Soybean. *Current Biology*, 32(17), R902-R904. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2022.06.054>
- **Franklin, L. M., & Mitchell, A. E.** (2019). Review of the Sensory and Chemical Characteristics of Almond (*Prunus dulcis*) Flavor. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b06606>
- **GAUMOND, G., & ANCTIL, F.** (2005). *Séparation de la caséine du lait et isolation de un ou plusieurs acides aminés*. 2p.
- **Gerbaud, P.** (2011). La noix de coco (dossier). *Fruitrop (Ed. Française)*. <https://agritrop.cirad.fr/562359/>

Références

- **Gerbeaud.** (2010, mai 8). *Amande*. <https://www.gerbeaud.com/fruit-legume-de-saison/amande.php>
- **Gobbi, L., Ciano, S., Rapa, M., & Ruggieri, R.** (2019). Biogenic Amines Determination in “Plant Milks”. *Beverages*, 5(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/beverages5020040>
- **Gomez-Andre, S.-A., Deschildre, A., Bienvenu, F., & Just, J.** (2012). Un allergène émergent : Le soja. *Revue française d’allergologie*, 52(6), 448-453.
- **Guéguen, Y.** (1979). Dislocations in naturally deformed terrestrial olivine : Classification, interpretation, applications [+ Discussion]. *Bulletin de minéralogie*, 102(2), 178-184.
- **Jeantet, R., Croguennec, T., Mahaut, M., & Schuck, P. (s. d.). Et Brule, G.,**(2008). *Les produits laitiers, 2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier*, 1-3.
- **Juvenal.** (2010.). *2profil Projet Soja PDF | PDF | Tofu | Maïs*. Scribd. Consulté 21 mai 2024, à l’adresse <https://fr.scribd.com/document/486494770/2profil-projet-soja-pdf>
- **Kehinde, B. A., Panghal, A., Garg, M. K., Sharma, P., & Chhikara, N.** (2020). Vegetable milk as probiotic and prebiotic foods. In *Advances in Food and Nutrition Research* (Vol. 94, p. 115-160). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2020.06.003>
- **Kopf, K. A.** (2022). *Comparaison de la biodisponibilité des vitamines et des minéraux du lait et des boissons végétales*. <https://arbor.bfh.ch/16721/>
- **Kundu, P., Dhankhar, J., & Sharma, A.** (2018). Development of Non Dairy Milk Alternative Using Soymilk and Almond Milk. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 6(1), 203-210.
- **ANNONIME** (*Lait de soja : Comment le choisir et le consommer ?*)(2022, septembre 30). Marmiton. <https://www.marmiton.org/shopping/lait-de-soja-s4049899.html>
- **Lapointe-Vignola, C., & Québec, F. de technologie laitière du.** (2002). *Science et technologie du lait : Transformation du lait*. Presses inter Polytechnique.
- **Larpent, J. P.** (1997). Microbiologie alimentaire. *Tec & doc, lavoisier. Paris*, 10-72.
- « **l’avoine - Médicament - 2024** ». 2024. *Cc-inc*. <https://fr.cc-inc.org/814.html> (14 mai 2024)
- **Leahu, A., Ropciuc, S., & Ghinea, C.** (2022). Plant-based milks : Alternatives to the manufacture and characterization of ice cream. *Applied Sciences*, 12(3), 1754.
- **Les arômes artificiels et naturels—Connaître les différences.** (2024). Mosaic Flavors. Consulté 12 juin 2024, à l’adresse <https://www.mosaicflavors.com/fr/news/artificial-and-natural-flavorings-know-the-differences>

Références

- Lof, G., Tops, A., & Netjes, J. (1990). *Soyabean*. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20220025643>
- Maria, M. F., & Victoria, A. T. (2018). *Influence of Processing Treatments on Quality of Vegetable Milk from*.
- Marteau, P., & Olivier, S. (2017). L'intolérance au lactose. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 52, S13-S18. [https://doi.org/10.1016/S0007-9960\(17\)30194-3](https://doi.org/10.1016/S0007-9960(17)30194-3)
- MATHIEU J. (1998). *Initiation à la physicochimie du lait*. Guides Technologiques des IAA. Edition Lavoisier Tec et Doc, Paris, (214 pages).
- Mayssa, B., & Amina, B. (2024). *Optimisation de la qualité nutritionnelle et organoleptique des laits végétaux* [Thesis, University of Tlemcen]. <http://dspace1.univ-tlemcen.dz/handle/112/22163>
- McClements, D. J., Newman, E., & McClements, I. F. (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), 2047-2067. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12505>
- Medic, J., Atkinson, C., & Hurburgh, C. R. (2014). Current Knowledge in Soybean Composition. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91(3), 363-384. <https://doi.org/10.1007/s11746-013-2407-9>
- Mori, A., Lapsley, K., & Mattes, R. D. (2011). Almonds (*Prunus dulcis*): Post-ingestive hormonal response. In *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention* (p. 167-173). Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123756886100192>
- NOUARI Leila, B. I. (2018). *Essai De Fabrication D'un Fromage Type Camembert à L'unité De Wanis*. <http://dspace.univ-km.dz/xmlui/bitstream/handle/123456789/2371/m%C3%A9moire.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Omoni, A. O., & Aluko, R. E. (2005). Soybean Foods and Their Benefits : Potential Mechanisms of Action. *Nutrition Reviews*, 63(8), 272-283. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2005.tb00141.x>
- Peterson, D. M. (2001). Oat Antioxidants. *Journal of Cereal Science*, 33(2), 115-129. <https://doi.org/10.1006/jcrs.2000.0349>
- Peterson, D. M. (2015). Composition and Nutritional Characteristics of Oat Grain and Products. In H. G. Marshall & M. E. Sorrells (Éds.), *Agronomy Monographs* (p. 265-292).

Références

American Society of Agronomy, Crop Science Society of America.
<https://doi.org/10.2134/agronmonogr33.c10>

- **Pichon, R.** (2023). *Exploration des composants actifs de la Noix de Coco (Cocos Nucifera) «Tumu ha'ari» en tant qu'agent thérapeutique potentiel : Évaluation de leurs propriétés pharmaceutiques et de leur impact sur la société humaine.* <https://amu.hal.science/dumas-04324321/>

- **piotrwerbinski.** (2021, septembre 20). *Flocons d'avoine : Bienfaits, propriétés et valeurs nutritives | OneDayMore.* OneDayMoreFR. <https://onedaymore.fr/blog/flocons-davoine-proprietes-et-valeurs-nutritives/>

- **POINTURIER H.** (2003). *La gestion matière dans l'industrie laitière.* Ed. Tec et Doc, Lavoisier, France. (388 pages).

- *Qu'est-ce qu'un lait végétal ?* (2023). Consulté 9 juin 2024, à l'adresse https://info.medadom.com/sante_decomplexee/lait-vegetal

- **Rasolohery, 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]* [PhD Thesis]. <https://oatao.univ-toulouse.fr/7622/>

- **Ray, M. c.** (2016). *Les laits végétaux sont-ils bons pour la santé ?* Consulté 3 mai 2024, à l'adresse <https://www.futura-sciences.com/sante/questions-reponses/nutrition-laits-vegetaux-sont-ils-bons-sante-6889/>

- **Research, M.** (2022). *Le marché du lait végétal vaut 42,86 milliards de dollars en 2029.* Consulté 3 mai 2024, à l'adresse <https://www.yumda.com/fr/news/1176635/le-marche-du-lait-vegetal-vaut-42-86-milliards-de-dollars-en-2029.html>

- **Richard, H.** (2005, octobre 24). *Qu'est-ce qu'un arôme alimentaire ?* Planet-Vie. <https://planet-vie.ens.fr/thematiques/cellules-et-molecules/molecules/qu-est-ce-qu-un-arome-alimentaire>

- **Richard, H.** (2008, juin 19). *La perception des arômes.* Planet-Vie. <https://planet-vie.ens.fr/thematiques/animaux/systeme-nerveux-et-systeme-hormonal/la-perception-des-aromes>

- *Les arômes artificiels et naturels—Connaître les différences.* (2020). Mosaic Flavors. Consulté 12 juin 2024, à l'adresse <https://www.mosaicflavors.com/fr/news/artificial-and-natural-flavorings-know-the-differences>

- **Schuck, P., Mahaut, M., Jeantet, R., & Brulé, G.** (2000). *Les produits industriels laitiers.* Lavoisier TEC et DOC Editions. <https://hal.science/hal-01454469/>

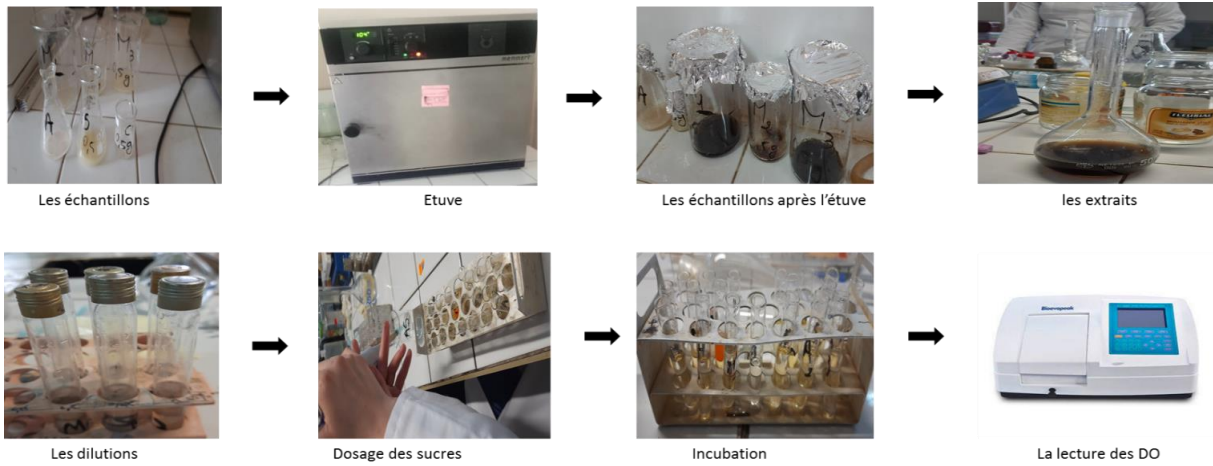
Références

- **SIBOUKEUR, O.** (2007). *Etude du lait camelin collecté localement* [PhD Thesis, INA]. <http://dspace.ensa.dz:8080/jspui/handle/123456789/430>
- **Socias I Company, R., & Gradziel, T. M. (Éds.)**. (2017). *Almonds : Botany, production and uses*. CABI. <https://doi.org/10.1079/9781780643540.0000>
- **ANONYME, 2022(Soja : Composition, bienfaits, valeurs nutritionnelles.)** (2011, décembre 31).<https://www.passeportsante.net/>.
https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=soya_nu
- **, anonyme 2023 (Thiziri, R., & Cylia, A. (2023))**. *Élaboration d'une boisson végétale à base de flocons d'avoine enrichie au safran*.
- **Tu, V. P.** (2010). ' « *Pour moi, le goût du 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*.
- **Yada, S., Lapsley, K., & Huang, G.** (2011). A review of composition studies of cultivated almonds : Macronutrients and micronutrients. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(4-5), 469-480. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2011.01.007>

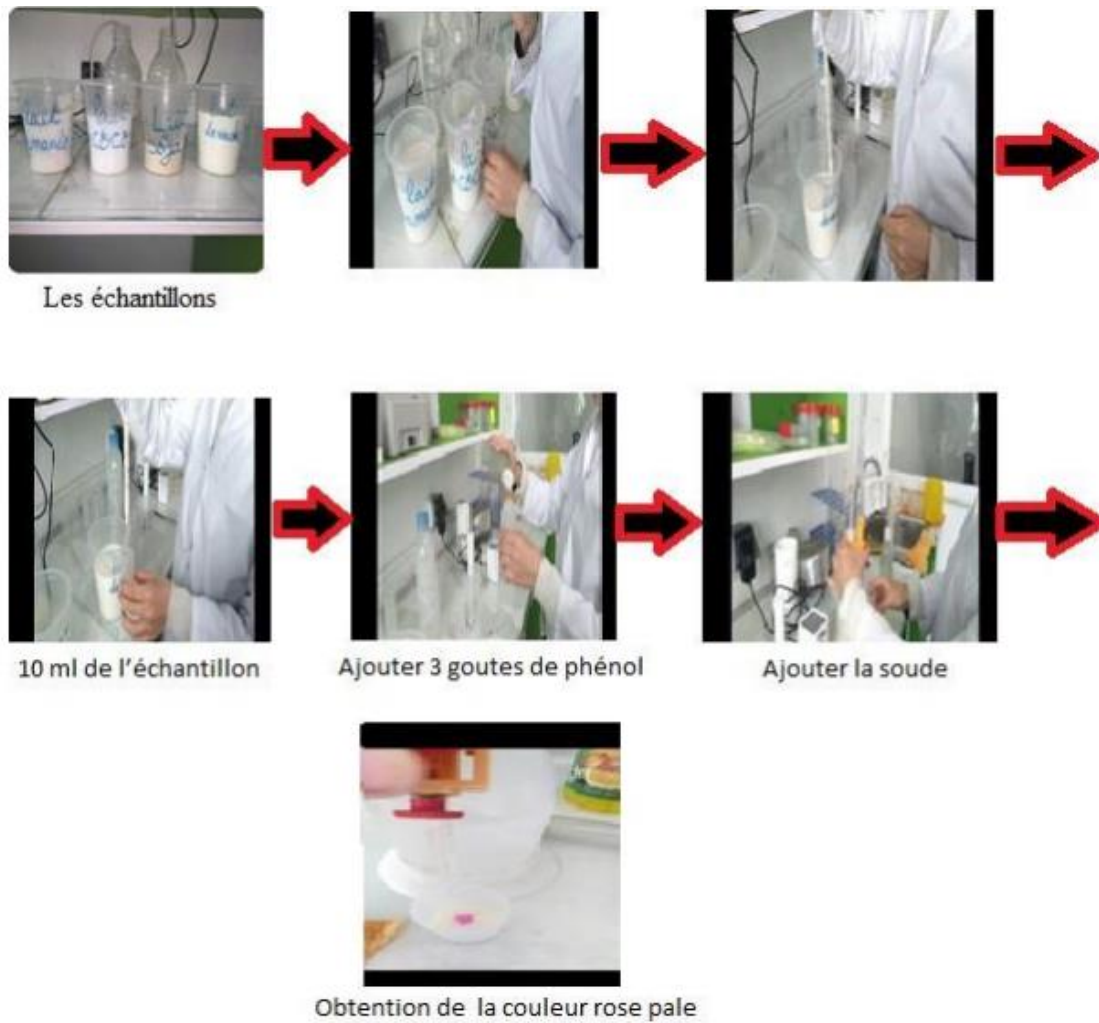
Annexes

Annexes

Annexe 1 : les étapes de dosage des sucres

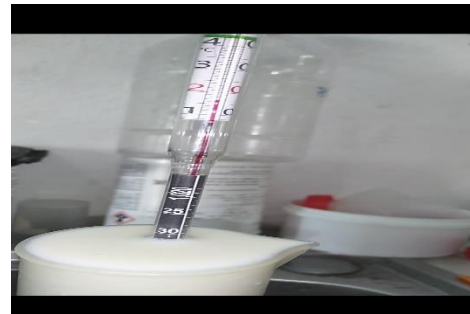


Annexe 2 : les étapes de l'acidité titrable



Annexes

Annexe 3 : les étapes de la densité



Lactodensimètre

lire la densité et le Ph

Annexe 4 : lactoscane



Annexe 5 : instrument de détection d'antibiotique



Annexes

Annexe 6 : Préparation de l'étalon

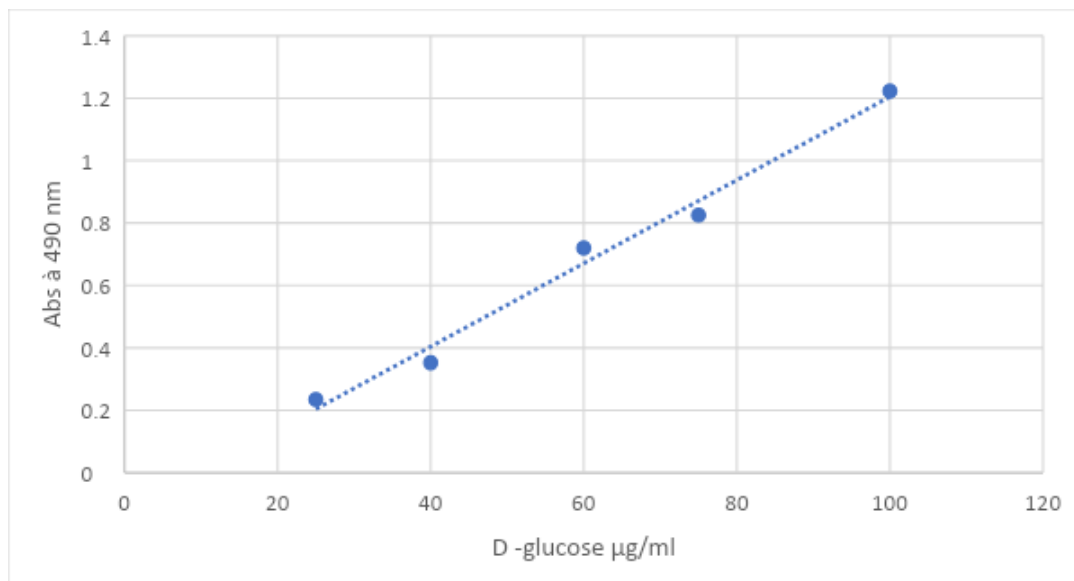
Pour chaque série de détermination, une gamme d'étalonnage est nécessaire, une solution mère (SM) de α D+ glucose de concentration 100 $\mu\text{g/ml}$ est préparé comme suite :

Préparé une solution du glucose d 0.01g/100ml (100 $\mu\text{g/ml}$).

A partir de cette solution mère préparer des dilutions de différentes concentrations 25 $\mu\text{g/ml}$, 40 $\mu\text{g/ml}$, 60 $\mu\text{g/ml}$, 75 $\mu\text{g/ml}$, 100 $\mu\text{g/ml}$ prendre 1 ml de chaque concentration (2essais pour chaque concentration) et ajouter 1 ml de phénol a 5 % et 5 ml d'acide sulfurique a 98% à l'aide d'une burette ; après agitation (vortex) les tubes sont maintenus pendant 5 minutes a 100°c. puis a l'obscurité pendant 30 minutes ;

Lire la densité optique, à chaque concentration, à 490nm, après on trace la courbe d'étalonnage.

$$DO = f(C) \rightarrow DO = \epsilon \times C.$$



Annexe 7: Courbe d'étalonnage de D+ Glucose $\mu\text{g/ml}$

Annexes

Annexe 8 : La fiche de dégustation du lait végétal

Date :

Nom / prénom :

Spécialité :

Echantillon					
Boisson 2					
Paramètre	Description	Boisson c	Boisson v	boisson a	boisson cc
Couleur	Blanc				
	Colore				
Odeur	Vanille				
	Amande				
	Coco				
Saveur	Acide				
	Amère				
	Sucre				
Texture	Granuleuse				
	Souple				
	Onctueuse				
	Oxyde / fermente				
	Grasse				
Qualité globale					
Commentaire					
Arome	Vanille				
	Amande				
	Coco				
Odeur	Artificiel				
	Naturel				

Echelle d'évaluation
1-absence
2-très faible
4- faible
6- net
8- prononce
10-très prononce